

CARLOS ALBERTO MARTINS **CORDEIRO**

ORGANIZADOR

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



Tópicos

**Físicos,
Químicos e
Biológicos**

VOLUME 2



editora científica

Carlos Alberto Martins **Cordeiro**
Organizador

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 2

1ª Edição

2020





Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C794t Cordeiro, Carlos Alberto Martins.
Tecnologia de alimentos [recurso eletrônico] : tópicos físicos, químicos e biológicos: volume 2 / Carlos Alberto Martins Cordeiro. – Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-87196-26-8
DOI 10.37885/978-65-87196-26-8

1. Alimentos – Indústria. 2. Tecnologia de alimentos. I. Título.
CDD 664

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download e compartilhamento desde que os créditos sejam atribuídos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.



editora científica

CORPO EDITORIAL

Editor Chefe:	Reinaldo Cardoso
Editor Executivo:	João Batista Quintela
Editor Científico	Prof. Dr. Robson José de Oliveira
Assistentes Editoriais:	Elielson Ramos Jr. Érica Braga Freire Erick Braga Freire Bianca Moreira Sandra Cardoso
Bibliotecário:	Maurício Amormino Júnior
Jurídico:	Dr. Alandelon Cardoso Lima - OAB/SP-307852

Conselho Editorial

Prof. Dr. Robson José de Oliveira - Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro - Universidade Federal do Pará
Prof. Me. Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin - FSG Centro Universitário
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke - Universidade Federal do Pampa
Prof. Me. Domingos Bombo Damião - Universidade Agostinho Neto, Angola
Prof. Dr. Edilson Coelho Sampaio - Universidade da Amazônia
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa - Universidade do Estado Do Pará
Prof. Me. Reinaldo Eduardo da Silva Sale - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof. Me. Patrício Francisco da Silva - Faculdade Pitágoras de Imperatriz
Prof. Me. Hudson Wallença Oliveira e Sousa - Instituto Nordeste de Educação Superior e Pós-Graduação
Profª. Ma. Auristela Correa Castro - Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª. Drª. Dalízia Amaral Cruz - Universidade Federal do Pará
Profª. Ma. Susana Martins Jorge - Ferreira - Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Fabrício Gomes Gonçalves - Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Erival Gonçalves Prata - Universidade Federal do Pará
Prof. Me. Gevair Campos - Faculdade CNEC Unai
Prof. Esp. Flávio Aparecido de Almeida - Faculdade Unida de Vitória
Prof. Me. Mauro Vinicius Dutra Girão - Centro Universitário Inta
Prof. Esp. Clóvis Luciano Giacomet - Universidade Federal do Amapá
Profª. Drª. Giovanna Faria de Moraes - Universidade Federal de Uberlândia
Profª. Drª. Jocasta Lerner - Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. André Cutrim Carvalho - Universidade Federal do Pará
Profª. Drª. Gardene Paiva Magalhães - Centro Universitário UNINOVAFAPI
Prof. Esp. Dennis Soares Leite - Universidade de São Paulo
Profª. Drª. Silvani Verruck - Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Osvaldo Contador Junior - Faculdade de Tecnologia de Jahu
Profª. Drª. Cláudia Maria Rinhel Silva - Universidade Paulista
Profª. Drª. Silvana Lima Vieira - Universidade do Estado da Bahia
Profª. Drª. Cristina Berger Fadel - Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª. Ma. Graciete Barros Silva - Universidade Estadual de Roraima

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 11

CONDIÇÕES HIGIÊNICOSSANITÁRIO DE QUEIJOS MINAS FRESCAL COMERCIALIZADOS EM FEIRAS LIVRES DE VITÓRIA - ESPÍRITO SANTO

Gabriela Daher **Cavalcanti**; Jhenifer Souza Couto **Oliveira**; Jackline Freitas Brilhante **de São José**

CAPÍTULO 02 23

CONSUMO ALIMENTAR DE ULTRAPROCESSADOS DA PRIMEIRA INFÂNCIA AO ENVELHECIMENTO EM TEÓFILO OTONI - MG

Priscilla Vilela dos **Santos**; Caio Cesar de Souza **Alves**; Alessandra de Paula **Carli**; Matheus Guimarães **Laube**; Milena Franco da **Silva**; Isabele das Virgens **Dutra**; Higor Franco da **Silva**; Larissa Pereira **Amorim**; Maria Edna Souza **Cândido**; Ana Carla Amorim **Lima**

CAPÍTULO 03 45

CONTAMINAÇÃO E ADULTERAÇÃO DE AÇAÍ

Caroline Machado da **Costa**; Klenicy Kazumy de Lima **Yamaguchi**

CAPÍTULO 04 64

CONTAMINANTES INORGÂNICOS EM PESCADO

Flavia Sgarbi **Vaz**; Érika Fabiane **Furlan**

CAPÍTULO 05 80

COQUEIRO (*COCOS NUCIFERA L.*) E PRODUTOS ALIMENTÍCIOS DERIVADOS: UMA REVISÃO SOBRE ASPECTOS DE PRODUÇÃO, TECNOLÓGICOS E NUTRICIONAIS

Thayná Teles da **Silva**; Alessandra Pinheiro **Mulder**; Isabelle **Santana**

CAPÍTULO 06 102

CULTIVO DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* EXPOSTA À CAMPO MAGNÉTICO

Welton Silva **Vieira**; Andreia **Anschau**; Thiago **Dias**

CAPÍTULO 07 114

DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA À BASE DE AMENDOIM (*ARACHIS HYPOGAEA*) COM ADIÇÃO DE FIBRAS E ESTABILIZADA COM HIDROCOLÓIDES

Giovanna **Ferrero**; Geovana Vasconcelos **Gonçalves**; Cátia Palma de Moura **Almeida**

CAPÍTULO 08 131

DESENVOLVIMENTO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PEIXES A PARTIR DE MISTURA DE ESPÉCIES MARINHAS: UMA ABORDAGEM FÍSICA E QUÍMICA

SUMÁRIO

Érika Fabiane **Furlan**; Flavia Sgarbi **Vaz**; Felipe **Ferrari**; Cristiane Rodrigues Pinheiro **Neiva**

CAPÍTULO 09 147

DESENVOLVIMENTO DE UM SORVETE RÁPIDO ELABORADO COM POLPA EM PÓ DE GOIABA RECONSTITUÍDA, OBTIDA PELO PROCESSO FOAM-MAT

Pâmela Larissa de Araújo **Justino**; Robson Rogério Pessoa **Coelho**; Ana Paula Costa **Câmara**; Tiago José da Silva **Coelho**

CAPÍTULO 10 157

DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE EMPANADO DE FRANGO DO TIPO NUGGETS COM SUBSTITUIÇÃO DE PROTEÍNA DE SOJA POR FARINHA DE FEIJÃO CAUPI (*VIGNA UNGUICULATA*)

João Trajano da **Silva Junior**; Bruna Raminelli de **Oliveira**; Anne Beatrice da **Silva**; Rúbner Gonçalves **Pereira**

CAPÍTULO 11 169

DEVELOPMENT OF A THERMOGENIC DRINK FROM WHEY

Adaelson Firmino da **Silva Junior**; Alcides Ricardo Gomes de **Oliveira**; Cassiano Oliveira da **Silva**; Welder Magalhães **Cascardo**; Letícia de Souza **Oliveira**

CAPÍTULO 12 185

EDIBLE COATING BASED ON WHEY MILK AND CASSAVA STARCH: IMPACT ON THE QUALITY AND SHELF-LIFE OF MINIMALLY PROCESSED PAPAYAS

Ana Paula **Andrade**; Paula Raquel Alves **Nogueira**; Danielle Alves da Silva **Rios**; Milena Lidiani Bomfim de **Melo**

CAPÍTULO 13 194

EFEITOS DO PROCESSAMENTO TÉRMICO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE JACA (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS L.*)

Pedro César Andrade do **Nascimento**; Viviane Lansky **Xavier**; Marisilda de Almeida **Ribeiro**; Melissa Moser de Araujo **Lopes**; Thayza Christina Montenegro **Stamford**; Gerlane Souza de **Lima**; Guilherme Matheus Pessoa de **Arruda**; Margarida Angélica da Silva **Vasconcelos**

CAPÍTULO 14 205

EFFECT OF DIFFERENT DRYING METHODS ON PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND DRYING TIME OF MIXED AÇAÍ, STRAWBERRY AND ACEROLA PULP

Carolina Tatagiba da **Rocha**; Katia Silva **Maciel**; Mila Marques **Gamba**; Milton de **Jesus Filho**; Sergio Henriques **Saraiva**; Pollyanna Ibrahim **Silva**; Luciano José Quintão **Teixeira**

CAPÍTULO 15 221

SUMÁRIO

EFFECT OF RIPENESS STAGE OF GREEN WALNUT (*JUGLANS REGIA L.*) HUSK ON ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF HYDROETHANOLIC EXTRACTS, AFFECTING ONTO OXIDATIVE STABILITY OF MAYONNAISE

Daniela **Soto-Madrid** ; Marlen **Gutiérrez-Cutiño**; Silvia B. **Matiacevich**

CAPÍTULO 16 232

EFEITOS DO EXTRATO DE BAGAÇO DE UVAS NA ESTEATOSE HEPÁTICA, UMA AVALIAÇÃO *IN VITRO*

Camila **Rubia**; Alessandra **Gambero**; Juliana Alves **Macedo**

CAPÍTULO 17 247

ELABORAÇÃO DE LICOR ARTESANAL A BASE DO PEDÚNCULO DE CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE L.*)

Natalli de Sousa **Silva**; Herbert Igor Rodrigues de **Medeiros**; Francisco Laurindo **Silva**; Magnólia de Jesus Sousa **Magalhães**; Francisco Cesino de **Medeiros Júnior**

CAPÍTULO 18 259

ELABORAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM GLÚTEN A PARTIR DE FARINHA DE BABAÇU E PUPUNHA

Jaine **Oliveira**; Natália Tolfo de **Souza**; Luís Fernando **Polesi**

CAPÍTULO 19 279

ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA (CMS), DO SURIMI E DOS *NUGGETS* DE SUBPRODUTOS DE FRANGO

Érica da Costa **Monção**; Cristiani Viegas Brandão **Grisi**; Beth Sebna da Silva **Meneses**; Edilania Silva do **Nascimento**; Antônia Tanna Farias da **Cruz**; Marlene Nunes **Damaceno**; Antônia Lucivânia de Sousa **Monte**

CAPÍTULO 20 296

ESTRESSE OXIDATIVO E SISTEMAS ANTIOXIDANTES: CONCEITOS FUNDAMENTAIS SOB OS ASPECTOS DA NUTRIÇÃO E DA CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

Ana Paula Alves **Mendes**; Rafaela Corrêa **Pereira**; Michel Cardoso **de Angelis-Pereira**

CAPÍTULO 21 313

ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SEMENTE DA QUINOA *CHENOPODIUM QUINOA*

Arlene da **Câmara**; Bruna Lorena Meneses **Marques**; Keith Hellen Dias da Silva **Lira**; Francisco Canindé de **Sousa Júnior**; Thaís Souza **Passos**; Cristiane Fernandes de **Assis**

CAPÍTULO 22 329

SUMÁRIO

ESTUDO DE CASO DAS BPF E ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA APPCC EM UMA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE POLPA DE FRUTAS

Márcia Andréia Carneiro de **Oliveira**; Moisés de Souza **Mendonça**; Carlos Alberto Martins **Cordeiro**

CAPÍTULO 23 346

ESTUDO DO PADRÃO DE ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL DURANTE DEGUSTAÇÃO DE BEBIDA ADOÇADA COM DIFERENTES ADOÇANTES

Ana Carolina de Sousa **Silva**; Hubert Luzdemio Arteaga **Miñano**; Nathalia Fontanari **Ortega**; Gustavo Voltani von **Atzingen**; Ernane José Xavier **Costa**; Adriano Rogério Bruno **Tech**

CAPÍTULO 24 360

FARINHA DE CASCA DE MANGA: PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Eduardo Galvão Leite das **Chagas**; Vitor Augusto dos Santos **Garcia**; Layane Camila Barbosa da **Silva**; Fernanda Maria **Vanin**; Rosemary Aparecida de **Carvalho**

CAPÍTULO 25 380

FORMULAÇÃO E ACEITABILIDADE DE MAIONESE SABORIZADA COM ÓLEO DE TUCUMÃ (*ASTROCARYUM ACULEATUM MEYER*) E ERVAS AROMÁTICAS

Laura Fernanda Pinheiro **Tobias**; João Vitor Souza **Soares**; Thalissa Bianca Rosário **Soares**; Jordanna Gabriela Dias **Evangelista**; Roberta Silva da **Ferreira**; Maria das Graças Gomes **Saraiva**; Eyde Cristianne **Saraiva Bonatto**

CAPÍTULO 26 389

INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DA TAIOBA (*XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM*) E AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO SENSORIAL DO SUCO ELABORADO COM A HORTALIÇA E ADICIONADO DE LARANJA

Weida Ketline Capucho Pinto **Charpinel**; Daniela da Silva **Oliveira**; Krystal Soares de **Paula**; Sérgio Henriques **Saraiva**

CAPÍTULO 27 401

JATOBÁ FRUIT (*HYMENAEA COURBARIL L. VAR. STILBOCARPA (HAYNE) Y.T. LEE & LANGENH.*): OIL, RESIN, BARK AND FLOUR ANALYSIS

Rosana Gonçalves Rodrigues das **Dôres**; Clarice Silva e **Souza**; Maira Christina Marques **Fonseca**; Juliana Cristina Santos **Almeida**; Ivan Paiva **Barbosa**; Fernando Luiz **Finger**; Giuseppe **Micalizzi**; Sebastiano **Pantò**; Valeria **Signorino**; Daniele **Giuffrida**

CAPÍTULO 28 414

GELEIA DE BAGAÇO DE UVA E CHIA PROVENIENTE DA PRODUÇÃO VINÍCOLA DA REGIÃO DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

SUMÁRIO

Claudileide de Sá **Silva**; Cedenir Pereira de **Quadros**; Daniela Rocha **Vanderlei**

CAPÍTULO 29 425

MINERAIS ESSENCIAIS EM SUBPRODUTOS DE INDUSTRIAIS DE TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULETUM L.*)

Leticia **Cardoso**; Laura **Gardenal**; Joyce Grazielle Siqueira **Silva**; Juliana Azevedo Lima **Pallone**; José **Teixeira Filho**; Helena Teixeira **Godoy**

CAPÍTULO 30 437

MODELO PREDITIVO DA VIDA ÚTIL DINÂMICA DE MORANGOS *IN NATURA*

Cíntia Carla Melgaço de **Oliveira**; Adriana Silva **Caldas**; Davi Rocha Bernardes de **Oliveira**; Vivaldo **Silveira Júnior**

CAPÍTULO 31 452

OBTENÇÃO DE FARINHA DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADA

Cynthia Elizabeth **Fuentes-Jaime**; Valéria Cristina dos Santos **Camargo**; Natalia Caroline de **Azevedo**; Carla Cristina **Enes**

CAPÍTULO 32 472

PERFIL DE CONSUMO DE ÓLEO DE COCO E PERCEPÇÃO DOS EFEITOS CAUSADOS À SAÚDE

Thayná Teles da **Silva**; Alessandra Pinheiro **Mulder**; Isabelle **Santana**

CAPÍTULO 33 491

PERFIL NUTRICIONAL E FATORES ASSOCIADOS AO TRATAMENTO DE HEMODIÁLISE

Elton Júnior Alves Martins **Cordeiro**; Daniela de Araújo Medeiros **Dias**

CAPÍTULO 34 502

PREDIÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOJA POR MEIO DE IMAGENS DIGITAIS E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Lucas Previtali **Ferraz**; Roney Alves **Rocha**; Moysés Naves de **Moraes**

CAPÍTULO 35 517

PRODUÇÃO DE BISCOITOS TIPO *COOKIE* A BASE DE FARINHA DE SOJA: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL

Bárbara Reges **Feitosa**; Flávia Alessandra **Quadros**; Volnei Brito **Souza**; Fabrício Luiz **Tulini**; Marcos Vidal **Martins**

SUMÁRIO

CAPÍTULO 36 531

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE FÉCULAS DE MANDIOCA COMERCIALIZADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE PALMAS - TO

Maria Luciana Barbosa **Mendes**; Caroline Tavares da Silva **Torres**; Ingrid Tomé **Souza**; Nathália Beatriz Dobler **Souza**; Nayara Barbosa **Batista**; Stefanie Mauzolf **Wetmann**; Caroline Roberta Freitas **Pires**; Abraham Damian Giraldo **Zuniga**; Clemilson Antonio **Silva**

CAPÍTULO 37 545

QUALIDADE SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA COMO PARÂMETROS DE FRESCOR DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PEIXES COMERCIALIZADOS EM SUPERMERCADOS DE CUIABÁ - MT

Jonatã Henrique **Rezende-de-Souza**; Victória Caroline Fernanda Gomes de Souza **Bruno**; Paulo Victor Doná **Rezende**; Ana Vitória Siqueira de **Arruda**; Kélia Lorrane Santos Rodrigues de **Oliveira**; Luciana Kimie **Savay-da-Silva**

CAPÍTULO 38 557

REAPROVEITAMENTO DO CAROÇO DO AÇAÍ COMO ALTERNATIVA NA PRODUÇÃO DE BEBIDA AROMÁTICA

Moisés de Souza **Mendonça**; Maria Dolores Reis do **Nascimento**; Jameles Silva de **Sousa**; John Enzo Vera Cruz da **Silva**

CAPÍTULO 39 566

REFINO DE ÓLEO DE SOJA VIA EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO EM ESCALA LABORATORIAL E PILOTO

Maria Gabriela **Tiritan**; Ivane Benedetti **Tonial**; Irede Angela Lucini **Dalmolin**; Alessandra Machado **Lunkes**

CAPÍTULO 40 582

SEGURANÇA ALIMENTAR NAS ETAPAS DA CADEIA PRODUTIVA DA CASTANHA-DO-BRASIL (*BERTHOLETHIA EXCELSEA H.B.K.*)

Orquídea Vasconcelos **Santos**; Luíza Castro **França**; Mayara Galvão **Martins**; Stephanie Dias **Soares**; Francisco das Chagas Alves do **Nascimento**

CAPÍTULO 41 601

SOBREMESAS COM INGREDIENTES FUNCIONAIS PARA ESCOLARES ENTRE 09 E 15 ANOS DA REDE PÚBLICA: DESENVOLVIMENTO, FUNCIONALIDADE E ACEITABILIDADE

Rosana Gomes Arruda Leite **Bueno**; Giovanna Alexandre **Fabiano**; Diogo Thimoteo da **Cunha**; Rosângela Maria Neves **Bezerra**; Maria Helena **Antonicelli**; Adriane Elisabete Costa **Antunes**

SOBRE O ORGANIZADOR..... 612

“

Condições higiênicossanitário de queijos minas frescal comercializados em feiras livres de Vitória - Espírito Santo

Gabriela Daher **Cavalcanti**

UFES

Jhenifer Souza Couto **Oliveira**

UFES

Jackline Freitas Brilhante **de São José**

UFES

RESUMO

O queijo Minas frescal, é nutritivo, com reduzido teor de gordura e sal quando comparado a outros tipos de queijos. Atualmente é o 4º queijo mais consumido no Brasil sua comercialização em feiras livres é uma prática comum e é usualmente exposto a condições higiênicossanitárias inadequadas. Devido às características físico-químicas e a excessiva manipulação, este queijo é suscetível ao crescimento de microrganismo, o que pode proporcionar a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições de comercialização bem como a qualidade microbiológica de queijos Minas Frescal em feiras livres de Vitória - ES. Conduziu-se estudo transversal, exploratório, laboratorial e descritivo, no qual foram avaliadas as condições de comercialização e a qualidade microbiológica de 9 amostras de queijos tipo Minas frescal. Os microrganismos avaliados foram coliformes a 35°C, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. Foi constatado que os queijos Minas frescal são comercializados em condições que favorecem a contaminação e multiplicação de microrganismos. Das amostras analisadas, 77,8% apresentaram contagem acima do estipulado. Para *Staphylococcus aureus*, 100% dos queijos apresentaram contagem acima dos limites exigidos na legislação. No entanto, observou-se ausência de *Salmonella* sp. em todas as amostras. Conclui-se que os queijos Minas frescal são comercializados em condições inapropriadas e apresentaram contagens microbiológicas que indicam que os mesmos estavam impróprios para o consumo.

Palavras-chave: Produtos lácteos; Qualidade microbiológica; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; controle de qualidade; segurança dos alimentos

INTRODUÇÃO

As feiras livres são comércios dentro da área urbana que permitem a aproximação do produtor ao consumidor final. Neste local é possível encontrar ampla variedade de produtos alimentícios. Além disso, ao mesmo tempo esse tipo de comércio proporciona benefícios aos vendedores e são atrativas ao consumidor pela oferta de alimentos frescos e preços mais acessíveis. Entretanto, as feiras caracterizam-se por funcionarem em locais abertos no qual os alimentos apresentam-se expostos a condições insalubres, como a ação direta de microrganismos provenientes da contaminação do ar do ambiente, manipulação dos vendedores, ausência de acondicionamento ou embalagem adequada durante a comercialização (Golin et al., 2016).

Dentre os produtos comumente comercializados em feiras livres, destacam-se os queijos frescos como o queijo Minas frescal. O queijo Minas frescal é um alimento habitualmente comercializado em feiras livres, ambulantes, bares, mercearias e geralmente são armazenados em sacos plásticos, amarrados ou fechados com um fecho metálico. De acordo com o Sebrae (2008), quando produzidos por técnicas informais (não inspecionados) os queijos são definidos como artesanais. Muitos brasileiros se expõem ao consumo de queijos feitos de maneira artesanal, os quais, em algumas ocasiões, não têm controle higiênicossanitário adequado. A opção por este produto artesanal, muitas vezes, está relacionada ao fato dos consumidores julgarem como uma opção mais saudável, saborosa e nutritiva em relação aos alimentos submetidos aos processos tecnológicos industriais (Komatsu et al., 2010; Pinto et al., 2011; Feitosa et al., 2016).

O queijo é um alimento derivado do leite, o qual sofre coagulação e posterior retirada do soro. Muito nutritivo por apresentar em sua composição aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e minerais. O queijo Minas frescal é classificado como semi-gordo, fresco e de muito alta umidade (Brasil, 1997; Garcia et al., 2017; Andrade et al., 2020). Como se trata de um queijo não maturado é considerado um produto simples e que proporciona um retorno rápido de investimento ao produtor, refletindo no valor final do produto. Após fabricação, deve ser acondicionado em embalagem plástica e mantido em temperatura inferior a 8°C com indicação para consumo em até 20 dias (Inmetro, 2006; Pinto et al., 2011; Zacarchenco et al., 2017).

Conforme suas características físico-químicas e a manipulação, o queijo Minas frescal é muito suscetível ao crescimento de microrganismos, podendo haver contaminação do processo de fabricação à comercialização. Segundo González-Montiel & Franco-Fernández (2015), os queijos frescos não apresentam padronização tanto na matéria prima quanto no processo de elaboração com uso de práticas inadequadas de higiene, pouca ou nenhuma verificação de procedência do leite, transporte inadequado e falhas durante o momento de

comercialização. Para reduzir o risco de contaminação é necessário um leite de boa qualidade, aplicação do processo de pasteurização, implementação de Boas Práticas de Fabricação e refrigeração adequada durante o armazenamento, transporte e comercialização (Visotto et al., 2011; Apolinário et al., 2014).

Por se tratar de um produto alimentício perecível e que em muitas ocasiões é comercializado em condições inadequadas, como em feiras livres, há a preocupação quanto à qualidade microbiológica desses queijos, principalmente quanto à ocorrência de doenças transmitidas por alimentos (DTA). Estima-se que as DTA's a cada ano, ocasionam o adoecimento de uma a cada 10 pessoas, culminando a 420 mil mortes, sendo assim considerado um problema de saúde pública (Brasil, 2019). A maioria das DTA's são ocasionadas por bactérias, principalmente por *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. (Brasil, 2019).

Deste modo, devido à relevância do tema para a saúde pública e a escassez de estudos relacionados ao assunto no estado do Espírito Santo, o objetivo deste trabalho foi avaliar as condições higienicossanitária de comercialização de queijos Minas frescal em feiras livres de Vitória-ES.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de pesquisa e critérios de seleção da pesquisa

Foi conduzido um estudo transversal, exploratório e descritivo, no qual foram avaliados, no período de setembro a novembro de 2019, amostras de queijos tipo Minas frescal comercializados em feiras livres localizadas em Vitória, Espírito Santo. Para este estudo, consideraram-se as informações registradas no site da Prefeitura Municipal de Vitória, o qual indicava a existência de 21 feiras livres com ocorrência entre terça-feira e domingo no município.

Coleta das amostras

As feiras visitadas foram definidas por conveniência, a fim de que o tempo entre a aquisição das amostras e as análises não ultrapassassem 48 h. A coleta do alimento foi realizada no horário de comercialização sem aviso prévio e obtida na forma de compra. Foram coletadas amostras de queijo Minas frescal, com ou sem inspeção, sendo uma por vendedor, independente de participar de mais de um local de feira, sendo considerados como artesanais os queijos sem selo de inspeção (Pinto et al., 2011; Feitosa et al., 2016; Sebrae, 2018).

Durante a pesquisa foram visitadas 40% (n = 8) das feiras livres. Nas feiras visitadas, existiam 9 barracas que comercializavam o queijo tipo frescal. As amostras (unidades) foram obtidas por meio de compra e foram no total 9 amostras de 9 vendedores distintos. Após a aquisição, as amostras foram transportadas em caixas isotérmicas com gelo e foram armazenadas a $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por no máximo 48 h até o momento das análises.

Avaliação das condições de comercialização dos queijos

No momento da compra foram avaliadas, por meio de observação, as condições de comercialização do alimento, a saber: produto fracionado ou não; mantido em temperatura ambiente ou em caixas isotérmicas; presença de embalagem e qual o tipo utilizado; presença de rótulo, selo de inspeção e informações sobre data de fabricação e validade.

Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Espírito Santo, no campus de Maruípe, Vitória-ES.

Os procedimentos empregados nessa etapa foram realizados de acordo com a metodologia da *American Public Health Association* (APHA), descrita no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (Downes & Ito, 2001).

As embalagens das amostras foram higienizadas com álcool 70% e abertas com auxílio de uma tesoura previamente esterilizada. Foram conduzidas análises de coliformes a 35°C e *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. para avaliação da qualidade de queijo de muito alta umidade, conforme o previsto na RDC 12 de 2001 que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos (Brasil, 2001).

Foram pesados 25 g de amostra em balança digital e em seguida adicionados 225 mL de água peptonada 0,1% previamente esterilizada. Após a pesagem as amostras foram homogeneizadas e deste modo obteve-se a diluição 10^{-1} da amostra. Em seguida, diluições decimais apropriadas foram preparadas e as alíquotas foram transferidas para meios de cultura específicos para a determinação de cada grupo microbiano.

Alíquotas de 1 mL das diluições foram utilizadas para a análise de coliformes 35°C e *Escherichia coli*, em placas Petrifilm (3M® Company, St. Paul, MN, EUA), seguindo as recomendações do fabricante. As placas foram incubadas a 35°C por 48 h. Os resultados foram considerados positivos para *Escherichia coli*, quando presentes colônias azuis e para coliformes 35°C quando presentes colônias azuis e vermelhas com formação de gás. A partir do resultado, calculou-se a população dos contaminantes e expressos em UFC/g.

Para as análises de *Staphylococcus aureus*, transferiu-se 1 mL das diluições e estas foram dispostas em placas Petrifilm (3M® Company, St. Paul, MN, EUA), seguindo as recomendações do fabricante. As placas foram incubadas a 35 °C por 48h. Foi considerado resultado positivo para *Staphylococcus aureus* a presença de colônias vermelho-violetas. Quando colônias de outras cores foram verificadas, utilizou-se o disco *Staphylococcus aureus* Express Petrifilm (3M® Company, St. Paul, MN, EUA), o qual foi colocado na cavidade da placa e essa incubada a 35°C de 1-3h. Sendo o resultado confirmatório para *Staphylococcus aureus*, a presença de colônias com halos rosados. Os resultados foram expressos em UFC/g.

Para as análises de *Salmonella* spp. pesou-se asepticamente em balança digital de precisão, 25 g da amostra homogeneizados com 225 mL de água peptonada 1% previamente esterilizada. Esta etapa é denominada pré-enriquecimento e o material foi incubado a 35°C por 24h. Após esse período de pré-enriquecimento, foi transferido 0,1 mL dessa solução para o caldo seletivo Rappaport Vassiliadis (Micromed Isofar®) e 1 mL para o caldo seletivo Selenito Cistina (Micromed Isofar®), sendo ambos incubados a 35°C por 24h. A partir de cada caldo foi transferida uma alçada, com auxílio da alça de repicagem, para a superfície seca de placas contendo os ágar seletivos para *Salmonella*, a saber: Hektoen (Oxoid®), *Salmonella Shigella* (Kasvi®) e Verde Brilhante (Micromed Isofar®). O procedimento de estriamento foi de forma a se obter colônias isoladas. Todas as placas foram incubadas invertidas, a 35°C por 24 h. Após este período, as colônias suspeitas selecionadas foram transferidas para a placa com ágar não seletivo e incubadas a 35°C por 24h. Esta etapa teve como objetivo armazenar as colônias para realização de testes bioquímicos.

No teste bioquímico, as colônias armazenadas foram transferidas com o auxílio de uma alça, para os meios de triagem, Ágar ferro triplo açúcar – Ágar TSI (Oxoid®), Ágar Lisina Ferro – LIA (TM Media®) e incubadas a 35°C por 24 h. Após o período de incubação, as amostras que apresentaram resultados característicos para *Salmonella* sp. foram selecionadas para o teste sorológico.

Para o teste sorológico, o cultivo obtido no teste anterior foi adicionado em aproximadamente 2 mL de água peptonada 0,1%. Separadamente foi depositado em placa Petri uma gota de água peptonada 0,1% e uma gota do soro *anti-Salmonella* polivalente "O" (Probac do Brasil®). Em seguida, acrescentou-se a cada uma delas uma gota da suspensão em teste. Com movimentos circulares, realizou-se a leitura com iluminação sobre fundo escuro em 1 a 2 minutos. Foi considerado com resultado confirmatório para *Salmonella* sp. a presença de aglutinação somente na mistura do cultivo com o anti-soro.

A qualidade microbiológica dos queijos analisados neste estudo foi avaliada por meio da comparação dos resultados obtidos com os padrões microbiológicos determinados para queijos de muito alta umidade pela RDC nº12 (Brasil, 2001). Esta resolução estabelece como

grupos de microrganismos indicadores de qualidade os coliformes a 45°C, os estafilococos produtores de coagulase e *Salmonella* sp. Sendo os valores de referência para configurar esses produtos próprios para o consumo, a saber, 5×10^2 UFC/g para coliformes a 45°C, 5×10^2 para estafilococos coagulase positivo e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g de alimento. Para a contagem de estafilococos coagulase positiva, foi considerado o crescimento de *Staphylococcus aureus*, bactéria produtora de enzima coagulase, e considerou-se que os padrões microbiológicos estabelecidos previstos na legislação vigente. Foi avaliado o crescimento de *Escherichia coli* e este foi comparado com os padrões microbiológicos estabelecidos para coliformes a 45°C, haja visto que a bactéria mencionada é deste grupo microbiano.

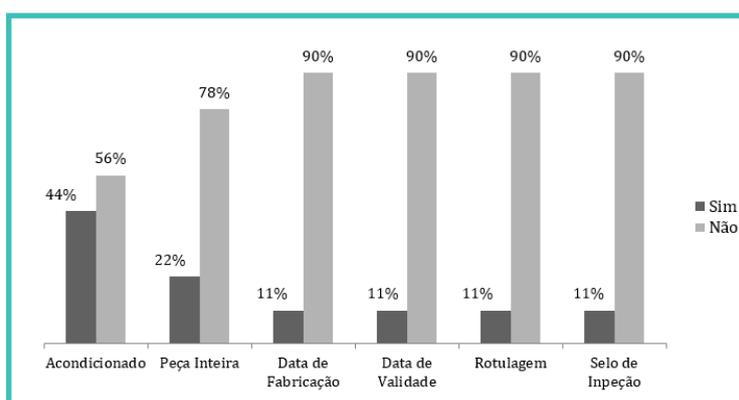
Para comparação dos resultados obtidos nas amostras de queijos foram considerados os valores estabelecidos para amostra indicativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condições de comercialização

Foi constatado que os queijos Minas frescal são comercializados nas feiras livres de Vitória- ES em condições inapropriadas (Figura 1). Esses resultados são semelhantes ao obtido por Amorim et al. (2014), no qual relataram que em feiras livres do Distrito Federal, não há controle de qualidade.

Figura 1. Condições de comercialização de queijos Minas tipo Frescal em feiras livres no município de Vitória -ES, 2019.



Dos queijos avaliados, 56,0% (n= 5) eram comercializadas em temperatura ambiente. A manutenção do alimento, por longos períodos, nesta condição pode favorecer o crescimento de microrganismos, inclusive patogênicos. De acordo com o Inmetro (2006), após fabricação, o queijo deve ser mantido em temperatura inferior à 8°C. Nas feiras visitadas, 77,8 % (n= 7) dos queijos eram comercializados fracionados. Este procedimento pode aumentar o risco de contaminação, pois os vendedores o fazem no próprio local de comercialização,

sem os devidos cuidados de higiene. Segundo Rezende et al. (2010), os possíveis fatores contaminantes dos queijos Minas frescal são as condições de apresentação desses alimentos nas feiras livres.

A informação relacionada à data de fabricação/ validade foi outra falha detectada no presente estudo, pois 88,9 % (n = 8) das amostras não apresentavam menção a data de fabricação e tampouco a de validade. Uma vez que o queijo não consta dessas informações, fica o consumidor sem o conhecimento sobre qual o período seguro para consumi-lo, que de acordo com o Inmetro (2006) é de até 20 dias após sua fabricação. A ausência dessas informações também foi relatada no estudo de Visotto et al. (2011).

Das 9 amostras analisadas, 88,9% (n= 8) eram artesanais e uma continha o selo. A ausência deste selo na maioria das amostras evidencia a fragilidade na qualidade dos queijos artesanais vendidos em feiras livres, que não passam por qualquer tipo de controle e/ ou inspeção. A fiscalização tem por objetivo assegurar ao consumidor, produtos dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação.

Qualidade microbiológica dos queijos

Quanto à qualidade microbiológica, 100% (n= 9) das amostras não atenderam aos padrões microbiológicos determinados pela legislação vigente (Brasil, 2001) (Tabela 1).

Tabela 1. Contagem (UFC/g) microbiológica, presença de microrganismos e classificação de amostras de queijo Minas frescal comercializadas em feiras livres de Vitória-ES.

Queijo	Coliformes a 35 °C	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i> sp.	Classificação de acordo com a RDC 12/2001*.
1	>10 ³	>10 ³	>10 ³	Ausente	Inadequado
2	1,6 x 10 ³	ND*	>10 ³	Ausente	Inadequado
3	>10 ³	7,5 x 10 ³	>10 ³	Ausente	Inadequado
4	>10 ⁴	4,6 x 10 ⁴	>10 ⁴	Ausente	Inadequado
5	>10 ⁴	7,1 x 10 ⁴	>10 ⁴	Ausente	Inadequado
6	1,3 x 10 ⁴	ND**	5,4 x 10 ⁴	Ausente	Inadequado
7	>10 ⁴	5,2 x 10 ⁴	>10 ⁴	Ausente	Inadequado
8	>10 ⁴	6,0 x 10 ⁴	>10 ⁴	Ausente	Inadequado
9	>10 ⁴	7,9 x 10 ⁵	>10 ⁴	Ausente	Inadequado

N.D*.: Não detectado em 10²

N.D**.: Não detectado em 10³

*Brasil (2001).

Resultados semelhantes foram encontrados em estudo desenvolvido por Pinto et al. (2011), no qual avaliaram a qualidade microbiológica de 20 amostras de queijos Minas frescal não inspecionados do município de Santa Helena, PR e detectaram que todas as amostras estavam em desacordo com a legislação vigente, ou seja, impróprias para o consumo.

Apesar da existência de órgãos responsáveis pela fiscalização de alimentos de origem animal, como o SIF (Serviço de Inspeção Federal) e o SIM (Serviço de Inspeção Municipal),

podem ocorrer dificuldades na realização da fiscalização de forma eficiente. Soares et al. (2016), no qual a maioria dos queijos Minas frescal inspecionados pelo SIF e SIM no município de Viçosa- MG estavam em desacordo com a legislação.

Não foi detectada a presença de *Salmonella* sp. nas amostras analisadas. Porém, dos 9 queijos analisados, 77,8% (n=7) estavam com contagens superiores a 10^3 de *E. coli*. Estas bactérias restritas ao trato gastrointestinal de humanos e animais de sangue quente são encontradas nas fezes dos mesmos, por isso, são microrganismos indicadores utilizados para a verificação das condições de higiene dos alimentos (Ferreira et al., 2011; Pinto et al., 2011). Silva et al. (2019) observaram em amostras de queijos tipo frescal embalados a vácuo que 63,3% (n=19) apresentaram resultado negativo no sistema Petrifilm™ para detecção de *E. coli* o que indicou um processamento em condições higiênicas adequadas no preparo do produto. Resultado semelhante foi encontrado por Sousa et al. (2020) que avaliaram oito amostras de queijo Minas Frescal do comércio local de Rio Verde-Goiás e todas estavam em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação brasileira.

Em 2 amostras, sendo 1 artesanal e 1 inspecionada, não foram encontradas colônias de *Escherichia coli*. Porém, ambas apresentaram contagens acima do limite estipulado para *Staphylococcus aureus*. No total, 100% (n=9) das amostras analisadas apresentaram superior ao limite vigente para *Staphylococcus aureus*. Encontradas no ambiente, trato intestinal do homem e dos animais, na pele, nas glândulas e membranas mucosas, estima-se que cerca de 20 a 60% de pessoas são portadoras de *S. aureus*, sem apresentarem sintomas. Este fato que pode favorecer a contaminação do queijo durante o processo de fabricação no caso do manipulador ser portador do microrganismo (Komatsu, et al., 2010; Mottin, et al., 2016; Tigre, et al., 2011).

Segundo Pinto et al. (2011), *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* são eliminadas pelo processo de pasteurização. Além disso, de acordo com Forsythe (2013), as contagens altas, tanto de coliformes a 45°C como de *Staphylococcus aureus*, podem estar relacionadas a erros durante processamento, como má execução da pasteurização, higienização ineficiente de equipamentos, falhas relacionadas aos manipuladores e temperaturas de armazenamento inadequadas. Deste modo, as contagens observadas no presente trabalho indicam falhas no processamento do alimento.

A contaminação na produção de alimentos é preocupante pois pode ocasionar risco a saúde da população. Segundo Silva et al. (2019), já existem diversos problemas relacionados a produção de queijos no Brasil como as péssimas condições de produção do leite, a fabricação de queijos em locais inapropriados e ausência ou ineficiente refrigeração ao longo da cadeia produtiva. Estes problemas já frequentemente registrados na linha de produção dos queijos se agravam quando se alcança o final da cadeia produtiva, no caso as feiras livres.

As condições de comercialização nestes locais favorecem as possibilidades de contaminação e multiplicação de micro-organismos. Somado a estes problemas, o que se percebe-se também que há falta de fiscalização e a comercialização de produtos sem registro.

Vale destacar que os vendedores das amostras de queijos analisadas no presente estudo também participavam de outras 9 feiras no município. Com base nesta informação, estes comercializavam queijos com qualidade imprópria nas feiras visitadas e que os mesmos possivelmente também comercializavam queijos com qualidade suspeita nas outras feiras.

CONCLUSÃO

Nas feiras livres de Vitória-ES, os queijos Minas frescal, não são comercializados em condições higiênicossanitárias apropriadas e não atenderam ao preconizado pela legislação vigente. Deste modo, os queijos foram considerados impróprios para o consumo. Assim, ressalta-se a necessidade de eficaz fiscalização pelos órgãos competentes uma vez que esses alimentos inadequados para o consumo podem ocasionar DTA aos indivíduos que deles se alimentarem.

REFERÊNCIAS

Amorim, A. L. B. C., Couto, E.P., SANTANA, A.P., Ribeiro, J. L. & Ferreira, M. A. (2014). Avaliação da qualidade microbiológica de queijos do tipo Minas padrão de produção industrial, artesanal e informal. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. 73 (4), 364-7. Recuperado em 14 Abril, 2019 de http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial73_4_completa/artigosseparados/1628.pdf.

Andrade, A.P.C, Quirino, M. F., Silva, T.L.e, & Carvalho, J. D. G. (2020). Evaluation of the physical and chemical parameters of Minas Frescal and Ricotta cheese marketed in Fortaleza, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 51(2), e20186414. Epub March 30, 2020.<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200022>

Apolinário, T. C. C., Santos, G.S. & Lavorato, J.A.A. (2014). Avaliação da qualidade microbiológica de queijo Minas frescal produzido por laticínios do Estado de Minas Gerais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 69 (6), 433-442. Recuperado em 16 Abril, 2019 de <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/290>.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2003, setembro 18). Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa as “Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água”. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília*.

Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (1997, setembro 04). Portaria MA- 352 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. *Diário Oficial [da] União, Brasília*.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2001, janeiro 02). Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos (Resolução RDC nº12). *Diário*

Oficial [da] União, Brasília.

Brasil. Ministério da Saúde. Doenças Transmitidas por Alimentos. Recuperado em 15 Abril, 2019 de <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos>.

Brasil. Ministério da Saúde. Salmonella (Salmonelose): o que é, causas, tratamento, diagnóstico e prevenção. Recuperado em 03 de junho, 2019 de <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/Salmonella>.

Downes F.P., & Ito K. (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4. ed.) Washington, D.C.: APHA.

Ferreira, R.M., Spini, J.C.M., Carazza, L.G., Sant'ana, D.S., Oliveira, M.T., Alves, L.R., & Carazza, T.G. (2001). Quantificação de coliformes totais e termotolerantes em queijo Minas Frescal artesanal. PUBVET, Londrina, 5 (5), Ed. 152, Art. 1022. Recuperado em 29 de maio, 2019 de <http://www.pubvet.com.br/artigo/1359/quantificaccedilatildeo-de-coliformes-totais-e-termotolerantes-em-queijo-minas-frescal-artesanal>.

Feitosa, S.B., Borges, M.P., Paula, P.A., Barbosa, M.S., Bitencourt, C.A. & Carneiro, L.C. (2016). Caracterização microbiológica do queijo Minas frescal comercializado em feiras livres. Saúde & ciência em ação. Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde 3 (1). Recuperado em 24 de maio, 2019 de <http://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaICS/article/view/227>.

Garcia, E.P., Silva, F.A.R., Paiva Filho, O.M. & Silva, D.H.L. (2017). Qualidade microbiológica de queijos Minas frescal e ricota comercializados na região metropolitana de Campinas-SP. Revista Higiene Alimentar, 31 (264/265). Recuperado em 14 de Abril, 2019 de <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/04/833127/264-265-sitecompressed-132-137.pdf>.

Golin, A., Coden, M.A.S., Rolim, R.I., Bertagnolli, S.M.M, Margutti, K.M.M. & Basso, C. (2016). Qualidade higiênico-sanitária e o perfil de feirantes e usuários das feiras-livres de Santa Maria – RS. Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, 17 (3), 423-434. Recuperado em 24 de Maio, 2019 de <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/2143>.

González-Montiel, L., & Franco-Fernández, M.J. (2015). Perfil microbiológico del queso de aro consumido en la Cañada Oaxaqueña. Brazilian Journal of Food Technology, 18(3), 250-257. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.7514>

Inmetro (2006). Queijo tipo minas frescal e padrão. Recuperado em 14 de Abril, 2019 de http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/queijo_minas.asp.

Komatsu, R.S., Rodrigues, M.A.M., Loreno, W.B.N. & Santos, K.A. (2010). Ocorrência de Staphylococcus coagulase positiva em queijos minas frescal produzidos em Uberlândia-MG. Bioscience Journal, 26 (2), 316-321. Recuperado em 30 de Maio, 2019 de <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/>.

Mottin, V. D., Silva, L.L., Rocha, J.N. & Teixeira Neto, M.R. (2016). Quantificação e correlações de parâmetros microbiológicos em queijos minas frescal no sudoeste da Bahia. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, 19 (3), 137-142. Recuperado em 29 de maio, 2019 de <http://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/6084>.

Pinto, F.G.S., Souza, M., Saling, S. & Moura, A.C. (2011). Qualidade microbiológica de queijo Minas Frescal comercializado no Município de Santa Helena, PR, Brasil. Arquivos do Instituto de Biologia, São Paulo, 78 (2), 191-198. Recuperado em 19 Abril, 2019 de http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v78_2/pinto.pdf.

Rezende, L. Mendonça, E.P. Melo, R.T. Coelho, L.R. Monteiro, G.P., & Rossi, D.A. (2010). Aspectos sanitários do queijo Minas artesanal comercializado em feiras livres. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 65 (377), 36-42. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v65i377.148>.

Sebrae (2008). Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Queijos nacionais: Estudos de mercado SEBRAE / ESPM 2 0 0 8. Recuperado em 29 Maio, 2019 de http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4416AA3881FA433B-832574DC00471EF1/%24File/NT0003909A.pdf.

Silva, A. D. A., Stort, B. C., Ferreira, M. de L., & Souza, S. M. de O. (2019). Detecção de *Escherichia coli* pelo sistema petrifilmTM em queijo minas frescal embalados à vácuo. *Pubvet*, 13(5), 1–5. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a332.1-5>

Soares, V.P., Monteiro, P.S., & Santos, J.K. (2016). Influência da inspeção sanitária na melhoria da qualidade do queijo minas frescal comercializado no município de Viçosa, MG. *Revista Higiene Alimentar*, 30 (252/253). Recuperado em 16 de Abril, 2019 de <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/07/846699/separata-86-90.pdf>.

Sousa, T. L. de, Vieira, J. N., Silva, J. P. da, Silva, R. M. da, Santos, P. A. dos, & Viana, L. F. (2020). Avaliação físico-química e microbiológica de queijo minas frescal comercializado em feiras livres de Goiás. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, 1(5), 117–132. Recuperado em 16 de junho, 2020 de <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/alimentos/article/view/1551/855>.

Tigre, D.M., & Borelly, M.A.N. (2011). Pesquisa de *Estafilococos* coagulase positiva em amostras de "queijo coalho" comercializadas por ambulantes na praia de Itapuã (Salvador-BA). *Revistas de Ciências Médicas e Biológicas*, Salvador, 10 (2), 162-166. <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v10i2.4593>

Visotto, R.G., Oliveira, M.A., Prado, S.P.T., & Bergamini, A.M.M. (2011). Queijo Minas Frescal: perfil higiênico-sanitário e avaliação da rotulagem. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, 70 (1). Recuperado em 14 de Abril, 2019 de http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552011000100002&lng=pt&nrm=iso.

Zacarchenco, P.B., Dender, A.G.F. & Rego, R.A. (2017). *Brasil dairy trends 2020* (1. Ed.). Campinas: ITAL. Recuperado em 14 de junho, 2019 <http://brasildairyrends.com.br/2/>.

“

Consumo alimentar de ultraprocessados da primeira infância ao envelhecimento em Teófilo Otoni - MG

Priscilla Vilela dos **Santos**
UFVJM

Isabele das Virgens **Dutra**
UFVJM

Caio Cesar de Souza **Alves**
UFVJM

Higor Franco da **Silva**
UFVJM

Alessandra de Paula **Carli**
UFVJM

Larissa Pereira **Amorim**
UFVJM

Matheus Guimarães **Laube**
UFVJM

Maria Edna Souza **Cândido**
UFVJM

Milena Franco da **Silva**
UFVJM

Ana Carla Amorim **Lima**
UFVJM

RESUMO

O processo de envelhecimento humano ocorre continuamente, podendo ser influenciado pelos fatores genéticos e fatores ambientais, como alimentação e estilo de vida. As principais causas das comorbidades estão associadas à alimentação inadequada e ao sedentarismo. O estado nutricional (EN) ideal durante as fases da vida pode ser um fator determinante da longevidade com qualidade de vida. O objetivo da pesquisa é identificar o consumo alimentar e o EN da população de um município do interior de Minas Gerais, da primeira infância ao envelhecimento. Foram identificados o EN, através do IMC, a frequência alimentar de distintas faixas etárias, através de um estudo transversal, por meio de entrevista individual domiciliar e a aplicação de questionário de frequência do consumo alimentar de indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, com idade entre 0 a 85 anos moradores e nascidos no município mineiro. A amostra foi composta por 417 indivíduos, com a prevalência de mulheres, de solteiros, de cor parda, o grau de escolaridade ensino fundamental incompleto e como atividade principal estudantes. A eutrofia foi evidenciada em quase todas as faixas etárias dos voluntários da pesquisa. O sobrepeso é o EN destaque entre as mulheres adultas. E no grupo dos idosos, prevaleceu o baixo peso nos dois gêneros. Sobre o consumo alimentar, não são todas as crianças de até 6 meses de idade que recebem aleitamento materno exclusivo. A junção do arroz e feijão é responsável pela prevalência da ingestão de carboidratos e proteínas da dieta diariamente em quase todas as idades. A castanha é o alimento que apresenta uma menor ingestão, assim como o azeite. Quase toda a população estudada possui o hábito de ingerir café adoçado mais de duas vezes por dia. É bastante frequente o consumo de bebidas açucaradas, assim como os ultraprocessados, como biscoitos salgados e doces, enlatados e embutidos. É importante que haja outros estudos para acompanhar o desenvolvimento da população, através da conscientização da qualidade alimentar e a aplicação de políticas públicas em saúde.

Palavras-chave: Consumo alimentar; Ultraprocessados; Envelhecimento; Estado nutricional; Obesidade.

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento populacional vem-se constituindo num dos maiores desafios para a saúde pública contemporânea, principalmente nos países onde esse fenômeno tem ocorrido em situações de pobreza e grande desigualdade social. A vasta heterogeneidade das regiões brasileiras em relação ao processo de envelhecimento, bem como as diversidades socioeconômicas, culturais e étnicas dificultam a adaptação social ao crescimento da população idosa (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003; GOTTLIEB *et al.*, 2011).

Atualmente, as principais causas de mortalidade e morbidade estão associadas à alimentação inadequada e à inatividade física (BRASIL, 2013). A nutrição tem uma importante função no processo de envelhecimento. A resposta imune dos idosos é bastante sensível à influência dos micronutrientes, não somente à ingestão adequada de macronutrientes (LE-SOURD, 2006). Informações sobre o envelhecimento imunológico associado ao constante declínio do sistema imune são mais significativas se apuradas a partir de múltiplas faixas etárias, o que contribui para o trabalho dos profissionais de saúde, para o prognóstico dos idosos e para uma longevidade salutar (RAJILIC-STOJANOVIC *et al.*, 2009 apud SILVEIRA-NUNES *et al.*, 2017).

Comprova-se no Brasil a progressão da transição nutricional, evidenciada através da limitação da prevalência dos déficits nutricionais e a ocorrência significativa de sobrepeso e obesidade, sobretudo em crianças e adolescentes, provocada principalmente pela decorrência dos maus hábitos alimentares: o elevado consumo de alimentos ricos em açúcares, gorduras e alto valor energético, associado ao sedentarismo e modificações no estilo de vida (TRICHES; GIUGLIANI, 2005; VITOLO, 2008; CALDEIRA; SOUZA; SOUZA, 2015).

Os padrões de alimentação da população brasileira estão sofrendo mudanças que implicam na substituição de alimentos *in natura* ou minimamente processados de origem vegetal, podendo levar a desarmonia de nutrientes e excesso de calorias (BRASIL, 2014). O crescimento mundial do consumo de alimentos industrializados, presente inclusive no processo de introdução de alimentos, caracteriza o novo ambiente obesogênico (TOLONI; LONGO-SILVA; TADDEI, 2011).

São chamados de ultraprocessados aqueles alimentos com elevado grau de processamento e maior tempo de conservação, acessibilidade e palatabilidade, que geralmente obtém a adição de açúcar e sal, aditivos químicos, vitaminas e minerais, podendo ser submetido a técnicas como fritar, assar, defumar, refogar, cozinhar. Frequentemente esses alimentos possuem altas quantidades de energia, sódio, gorduras trans, por outro lado apresentam reduzidas quantidades de fibras e micronutrientes (BRASIL, 2014).

O corpo humano produz naturalmente substâncias chamadas de radicais livres, formados em processos rotineiros do organismo como a respiração e a digestão dos alimentos

(MAGALHÃES, 2007). Há vários fatores externos que podem contribuir para a formação de radicais livres, são eles: fumaça de cigarro, poluição ambiental, gases de escapamento de veículos, estresse, raios-x, radiação ultravioleta do sol, tabagismo, uso de medicamentos, consumo de álcool, resíduos de pesticidas, substâncias tóxicas presentes em alimentos e bebidas (aditivos químicos, hormônios, aflatoxinas, etc.) e alto consumo de gorduras saturadas (frituras e embutidos). Existem ainda os fatores internos como envelhecimento, câncer, alguns tipos de anemia, infarto do miocárdio, arteriosclerose e doença de Parkinson (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

O excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes que são produzidos pelo corpo ou absorvidos através da dieta. No controle dos radicais livres estão os antioxidantes, que podem ser restabelecidos com dietas apropriadas, compostas pelas frutas, verduras, leguminosas, castanhas dentre outros alimentos, pois neutralizam a ação dos radicais livres (MAGALHÃES, 2007).

Os objetivos do estudo foram identificar o consumo alimentar e o estado nutricional da população de Teófilo Otoni - MG da primeira infância ao envelhecimento, conhecer a frequência alimentar em indivíduos na faixa etária de 0 a 85 anos, avaliar o estado antropométrico definido pelo índice de massa corporal (IMC) nas diversas faixas etárias, apontar as características demográficas da população estudada e inferir a relação do estado nutricional com a frequência do consumo de alimentos ultraprocessados nas variadas faixas etárias.

METODOLOGIA

Características da população

O número de participantes da pesquisa foi de 417 indivíduos, que foram necessários para garantir uma amostragem representativa. As características populacionais de interesse da amostra envolvida foram de ambos os sexos, de faixa etária variável (0 anos a 85 anos), de escolaridade e estado civil variáveis, que possuíam plano de saúde particular e também os usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) exclusivamente. A pesquisa foi realizada na cidade de Teófilo Otoni, pertencente à Macrorregião Nordeste do estado de Minas Gerais, situada no Vale do Mucuri, com a população urbana de 110.076 habitantes, uma das regiões de maior vulnerabilidade social do Brasil (IBGE, 2016).

Planos de Recrutamento, Período, Critérios de Inclusão e Exclusão dos Indivíduos

Dos 417 indivíduos, de ambos os gêneros, para um erro amostral de 5% com intervalo

de confiança de 95%, de um total mínimo de 383 indivíduos e com erro de perda de 10%. Estes foram particionados nos seguintes estratos, com a seguinte quantidade de indivíduos por estrato: 0-5 anos (n= 35; Masculino (M)(17), Feminino (F)(18)); 6-10 anos (n = 34; M(17), F(17)); 11-20 anos (n = 86; M(46), F(40)); 21-50 anos (n = 187; M(85), F(102)); 51-60 (n = 35; M(16), F(19)); 61+ (n = 40; M(15), F(25)).

As entrevistas foram realizadas após aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa, com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 74422717.1.0000.5108 e efetuadas mediante a autorização dos sujeitos e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no período de 01 de novembro de 2017 a 31 de dezembro de 2018. Após autorização, foi realizada a avaliação antropométrica.

Foram utilizados critérios de seleção para entrevista que se dividem em inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: ter assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); ser morador no município de Teófilo Otoni; ter idade entre 0 e 85 anos; ter hábitos de vida saudável; ter nascido em Teófilo Otoni; ter disponível exames bioquímicos básicos que comprovem a saúde, como hemograma completo, glicemia em jejum, colesterol total e frações, triglicérides, EAS e EPF, feitos em até 12 meses; não possuir doença diagnosticada.

Os critérios de exclusão foram: não ter assinado o TCLE; não ter nascido em Teófilo Otoni; possuir diagnóstico de qualquer doença como infecções, inflamações agudas ou crônicas, doenças autoimunes, doença coronariana, desnutrição, anemia, leucopenia, desordens psíquicas, doenças neurodegenerativas, neoplasias, doenças congênitas, alcoolismo, uso de hormônios (esteroides) e uso de medicamentos/drogas (tabaco, antidepressivos, imunossupressores, anticoagulantes).

Descrição dos Procedimentos para Execução do Projeto

Foi solicitado à Secretaria Municipal de Saúde a autorização para o levantamento de dados da população saudável de todas as Estratégias da Saúde da Família (ESF) da região urbana da cidade de Teófilo Otoni.

Realizou-se uma reunião em cada ESF, com a enfermeira responsável e os agentes comunitários de saúde (ACS), a fim de esclarecer os objetivos da pesquisa e solicitar o apoio dos mesmos. Foi então efetuada uma busca no arquivo de prontuários nas ESF, para verificação dos dados de exames bioquímicos de pacientes saudáveis, que poderiam ser potenciais voluntários da pesquisa. Após esta fase, foram alinhadas as datas e horários com os ACS para o momento da visita a domicílio.

Coleta de Dados para a Avaliação Antropométrica

Na primeira visita de cada possível voluntário, a pesquisadora apresentou o TCLE e após os esclarecimentos de dúvidas e assinatura do termo, foram aplicados os questionários e foi realizada a avaliação antropométrica em grande parte dos voluntários. A outra parte dos voluntários foram avaliados em uma visita posterior.

Efetou-se a mensuração do peso corporal através de uma balança (SERENE, China), com capacidade de 180 quilogramas, com graduação de 100 gramas, sempre colocada em superfície plana e lisa, foi solicitado aos voluntários para retirarem os calçados e mantivessem a postura reta. Para aferir a altura dos voluntários, os mesmos permaneceram descalços, foram orientados a encostar os calcanhares juntos em uma parede lisa sem rodapé, com a ajuda de uma régua e a fita métrica. As crianças avaliadas de 0 a 2 anos foram pesadas em balanças pediátricas nas ESF.

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado por meio do quociente da massa corporal em quilograma pela estatura em metro². Segundo a WHO (1995), o ponto de corte que classifica indivíduos adultos com IMC < 18,5kg/m² como baixo-peso; eutrofia, IMC entre 18,5kg/m² e 24,9 kg/m²; sobrepeso, IMC entre 25kg/m² e 29,9kg/m²; obesidade grau I, IMC entre 30kg/m² e 34,9kg/m²; obesidade grau II, IMC entre 35kg/m² e 39,9kg/m²; e obesidade grau III, IMC > 40kg/m². Para avaliação antropométrica dos idosos, os pontos de corte segundo Lipschitz (1994), os indivíduos são classificados como baixo-peso com IMC < 22kg/m²; eutrofia, IMC entre 22kg/m² e 27kg/m²; e sobrepeso IMC > 27kg/m².

Para a avaliação do crescimento físico das crianças e dos adolescentes do presente estudo, foram comparados os percentis com as curvas de crescimento de referência na OMS no parâmetro IMC por Idade. As crianças e adolescentes com desvio-padrão 2 vezes menor que o valor mediano para a população de referência serão considerados com baixo peso e crianças cujo desvio-padrão seja 2 vezes superior a mediana da população de referência serão classificadas com excesso de peso para os índices em análise.

Coleta de Dados para a Avaliação do Consumo da Frequência Alimentar

A anamnese e o questionário de frequência alimentar foram respondidos pelos indivíduos voluntários, ou no caso de menor de idade, principalmente as crianças, os responsáveis pelas mesmas que responderam.

Para a quantificação das gramaturas dos alimentos citados pelos voluntários, foi utilizada a Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras de Pinheiro; Lacerda; Benzecry (2008) e para o cálculo dos macronutrientes e micronutrientes dos alimentos consumidos pelos voluntários, foi utilizada a Tabela de Composição de Alimentos da Philippi (2016).

No Guia Alimentar para a população brasileira são descritas quatro categorias condi-

zentes ao tipo de processamento para a produção dos alimentos: *in natura* ou minimamente processados, produtos extraídos dos alimentos *in natura* para temperar e criar preparações culinárias, processados e ultraprocessados.

RESULTADOS

A Tabela 1 demonstra os dados sociodemográficos dos voluntários da pesquisa. A prevalência é do gênero feminino, de indivíduos solteiros, de cor parda e estudantes, sendo que quase 40% dos indivíduos possui o grau de escolaridade de no máximo ensino fundamental incompleto. Dentre as profissões, mais da metade da amostra remete somente a três ocupações: estudante, agente comunitário de saúde e dona de casa.

Tabela 1. Distribuição dos Voluntários segundo dados Sociodemográficos

Variáveis	n (417)	%
Gênero		
Feminino	225	54
Masculino	192	46
Estado civil		
Solteiro	254	60,9
Casado	137	32,9
Viúvo	14	3,4
Divorciado	10	2,4
Amasiado	2	0,5
Raça/Etnia		
Parda	259	63,1
Preta	98	22,9
Branca	58	13,8
Indígena	1	0,2
Amarelo	1	0,2
Escolaridade		
Não se aplica ^a	30	7,2
Analfabeto	11	2,6
Fundamental Incompleto	146	35,0
Fundamental Completo	36	8,6
Ensino Médio Incompleto	39	9,4
Ensino Médio Completo	94	22,5
Técnico Incompleto	1	0,2
Técnico Completo	8	2
Graduação Incompleta	28	6,7
Graduação Completa	23	5,5
Especialização Incompleta	1	0,2
Profissão		
Estudante	129	31,3
Agente Comunitário Saúde	43	10,6
Dona de Casa	43	10,1
Aposentado	31	7,4
Não se aplica ^b	25	6,2
Vendedor	16	3,9

Auxiliar Administrativo	14	3,4
Pedreiro	17	3
Desempregado	11	2,7
Autônomo	10	2,5
Serviços Gerais	6	1,5
Professor	5	1,2
Empregada Doméstica	4	1
Cabeleireira	3	0,7
Outros Profissionais ^c	60	14,5

^a Esta classificação representa as crianças menores de 5 anos.

^b Esta classificação representa as crianças menores de 5 anos.

^c Outros profissionais: Açougueiro, Agricultor, Artesã, Auxiliar de Pedreiro, Auxiliar de Produção, Auxiliar de Saúde Bucal, Balconista, Bombeiro Hidráulico, Carregador, Cobrador, Conferente, Cozinheira, Chapa, Diarista, Doceira, Educador Físico, Eletricista, Empilhador, Enfermeira, Estoquista, Gari, Gari Coletor, Gerente de Vendas, Instrutor de Serviços Sociais, Instrutor Automobilístico, Lavador de Veículos, Leiturista, Manicure, Mestre de Obras, Missionário, Motorista, Mototaxista, Pastor, Pedagoga, Pensionista, Perfumista, Piscinheiro, Recepcionista, Segurança, Serralheiro, Servente, Tatuador, Taxista, Técnica em Análise, Técnica de Enfermagem, Técnico de Refrigeração, Vigilante.

Na avaliação da prática de exercícios físicos, 71,9% (n=300) dos voluntários são sedentários, 20,6% (n=86) praticavam atividade física 3 vezes na semana e somente 7,5% (n=31) se exercitavam superior a 3 vezes por semana.

A Tabela 2 apresenta a média das idades por gênero e por cada ESF da área urbana da cidade pesquisada.

Dos 350 voluntários, 58,3% foram classificados como eutrófico, 28,6% estão sobrepeso, 6,8% são obesos e 6,3% da amostra encontram-se abaixo do peso.

No grupo infantil, o estado nutricional sobrepeso é mais prevalente nos meninos e o baixo peso é exclusivo nas meninas, conforme demonstra a Tabela 2.

Já os adolescentes avaliados, o sobrepeso predomina nos rapazes e a situação se inverte, quando comparado às crianças, se tratando do baixo peso, pois é restrito aos homens.

Tabela 2. Distribuição em número e percentual de crianças e adolescentes entre 0 e 18 anos de idade, segundo o estado nutricional e gênero. Teófilo Otoni, Minas Gerais, 2018

Crianças						
Classificação do Estado Nutricional	(n)	(%)	Sexo Feminino (n)	(%)	Sexo Masculino (n)	(%)
Baixo Peso	2	3,8	2	3,8	0	0,0
Eutrofia	48	90,5	27	50,9	21	39,6
Sobrepeso	3	5,7	1	1,9	2	3,8
Adolescentes						
Classificação do Estado Nutricional	(n)	(%)	Sexo Feminino (n)	(%)	Sexo Masculino (n)	(%)
Baixo Peso	2	3,1	0	0,0	2	3,1
Eutrofia	59	92,2	28	43,8	31	48,4
Sobrepeso	3	4,7	1	1,6	2	3,1

Diferentemente das outras faixas etárias, o grupo representado pelos indivíduos com faixa etária entre 19 a 59 anos o sobrepeso prevalece, principalmente nas mulheres entre-

vistadas. A eutrofia é o estado nutricional que vem em seguida e a obesidade também é uma realidade entre esses indivíduos destacando a obesidade de grau 1. Os indivíduos abaixo do peso ideal representam a menor parcela nesta idade, segundo a Tabela 3.

Para a parcela dos entrevistados maiores de 60 anos também se destaca a eutrofia, mas, o que mais chama a atenção é o elevado índice de baixo peso que corresponde a quase 1/3 desta fração de entrevistados, principalmente em idosos. Os voluntários que são classificados como sobrepeso, estão representados por praticamente 1/4 dos idosos.

A eutrofia foi evidenciada em quase todas as faixas etárias dos voluntários da pesquisa. O sobrepeso é o estado nutricional destaque entre as mulheres adultas. No grupo dos idosos, ao compararmos a quantidade de indivíduos abaixo do peso e aqueles sobrepesos, prevaleceu o baixo peso nos dois gêneros.

Tabela 3. Distribuição em número e percentual de adultos e idosos entre 19 e 85 anos de idade, segundo o estado nutricional e gênero. Teófilo Otoni, Minas Gerais, 2018

Adultos						
Classificação do Estado Nutricional	(n)	(%)	Sexo Feminino (n)	(%)	Sexo Masculino (n)	(%)
Baixo Peso	6	3,1	2	1,0	4	2,1
Eutrofia	82	41,8	46	23,5	36	18,4
Sobrepeso	85	43,4	47	24,0	38	19,4
Obesidade grau I	20	10,2	11	5,6	9	4,6
Obesidade grau II	1	0,5	1	0,5	0	0,0
Obesidade grau III	2	1,0	2	1,0	0	0,0
Idosos						
Classificação do Estado Nutricional	(n)	(%)	Sexo Feminino (n)	(%)	Sexo Masculino (n)	(%)
Baixo Peso	12	32,4	7	18,9	5	13,5
Eutrofia	15	40,6	11	29,8	4	10,8
Sobrepeso	9	24,3	5	13,5	4	10,8
Obesidade grau I	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Obesidade grau II	1	2,7	1	2,7	0	0,0
Obesidade grau III	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Avaliação da Frequência da Ingestão Alimentar de Ultraprocessados

No grupo das crianças entre 0 a 6 meses, 20% do total tem o hábito de ingerir iogurte de 1 a 4 vezes na semana (Tabela 4). Nesta mesma frequência, as crianças até 9 anos de idade possuem o hábito de consumir o iogurte e, com o passar dos anos, a ingestão desta bebida vai reduzindo.

Tabela 4. Frequência de consumo dos principais alimentos ultraprocessados, na faixa etária de 0 a 2 anos (2018)

Faixa etária (n)	Alimento	Frequência de consumo	Número Absoluto	Número Relativo
0 a 6 meses (5)	iogurte	1 a 4 vezes na semana	1	20

7 meses a 2 anos (15)	Macarrão	Diariamente	7	46,67
	Biscoito Salgado		7	46,67
	Doces e Balas		7	46,67
	Adoçante	5 a 6 vezes na semana	1	6,67
	Suco Artificial com Açúcar	1 a 4 vezes na semana	10	66,67
	Embutidos		9	60
	Snacks		9	60
	Iogurte		8	53,33
	Refrigerante		8	53,33
	Biscoito Doce		6	40
	Enlatados		6	40
	Chocolate	4	26,67	
	Maionese	Raramente	14	93,33
	Pão Integral		14	93,33
	Requeijão Cremoso		14	93,33
	Molho para Salada		14	93,33
Margarina	4		26,67	

É bastante frequente o consumo de bebidas açucaradas pelos voluntários. O suco artificial com açúcar é a escolha diária principalmente pelas crianças de 3 a 9 anos de idade. Metade dos voluntários de todas as faixas etárias possuem o hábito de ingerir refrigerante de 1 a 4 vezes na semana.

Mais de 25% dos entrevistados acima de 6 anos de idade, consomem margarina todos os dias. Pouco mais de 90% das crianças de 3 a 5 anos ingerem maionese pelo menos uma vez por dia (Tabela 5) e a partir desta idade, o consumo é reduzido para 1 a 4 vezes na semana por cerca de 30% dos voluntários.

Tabela 5. Frequência de consumo dos principais alimentos ultraprocessados, na faixa etária de 3 a 9 anos (2018)

Faixa etária (n)	Alimento	Frequência de consumo	Número Absoluto	Número Relativo
3 a 5 anos (15)	Suco Artificial com Açúcar	Diariamente	5	33,33
	Chocolate		4	26,67
	Biscoito Salgado		4	26,67
	Maionese	1 a 4 vezes na semana	14	93,33
	Enlatados		11	73,33
	Snacks		10	66,67
	Macarrão		9	60
	Iogurte		9	60
	Embutidos		9	60
	Refrigerante		8	53,33
	Biscoito Doce		8	53,33
	Doces e Balas		8	53,33
	Sanduíche e Pizza		5	33,33
	Sorvete	3	20	
	Pão Integral	Raramente	14	93,33
	Margarina		10	66,67

6 a 9 anos (31)	Suco Artificial com Açúcar	Diariamente	13	41,94	
	Doces e Balas		12	38,71	
	Margarina		10	32,26	
	Chocolate		10	32,26	
	Biscoito Salgado		9	29,03	
	Biscoito Doce		8	25,81	
	Iogurte	1 a 4 vezes na semana	22	70,97	
	Refrigerante		21	67,74	
	Macarrão		21	67,74	
	Enlatados		21	67,74	
	Embutidos		17	54,84	
	Snacks		17	54,84	
	Sanduíche e Pizza		12	38,71	
	Maionese		7	22,58	
	Sorvete		6	19,35	
	Tortas Doces		4	12,90	
	Adoçante		2	6,45	
	Pão Integral		Raramente	31	100
	Requeijão Cremoso			29	93,55

O macarrão e os biscoitos salgado e doce são consumidos com alta frequência em todas as idades, confirmando assim a origem de grande parte dos carboidratos da dieta destes indivíduos.

A ingestão de *snacks* teve relevância no grupo dos ultraprocessados, seguidos pelos enlatados, embutidos, sanduíche e pizza e sorvete, com menor frequência no grupo dos idosos, em que a ingestão é um pouco reduzida nestas preparações ultraprocessadas.

Predomina o consumo diário de balas, doces e chocolates pelos adolescentes (Tabela 6), seguido pelas crianças e em menor frequência, os idosos e adultos.

Tabela 6. Frequência de consumo dos principais alimentos ultraprocessados, na faixa etária de 10 a 19 anos (2018)

Faixa etária (n)	Alimento	Frequência de consumo	Número Absoluto	Número Relativo
10 a 19 anos (84)	Doces e Balas	Diariamente	35	41,67
	Chocolate		28	33,33
	Margarina		20	23,81
	Suco Artificial com Açúcar		18	21,43
	Biscoito Doce	1 a 4 vezes na semana	56	66,67
	Enlatados		53	63,10
	Refrigerante		51	60,71
	Macarrão		48	57,14
	Embutidos		46	54,76
	Biscoito Salgado		45	53,57
	Iogurte		40	47,62
	Snacks		37	44,05
	Maionese		31	36,90
	Sanduíche e Pizza		29	34,52
	Sorvete		16	19,05
	Requeijão Cremoso		9	10,71

Dos indivíduos adultos participantes, raramente eles fazem uso das bebidas alcoólicas. Foi demonstrado que a cerveja é pouco consumida, aproximadamente 75% da amostra não ingere esta bebida. O consumo de 1 a 4 vezes na semana de vinho tinto não ultrapassa 10% dos indivíduos adultos e idosos.

O requeijão cremoso, o pão integral e o adoçante são produtos que raramente são consumidos pelos voluntários de todas as idades.

O consumo de macarrão, enlatados, embutidos, molho para salada, biscoito salgado e refrigerante é predominante para metade os voluntários adultos, com a frequência de 1 a 4 vezes na semana (Tabela 7).

Tabela 7. Frequência de consumo dos principais alimentos ultraprocessados, na faixa etária de 20 a 59 anos (2018)

Faixa etária (n)	Alimento	Frequência de consumo	Número Absoluto	Número Relativo
20 a 59 anos (226)	Margarina	Diariamente	42	18,58
	Adoçante		5	2,21
	Macarrão	1 a 4 vezes na semana	156	69,03
	Enlatados		152	67,26
	Biscoito Salgado		123	54,42
	Embutidos		121	53,54
	Molho para Salada		121	53,54
	Refrigerante		114	50,44
	Biscoito Doce		91	40,27
	Chocolate		90	39,82
	Snacks		84	37,17
	Doces e Balas		84	37,17
	Maionese		76	33,63
	Iogurte		75	33,19
	Sanduíche e Pizza		72	31,86
	Suco Artificial com Açúcar		65	28,76
	Cerveja		65	28,76
	Sorvete		40	17,70
	Tortas Doces		28	12,39
	Requeijão Cremoso		23	10,18
	Pão Integral		18	7,96
	Vinho Tinto		17	7,52
	Cachaça		13	5,75
Vodka	4	1,77		

A alimentação dos idosos não difere tanto dos hábitos alimentares dos indivíduos adultos. De acordo com a Tabela 8, o consumo de macarrão, biscoito salgado e doce, enlatados, refrigerante, embutidos e suco artificial com açúcar ocorre em mais de 1/3 dos idosos teofilo-otonenses, com a frequência de 1 a 4 vezes na semana.

Tabela 8. Frequência de consumo dos principais alimentos ultraprocessados, na faixa etária de 60 anos acima (2018)

Faixa etária (n)	Alimento	Frequência de consumo	Número Absoluto	Número Relativo
Acima de 60 anos (41)	Margarina	Diariamente	7	17,07
	Doces e Balas		6	14,63
	Adoçante		1	2,44
	Macarrão	1 a 4 vezes na semana	28	68,29
	Biscoito Salgado		25	60,98
	Enlatados		19	46,34
	Refrigerante		16	39,02
	Biscoito Doce		16	39,02
	Embutidos		15	36,59
	Suco Artificial com Açúcar		14	34,15
	Chocolate		9	21,95
	Maionese		8	19,51
	Snacks		8	19,51
	Cerveja		7	17,07
	Iogurte		7	17,07
	Sorvete		5	12,2
	Cachaça		4	9,76
	Refrigerante Zero		3	7,32
	Vinho Tinto		1	2,44
	Whisky		1	2,44

DISCUSSÃO

O cenário da transição nutricional retrata uma condição de insegurança alimentar e nutricional, que pode ser caracterizada pela impossibilidade ao acesso permanente de alimentos de qualidade e quantidade suficiente, que atinge crianças, adolescentes e adultos (IPEA, 2010). O presente estudo avaliou 417 indivíduos de Teófilo Otoni – MG, dos quais 71,9% são sedentários. Em relação ao consumo alimentar pode-se avaliar que não são todas as crianças de até 6 meses de idade que recebem aleitamento materno exclusivo e a junção do arroz e feijão é responsável pela prevalência da ingestão de carboidratos e proteínas da dieta diariamente. Além disso, grande parcela da população estudada possui o hábito de consumir bebidas açucaradas, assim como alimentos ultraprocessados.

Apesar de o presente trabalho ter avaliado somente indivíduos sem patologias e a eutrofia ter sido evidenciada em quase todas as faixas etárias, o sobrepeso é o estado nutricional destaque entre as mulheres adultas; e no grupo dos idosos, prevaleceu o baixo peso nos dois gêneros. De acordo com Ravaglia e colaboradores (2000), é importante não descartar a possibilidade de deficiência de vitaminas e micronutrientes em geral em indivíduos aparentemente saudáveis e assintomáticos, como exemplo, foi identificado que parte dos indivíduos avaliados em seu estudo, apresentaram carência da piridoxina - Vitamina B6.

O crescimento físico é o indicador mais adequado para avaliar as condições de saúde e o estado nutricional em crianças e adolescentes. É importante ter regularidade na avaliação

do estado nutricional das crianças para que se possa diagnosticar problemas nutricionais e intervir precocemente com o objetivo de melhorar a qualidade de vida (BORGES *et al.*, 2013; MELLO, 2002).

No presente estudo, apesar de ter como critério de inclusão estar saudável, com os exames bioquímicos sem alteração, foram diagnosticados 3,8% das crianças com baixo peso e 5,7% com sobrepeso. De acordo com Birch (1998), nos Estados Unidos, a prevalência de sobrepeso entre crianças de 4 a 5 anos tem duplicado desde 1970 e este aumento é maior entre meninas. Este dado estende aos países em desenvolvimento, como demonstrado no trabalho de Popkin (1994).

Pesquisa conduzida por Modesto, Devincenzi e Sigulem (2007) com 180 crianças no segundo semestre de vida, no interior de São Paulo, 4,4% foram identificados como tendo um déficit nutricional, indicando um número aproximado do presente estudo demonstrando que a desnutrição infantil não é uma consequência da baixa renda da população. O declínio na desnutrição infantil é justificado por mudanças positivas ocorridas no período em que as mães aumentaram o seu nível de escolaridade e consequentemente maior poder aquisitivo da família. De acordo com Pesquisa de Orçamento Familiares (POF) em 2008-2009, a prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças de 5 anos de idade é 33,5% e 9 anos, 14,3% (BRASIL, 2011).

Pelegri *et al.* (2010) analisaram a antropometria de 1.415 adolescentes (10 a 17 anos), de ambos os gêneros, com domicílio em áreas urbanas e rurais, em uma cidade de Santa Catarina, e descobriram que a desnutrição e o excesso de peso representam 11,4% e 11,2% dos indivíduos, respectivamente, sendo que nas áreas urbanas, os adolescentes apresentaram maior prevalência de sobrepeso. Além disso, outro estudo realizado no estado de Pernambuco, em uma cidade de baixo índice de desenvolvimento, 86,8% dos adolescentes apresentavam estado nutricional eutrófico, 7,3% estavam abaixo do peso e 5,9% apresentavam sobrepeso (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Por outro lado, no interior da Paraíba, estudo com 250 adolescentes mostrou que 84% eram eutróficos, 3,6% baixo peso e 12,4% com sobrepeso (OLIVEIRA *et al.*, 2009). No presente estudo, nessa faixa etária, o excesso de peso predomina sobre o baixo peso.

No estrato adulto, com idade entre 20 e 59 anos, estudo realizado em Belém, no estado do Pará, com 138 adultos, mostrou que a maioria dos indivíduos está acima do peso, pois, 34,7% está em sobrepeso e 28,9% estão com algum grau de obesidade (CARVALHO *et al.*, 2016). Em Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, 1.968 indivíduos avaliados, 44% eram eutróficos, 33,7% com excesso de peso, 19,4% classificados como obesos, com destaque para as mulheres, e 2,9% estavam abaixo do peso (GIGANTE *et al.*, 2006). Em um estudo no Nordeste do Brasil, as mulheres mostraram prevalência de sobrepeso em relação à eutrofia

(PINHEIRO *et al.*, 2016). No presente estudo, o excesso de peso esteve presente em uma proporção significativa dos adultos, assim como parte dos indivíduos adultos foi classificada como obesa, principalmente no sexo feminino, característica comum a outras regiões do Brasil em relação à transição nutricional.

O estado nutricional ideal ao longo da vida pode ser considerado um dos fatores que definem longevidade bem-sucedida (SOUZA *et al.*, 2013). As principais causas de excesso de peso e doenças crônicas estão relacionadas ao sedentarismo, o exagero das propagandas e o baixo custo dos alimentos ricos em açúcares e gorduras que culminam com o aumento da morbidade e mortalidade na população (LEÃO, 2013).

Com o envelhecimento, aumenta o risco de baixo peso e diminui o sobrepeso e obesidade. Quanto menor a renda familiar, maior o risco de baixo peso. Por outro lado, o aumento da renda familiar aumenta o risco de excesso de peso e obesidade (CAMPOS *et al.*, 2006). Além disso, quanto maior a renda per capita, maior o IMC dos idosos (PEREIRA; SPYRIDES; ANDRADE, 2016). No presente estudo, o baixo peso foi mais frequente nos idosos, quando comparado com o excesso de peso.

Estudo realizado na população de idosos não-asilares residentes no Nordeste e Sudeste do Brasil, e na região metropolitana de Belo Horizonte, mostrou que metade dos 1.519 idosos avaliados eram eutróficos, 32,3% estavam com sobrepeso, 11,6% obesos e 5,7% com baixo peso, (CAMPOS *et al.*, 2006). Um estudo com os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008/2009), com 20.114 idosos da população brasileira, verificaram que havia uma prevalência de sobrepeso em mulheres idosas, representando 41,9%, contra 31,6% em idosos homens. Observou-se que existe uma relação inversamente proporcional do excesso de peso com o aumento da faixa etária. Além disso, o baixo peso é diretamente proporcional à idade, demonstrando que idosos mais longevos apresentam maiores prevalências de carências nutricionais.

Identificar o consumo alimentar e o estado nutricional em pré-escolares e escolares é de extrema importância, pois é a fase em que se formam os hábitos alimentares saudáveis que irão favorecer a saúde na fase adulta e na senescência (MENÊSES *et al.*, 2017). No presente estudo comprova-se a alta frequência da ingestão de alimentos e bebidas açucarados, enlatados, e a baixa frequência do consumo de frutas e hortaliças.

Uma pesquisa realizada por Dallazen e colaboradores (2018), na região Sul no Brasil com 1.567 crianças residentes em municípios de alta vulnerabilidade socioeconômica verificou que a menor escolaridade materna e a menor renda familiar mensal estão associados à introdução de alimentos não recomendados no primeiro ano de vida. Na presente pesquisa 1/5 do total das crianças com menos de 6 meses de idade, tem hábito de consumir carnes, feijão, tubérculos, frutas e temperos naturais com alta frequência. A ingestão do suco na-

tural adoçado é mais frequente do que as frutas em todas as faixas etárias. O consumo de frutas pelas crianças teofilo-otoneses diariamente é muito aquém do adequado, que são no mínimo 3 porções ao dia, somente a laranja foi citada por duas crianças com a frequência diária, seguida pela banana, mas com menor regularidade no consumo. Além disso, têm-se a baixa frequência de ingestão da maioria dos alimentos com poder antioxidante, como as castanhas, peixes, farelo de trigo, frutas cítricas, cereais integrais.

Na pesquisa realizada por Steil e Poll (2017) em Candelária, Rio Grande do Sul, investigou-se o consumo alimentar de 55 escolares, onde a maioria tem hábito diário de ingerir carne, feijão e frutas, no entanto, as verduras, o leite, o refrigerante, as guloseimas e o suco artificial são consumidos às vezes. Os escolares da presente pesquisa possuem o hábito diário de ingerir feijão, arroz, leite, café adoçado, pão francês, suco artificial adoçado, guloseimas e margarina.

No grupo dos adolescentes, pode-se destacar uma ingestão significativa de alimentos ricos em açúcares, sódio e gorduras, além dos corantes de alimentos. Igualmente aos resultados das pesquisas realizadas por Messias, Souza e Reis (2016) com 526 adolescentes estudantes em uma escola pública de Petrolina em Pernambuco; e outra pesquisa da Felice, Sampaio e Fisberg (2007), produzida com 625 adolescentes, do município de São Paulo foi observada uma alta frequência no consumo de guloseimas, frituras, sucos artificiais salgadinho de pacote, havendo também um consumo elevado de refrigerante, em detrimento dos sucos naturais e dos produtos lácteos.

Compatibilizando com os dados da presente pesquisa, Da Costa Louzada e colaboradores (2015) confirmam o impacto negativo na qualidade da alimentação da população brasileira, alto consumo de alimentos ultraprocessados, gordura saturada, muito açúcar e o excesso de calorias na dieta, além da baixa ingestão de fibras e micronutrientes, como o cálcio, o zinco, o selênio e as vitaminas.

O mineral zinco tem participação importante em vias de sinalização metabólicas e celulares, nas sínteses de DNA e RNA e na divisão e ativação celular. Tem função protetora antioxidante das células e é essencial na resposta imunológica (SANTOS; FONSECA, 2012). Alguns estudos em humanos e animais mostram um decréscimo na atividade das células NK durante o estado de deficiência de zinco e interferência no controle do estresse oxidativo e na regulação de citocinas inflamatórias (GAMMOH; RINK, 2017; MOCCHIGIANI; MUZZIOLI; GIACCONI, 2000; NOVAES *et al.*, 2005).

A Pesquisa Nacional em Saúde, realizada em 2013 com a participação de mais de 60.000 indivíduos adultos, constatou o consumo regular de feijão em quase 80% dos entrevistados. Sobre a ingestão de frutas e hortaliças, 37,3% conseguem manter a frequência de 5 porções ao dia e 55,8% das pessoas consomem peixe pelo menos uma vez na semana

(JAIME *et al.*, 2015). É importante destacar que na presente pesquisa, 54,2% da amostra referem-se aos indivíduos adultos e praticamente 90% consome feijão pelo menos uma vez ao dia. Em relação ao consumo de frutas, hortaliças e peixe, os resultados ficam aquém da referência nacional, com 40% consome frutas e hortaliças de uma a quatro vezes na semana e somente 11,8% consome peixe, assim como a castanha, ao menos uma vez por semana.

A prevalência da ingestão de café adoçado com açúcar é bastante significativa, 2/3 do total da amostra consome todos os dias esta bebida. A alta frequência do consumo de alimentos de alto índice glicêmico, pode levar a inflamação crônica e desencadear um risco aumentado para doenças cardiovasculares (DCV) e diabetes tipo 2 (KONTOGIANNI; ZAMPELAS; TSIGOS, 2006). Por outro lado, uma dieta pobre em hidratos de carbono demonstrou efeitos anti-inflamatórios em animais (JONASSON *et al.*, 2014). Verifica-se que tanto a qualidade quanto a quantidade de hidratos de carbono na dieta são determinantes na influência do processo inflamatório (KONTOGIANNI; ZAMPELAS; TSIGOS, 2006).

O processo de envelhecimento é acelerado pela má nutrição e pelos danos celulares (LUÍS, 2010). Os fatores ambientais têm o poder de prorrogar este transcurso e possibilitar maior longevidade, dentre os quais a dieta saudável com o adequado consumo de água e nutrientes (WHO, 2003), os benefícios biológicos, sociais e psicológicos proporcionados pela execução de atividade física e não fazer uso do fumo (BRASIL, 2007).

Vários fatores podem afetar a alimentação da população idosa, os recursos financeiros insuficientes, custo alto de plano de saúde e medicamentos, o isolamento familiar e social, e o ânimo deste idoso para ingerir os alimentos. Desta forma, a qualidade e a quantidade dos alimentos podem ser comprometidos, resultando em maior consumo de alimentos ultra-processados, como doces e massas e fáceis de preparar, como chás e biscoitos (FAZZIO, 2012; CAMPOS; MONTEIRO; ORNELAS, 2000).

Observa-se não somente nesta pesquisa, que a desnutrição é uma complicação comum entre os idosos, mas, por outro lado, a obesidade é um problema que tem enorme relevância quando se analisa o quadro da nutrição no Brasil, podendo ser confirmado pelos trabalhos de Abreu (2003); Da Cruz e colaboradores (2004); Bassler e Lei (2008); Silveira, Kac e Barbosa (2009).

A interferência dos alimentos ultraprocessados influenciando a adequação da dieta, acarretou na elaboração pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de recomendações para o consumo de macronutrientes, fibra, gordura trans, potássio e sódio (WHO, 2003; WHO, 2013). Ainda para contribuir com a conscientização no processo de educação alimentar e nutricional da sociedade, foi aprimorado o Guia Alimentar para a População Brasileira que recomenda a restrição do consumo de alimentos muito energéticos, retomar e reconhecer o valor da alimentação brasileira tradicional, baseada em preparações combinadas de arroz

e feijões, frutas, verduras e legumes (BRASIL, 2014).

De acordo com Relatório Mundial da Saúde, a ingestão reduzida de frutas, hortaliças e legumes estão entre os 10 principais fatores de risco que favorecem para mortalidade mundial. Avalia-se que até 2,7 milhões de vidas poderiam ser salvas por ano mundialmente, caso o consumo destas fosse adequado (GOMES, 2007).

No estudo de Borges e colaboradores (2015) foi comprovado a impossibilidade da classe social menos favorecida da população manter um plano alimentar adequado seguindo propostas nacionais. Para modificar essa situação e promover a alimentação saudável, algumas possibilidades são destacadas: a importância de se ter uma política de redução de preços dos alimentos considerados mais saudáveis e empregar impostos mais rigorosos sobre os alimentos com baixa qualidade nutricional. Da mesma forma é necessário que se utilizem políticas como: incentivo à produção de alimentos locais ou regionais; educação alimentar, para a reorientação dos gastos com alimentos, que atualmente estão direcionados para a compra de alimentos pouco saudáveis; e uma melhor distribuição de renda, de forma a melhorar o poder aquisitivo da população.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo apontam para a necessidade de importantes mudanças no padrão alimentar dos adolescentes e crianças, assim como educação nutricional permanente nas escolas, devendo ser abrangente aos familiares, para que os indivíduos possam atingir uma longevidade saudável. É importante que sejam feitos outros estudos para acompanhar o desenvolvimento da população, através da conscientização da qualidade alimentar e a aplicação de políticas públicas em saúde.

REFERÊNCIAS

ABREU, W. C. Aspectos socioeconômicos, de saúde e nutrição, com ênfase no consumo alimentar, de idosos atendidos pelo Programa Municipal da Terceira Idade (PMTI), de Viçosa – MG. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

BASSLER, T. C.; LEI, D. L. M. Diagnóstico e monitoramento da situação nutricional da população idosa em município da região metropolitana de Curitiba (PR). Rev. Nutr. Campinas, v. 21, n. 3, p. 311-321, June 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732008000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732008000300006>.

BIRCH, L. L. Development of food acceptance patterns in the first years of life. Proc Nutr Soc 1998; 57:617-24.

BORGES, C. A.; CLARO, R., M., MARTINS, A. P. B.; VILLAR, B. S. Quanto custa para as famílias de baixa renda obterem uma dieta saudável no Brasil? Caderno Saúde Pública, 31 (1), jan 2015.

<https://doi.org/10.1590/0102-311x00005114>.

BORGES, G. R.; MENDES, R. C. D.; MOREIRA, D. O. S. Estado nutricional de pré-escolares de escolas públicas e particulares de Dourados/MS. *Interbio*, 2013; 7(2):67-78.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 192 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica; n. 19).

__. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica, Secretaria de Atenção à Saúde, Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2ª edição. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.

__. Ministério da Saúde. PNAN Política Nacional da Alimentação e Nutrição. 2013. Disponível em: <http://bvmsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf> Acesso em: Maio 2018.

__. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 - Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro; 2011.

CALDEIRA, K. M.; SOUZA, J. M. P.; SOUZA, S. B. Excesso de peso e sua relação com a duração do aleitamento materno em pré-escolares. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2015.

CAMPOS, M. A. G.; PEDROSO, E. R. P.; LAMOUNIER, J. A.; COLOSIMO, E. A.; ABRANTES, M. M. Estado nutricional e fatores associados em Idosos. *Rev Assoc Med Bras* 2006; 52(4): 214-21.

CAMPOS, M. T. F. S.; MONTEIRO, J. B. R.; ORNELAS, A. P. R. C. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso. *Rev. Nutr., Campinas*, 13(3): 157-165, set./dez., 2000.

CARVALHO, E. V; COSTA, V. V. L; ARAÚJO, M. S; MARTENS, I. B. G; SÁ, N. N. B; SILVA, R. A. Correlação entre o estado nutricional e o risco coronariano de adultos atendidos em uma ação educativa em Belém Pará. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, São Paulo. v.10. n.55. p.40-49. 2016.

DA COSTA LOUZADA, M. L.; BORTOLETTO MARTINS, A. P.; SILVA CANELLA, D.; GALASTRI BARALDI, L.; BERTAZZI LEVY, R.; MOREIRA CLARO, R.; MOUBARAC, J.; CANNON, G.; MONTEIRO, C. A. Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil. *Revista de Saúde Pública* [Internet]. 2015; 1-11.

DA CRUZ, I. B. M.; ALMEIDA, M. S. C.; SCHWANKE, C. H. A.; MORIGUGHI, E. H. Prevalência de obesidade em idosos longevos e sua associação com fatores de risco e morbidades cardiovasculares. *Rev. Assoc. Med. Bras* 2004; 50(2):172-7.

DALLAZEN, C. . Introdução de alimentos não recomendados no primeiro ano de vida e fatores associados em crianças de baixo nível socioeconômico. *Cad. Saúde Pública* 34 (2) Fev 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00202816>>. Acesso em fev. 2019.

FAZZIO, D. M. G. Envelhecimento e Qualidade de Vida – Uma Abordagem Nutricional e Alimentar. *Revisa*. 2012; 1(1): 76-88 – Jan/Jun 2012 ISSN: 2179-0981.

FELICE, M. M.; SAMPAIO, I. P. C.; FISBERG, M. Análise do Lanche Escolar consumido por Adolescentes. *Saúde em Revista* 2007; 9(22): 7-14.

FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. Rev. Assoc. Med. Bras. São Paulo, v. 43, n. 1, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42301997000100014-&lng=en&nrm=iso>.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico: Brasil, 2010. Rio de Janeiro: IBGE. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/teofilo-otoni/panorama>>. Acesso em Maio 2018.

GAMMOH, N. Z.; RINK, L. Zinc in Infection and Inflammation. Nutrients 2017, 9(6), 624; DOI: 10.3390/nu9060624.

GIGANTE, D. P.; DIAS-DA-COSTA, J. S.; OLINTO, M. T. A.; MENEZES, A. M. B.; MACEDO, S. Obesidade da população adulta de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil e associação com nível sócio-econômico. Cad Saúde Pública 2006; 22:1873-9.

GOMES, F. S. Frutas, legumes e verduras: recomendações técnicas versus constructos sociais. Rev. Nutr., v. 20, n. 6, p. 669-680, 2007.

GOTTLIEB, M. G. V.; SCHWANKE, C. H. A.; GOMES, I.; CRUZ, I. B. M. Envelhecimento e Longevidade no Rio Grande do Sul: um perfil histórico, étnico e de morbi-mortalidade dos idosos. Rev. Bras. Geriatria Gerontologia, Rio de Janeiro, 2011; 14(2):365-380.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento. Brasília: IPEA; 2010.

JAIME, P. C. et al. Prevalência e distribuição sociodemográfica de marcadores de alimentação saudável, Pesquisa Nacional de Saúde, Brasil 2013. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 24, n. 2, p. 267-276, jun. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222015000200267&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em Maio 2018. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742015000200009>.

JONASSON, L.; GULDBRAND, H.; LUNDBERG, A. K.; NYSTROM, F. H. Advice to follow a low-carbohydrate diet has a favourable impact on low-grade inflammation in type 2 diabetes compared with advice to follow a low-fat diet. Ann Med [Internet]. 2014; 46(3):182–7. Available from: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4025600&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>>.

KONTOGIANNI, M. D.; ZAMPELAS, A.; TSIGOS, C. Nutrition and inflammatory load. Annals of the New York Academy of Sciences [Internet]. 2006 [cited 2014 Sep 13]. p. 214–38. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17148742>.

LEÃO, M. O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional / organizadora, Marília Leão. – Brasília: ABRANDH, 2013.

LESOURD, B. Nutritional factors and immunological ageing. Proceedings of the Nutrition Society (2006), 65, 319–325. DOI:10.1079/PNS2006507.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. Epidemiol Saúde, 2003; 12(4):189-201.

LIPSCHITZ, D. A. Screening for nutritional status in the elderly. Primary Care. 1994; 21(1):55-67.

LUÍS, C. I. F. F. Influência da Nutrição no Envelhecimento: A Caminho da Longevidade. Monografia: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação. Universidade do Porto. 2010.

MAGALHÃES, I. C. R. A ação dos radicais livres no organismo humano e suas consequências. 2007. Disponível em: <http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/variedades/radicais_ivia.htm>

MELLO, E. D. O que significa a avaliação do estado nutricional. *Jornal de Pediatria*, vol. 78, n. 5. 2002.

MENÊSES, L. E. do N. et al. Consumo alimentar e estado nutricional de crianças em uma escola privada de Palmas, Tocantins. *Revista Desafios*, v. 04, n. 03, 2017. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3223/9964>>. Acesso em fev. 2019.

MESSIAS, C. M. B. O.; SOUZA, H. M. S.; REIS, I. R. M. S. Consumo de alimentos ultraprocessados e corantes alimentares por adolescentes de uma escola pública. *Revista Adolescência e Saúde*, v. 13, n. 4, p. 7-14, 2016.

MOCHEGANI, E.; MUZZIOLI, M.; GIACCONI, R. Zinc and immunoresistance to infection in aging: new biological tools. *Trends Pharmacol Sci*. 2000; 21(6):205-8.

MODESTO, S. P.; DEVINCENZI, M. U.; SIGULEM, D. M. Práticas alimentares e estado nutricional de crianças no segundo semestre de vida atendidas na rede pública de saúde. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 20, n. 4, p. 405-415, ago. 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732007000400008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732007000400008>.

NOVAES, M. R. C. G.; ITO, M. K.; ARRUDA, S. F.; RODRIGUES, P.; LISBOA, A. Q. Suplementação de micronutrientes na senescência: implicações nos mecanismos imunológicos. *Rev. Nutr.*, Campinas, 18(3):367-376, maio/jun., 2005.

OLIVEIRA, J. S. et al. Estado nutricional e insegurança alimentar de adolescentes e adultos em duas localidades de baixo índice de desenvolvimento humano. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 22, n. 4, p. 453-465, ago. 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732009000400002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732009000400002>.

PELEGRINI, A.; SILVA, D. A. S.; PETROSKI, E. L.; GLANER, M. F. Estado nutricional e fatores associados em escolares domiciliados na área rural e urbana. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 23, n. 5, p. 839-846, out. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732010000500014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732010000500014>

PEREIRA, I. F. da S.; SPYRIDES, M. H. C.; ANDRADE, L. de M. B. Estado nutricional de idosos no Brasil: uma abordagem multinível. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 5, e00178814, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2016000500709&lng=en&nrm=iso>. Acesso em Jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00178814>.

PINHEIRO, A. B. V. P.; LACERDA, E. M. A.; BENZECRY, E. H. et al. Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. 75p.

PINHEIRO, M. de M. et al. Prevalência do excesso de peso e fatores associados em mulheres em idade reprodutiva no Nordeste do Brasil. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 29, n. 5, p. 679-689, out. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732016000500679&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em Jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-98652016000500006>.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 5. Ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2016.

POPKIN, B. M. The nutrition transition in low-income countries: an emerging crisis. *Nutr Rev* 1994; 52:285-98.

RAJILIC-STOJANOVIC, M.; HEILIG, H. G. H. J.; MOLENAAR, D.; KAJANDER, K.; SURAKKA, A.; SMIDT, H.; DE VOS, W. M. Development and application of the human intestinal tract chip, a phylogenetic microarray: analysis of universally conserved phylotypes in the abundant microbiota of young and elderly adults. *Environ Microbiol.* 2009; 11(7):1736–51 apud SILVEIRA-NUNES, G.; SPEZIALI, E.; TEIXEIRA-CARVALHO, A.; VTELLI-AVELAR, D. M.; FARIA, A. M. C. et al. Lifewide profile of cytokine production by innate and adaptive immune cells from Brazilian individuals. *Immunity & Ageing: I e A.* 2017;14:2. doi:10.1186/s12979-017-0084-5.

RAVAGLIA, G.; FORTI, P.; MIOLI, F.; BASTAGLI, L.; FACCHINI, A.; SAVARINO, L. et al. Effect of micronutrient status on natural killer cell immune function in healthy free-living subjects aged ≥ 90 y. *Am J Clin Nutr.*, 2000; 71(2):590-8.

SANTOS, C.; FONSECA, J. Zinco: fisiopatologia, clínica e nutrição. Vol. VI – N.º 1 – Julho 2012. ISSN: 1646-7183.

SILVEIRA, E.A.; KAC, G.; BARBOSA, L. S. Prevalência e fatores associados à obesidade em idosos residentes em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil: classificação da obesidade segundo dois pontos de corte do índice de massa corporal. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro. 2009; 25(7):1569-1577.

SOUZA, R.; FRAGA, J. S.; GOTTSCHALL, C. B. A.; BUSNELLO, F. M.; RABITO, E. I. Avaliação antropométrica em idosos: estimativas de peso e altura e concordância entre classificações de IMC. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.*, Rio de Janeiro, 2013; 16(1):81-90.

STEIL, W. F.; POLL, F. A. Estado nutricional, práticas e conhecimentos alimentares de escolares. *Cinergis*, v.18, n.3, p.226-232, 2017. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/cinergis/article/view/9385/6103>>. Acesso em fev. 2019.

TOLONI, M. H. A.; LONGO-SILVA, G.; TADDEI, J. A. A. C. Introdução de alimentos industrializados e de alimentos de uso tradicional na dieta de crianças de creches públicas no município de São Paulo. *Revista de Nutrição de Campinas*, volume 24, Fev. 2011.

TRICHES, R. M.; GIUGLIANI, E. R. J. Obesidade, práticas alimentares e conhecimentos de nutrição em escolares. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 39, n. 4, 2005.

VITOLLO, M. R. Nutrição da gestação ao envelhecimento. Rio de Janeiro: ED. Rubio, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995. (Technical Report Series, 854).

__. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva; 2003. (WHO Technical Report Series, 916).

__. WHO issues new guidance on dietary salt and potassium. Geneva; 2013.

“

Contaminação e adulteração de açai

| Caroline Machado da **Costa**

| UFAM

| Klenicy Kazumy de Lima **Yamaguchi**

| UFAM

RESUMO

O açaí é uma fruta amazônica com ampla utilização industrial e comercializada no mercado nacional e internacional. No entanto, pesquisas vêm demonstrando que há riscos de adulteração e contaminação que podem comprometer a qualidade do produto beneficiado. O objetivo deste trabalho é apresentar os dados bibliográficos sobre as contaminações e adulterações de açaí, a legislação vigente e as consequências descritas na literatura científica. A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Scielo*, *Google Acadêmico*, *Science Direct* e *ResearchGate*. Verificou-se que os dados sobre a contaminação de açaí relacionam-se a *Tripanossoma cruzi* e a coliformes, e que as adulterações ocorrem utilizando amiláceos, principalmente na época da entressafra, como forma de valorizar o produto comercializado. Verifica-se que há poucas informações sobre os contaminantes e a adulteração, estimulando pesquisas nessa área como forma de garantir a qualidade dessa matéria prima que garante a sobrevivência dos moradores amazônicos.

Palavras-chave: *Euterpe*; Contaminação; Amazônia.

INTRODUÇÃO

Nas prateleiras dos supermercados e lojas de conveniência dos países europeus e orientais está cada vez mais comum encontrarmos na seção de produtos importados uma embalagem roxa listando os benefícios do produto amazônico que está invadindo o mercado internacional. Seja por meio de sucos, preparados energéticos ou sorvetes, os produtos alimentícios do açaí estão rompendo as barreiras nacionais e tomando proporções que fazem com que esse fruto seja considerado uma celebridade brasileira.

O açaí é um fruto encontrado na região amazônica e consumido no mercado nacional e internacional devido ao seu sabor e suas propriedades nutricionais. Trata-se de um alimento calórico, rico em lipídeos, antocianinas e propriedades farmacológicas (MENEZES; TORRES; SRUR, 2008; GOMES, 2011; YUYAMA et al., 2013).

O Pará e Amazonas são os principais estados produtores, responsáveis por 90% da produção nacional de açaí, e desse montante 10% é exportado para os Estados Unidos e Japão. Segundo dados de exportação, houve um crescimento anual de 50% no período de 2012 a 2014, e a maior parte desse percentual refere-se à polpa e/ou suco de açaí (SEBRAE, 2015ab).

Do açaí *in natura* é elaborado uma bebida não alcoólica denominada popularmente como “vinho de açaí”. Na região Norte do Brasil, a polpa pode ser consumida como prato principal acompanhado de peixe ou algum tipo de carne seca, ou também como sobremesa, servida na tigela e adicionada de farinha de mandioca e/ou de tapioca (figura 1) (SALES, 2014).

Figura 1. Polpa de açaí e seus acompanhamentos opcionais farinha de mandioca ou de tapioca e camarão no Norte do Brasil.



Fonte: Rosa, Ronaldo. Embrapa da Amazônia Oriental. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/3115001/acai-composicao-com-varios-acompanhamentos-tipicos-do-para>. Acesso em: 15 ago. 2020

Do açazeiro podem-se aproveitar todas as partes: da palmeira pode ser obtido o palmito; da semente, obtêm-se a farinha que pode ser consumida na massa de pães, podendo também ser usada na construção civil; e do fruto a polpa, que se pode extrair a matéria prima para outros produtos como licor, geleia, doces, recheios, sorvetes e cremes, o interesse pelo açaí vem se ampliando para outros mercados que não o alimentício, como o da farmácia e o de cosméticos (CARTONILHO, 2008; RODRIGUES, 2010; YUYAMA et al., 2013; SALES, 2014; BARBOSA, 2016).

A grande demanda pela polpa do açaí tem trazido várias questões que merecem ser investigadas, em diversos aspectos, como as adulterações e contaminações das polpas comercializadas. Pois para o mercado local, o beneficiamento do açaí em polpa ocorre de forma artesanal, feito com o amolecimento do fruto em água e passado por uma peneira, ou por meio de uma máquina denominada de despulpadeira. Esse processo pode implicar em riscos de contaminação devido à falta de higiene, levando a contaminação por coliformes fecais pela manipulação, ou contaminações por vetores animais como o barbeiro (MARTINOT, 2013).

Além disso, durante a produção, algumas polpas são submetidas à adição de produtos espessantes como amiláceos a fim de deixar o açaí mais grosso e próximo do açaí classificado como especial ficando economicamente mais rentável, garantindo maior lucro para os comerciantes (PANTOJA, 2017).

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo apresentar um panorama sobre as pesquisas de adulteração e contaminantes de açaí na região Amazônica, apresentando a legislação vigente e as consequências descritas na literatura científica para o organismo humano.

PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia apresenta uma revisão integrativa com características de estudo descritivo e caráter exploratório (LAKATOS; MARCONI, 2017), buscando apresentar uma síntese sobre os resultados das pesquisas de contaminação e adulteração de açaí na região Amazônica. Para tanto, a coleta de dados para este estudo utilizou uma pesquisa nas bases de dados *Scielo*, *Google Acadêmico*, *Science Direct*, *ResearchGate* e *Redalyc*, incluindo publicações em inglês, espanhol e português.

O critério de inclusão deu-se por meio da seleção dos artigos que estavam de acordo com a proposta dessa pesquisa, utilizando como termos de busca “contaminação”, “adulteração”, “Euterpe” e “açaí”, utilizados de forma separada ou combinadas. Como limitante, utilizou-se os artigos publicados no período de 2010 a 2020.

Os dados obtidos foram tabulados, de modo a apresentá-los sob a forma de uma tabela

descritiva onde também se pôde aplicar, sobre o material coletado, uma análise qualitativa.

RESULTADOS

Açaí: variedades e ocorrências

A região Amazônica possui uma flora diversificada, e dentre as palmeiras promissoras, há o açaizeiro distribuído de forma ampla nessa região e com grande importância social, ambiental e econômica (CARTONILHO, 2008). Os açaís são espécies pertencentes ao gênero *Euterpe*, com 28 representantes nas Américas Central e Sul (GALOTTA; BOAVENTURA, 2005). Verifica-se que há três espécies popularmente conhecida *Euterpe edulis*, *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, sendo apenas as duas últimas utilizadas comercialmente (AMOEDO, 2006).

Euterpe oleraceae é denominada como açaí-touceira ou açaí do Pará, ocorre na área oriental da região Amazônica, no Estado do Pará, por isso recebe essa denominação. Também pode ser encontrada no Amapá, adaptando-se as regiões de várzea. No Pará, o açaí (*Euterpe oleracea* Mart) ocorre em todo o ano, no entanto seu período de safra ocorre de julho a dezembro (YUYAMA *et al.*, 2013).

Já na região da Amazônia ocidental, há a predominância da *Euterpe precatoria*, também denominada como açaí-da-mata, cuja prevalência encontra-se no Estado do Amazonas. Apesar de ser menos conhecida, passou a ser mais visada após pesquisas de Pacheco-Palencia; Duncan; Talcott (2009) comparando os teores antioxidantes das duas espécies, implicando numa maior exploração extrativista do fruto pelos agricultores familiares e pela agroindústria (CARTONILHO, 2008).

A *E. precatoria* possui uma palmeira de apenas um caule, sem espinho e seu comprimento pode variar de 20 a 35 m e diâmetro médio de 10 a 15 cm. Sua principal característica é que não possui perfilhos, sendo também conhecido como açaí-solitário. O início da frutificação ocorre a partir do sexto ano, com duração anual de cinco a seis meses, pode produzir até 15 kg de frutos por cachos, e em média oito cachos por ano (SILVA; SOUZA; BERNI, 2005).

Segundo dados do IBGE (2014) foram produzidos cerca de 200 mil toneladas de açaí, das quais aproximadamente 50% da produção couberam ao Estado do Pará, 33,6% ao Amazonas, e o restante ao Maranhão, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. É um dos principais frutos de produção do extrativismo vegetal não madeireiro, perde apenas para a castanha-do-Brasil (BARBOSA, 2016). Em 2018 o açaí de destacou dentre os produtos do extrativismo não madeireiro, apresentando uma participação de 46,3%, bem superior

aos valores dos demais produtos alimentícios como erva-mate (36,7%), castanha-do-Pará (10,2%), pinhão (1,9%), pequi (1,4%), e outros (3,4%) (IBGE, 2018).

A cadeia para a produção de polpa de açaí artesanal é composta por vários envolvidos dentre eles o extrativista, produtor, intermediário, indústria de beneficiamento, batedor artesanal (TAVARES; HOMMA, 2015). A relação de batedores artesanais e consumidores locais vai além da oferta e aquisição desse produto, ela é constituída a longo de anos, ocorrendo a fidelização do mercado local estabelecida por meio de confiança (GONÇALVES, 2017). É esse mercado consumidor local constituído pelos consumidores locais e de baixa renda que costumam consumir diariamente a polpa de açaí como prato principal e seus acompanhamentos (NASCIMENTO, 2000).

Composição e propriedades do fruto

Apesar de ocorrer variação devido aos índices pluviométricos, a composição do açaí é de 83% de semente e os 17% restantes são de polpa e casca (MARTINOT, 2013). O açaí é fonte de energia, de fibra alimentar, minerais, antocianinas e ácidos graxos, mas não é um fruto biodisponível em ferro (YUYAMA et al., 2013).

Estudos têm demonstrado diversas propriedades nos frutos de açaí das espécies *E. precatoria* e *E. oleracea*. Em 2012 foi obtido um novo flavanóide no açaí (*E. oleracea*), a velutina, com forte poder anti-inflamatório (XIE et al., 2012). O extrato de açaí (*E. precatoria*) por ser rico em antocianina demonstrou efeitos de atividade neuroprotetora (PEIXOTO et al., 2016). Foi encontrada atividade seletiva do açaí *E. olearea* sobre *Leishmania (Leishmania) amazonensis* e *Leishmania infantum* protozoários que causam a doença leishmaniose cutânea e visceral, respectivamente, doenças que possuem alta incidência em país em desenvolvimento como o Brasil, cujos tratamentos são poucos, de alto custo e apresentam toxicidade (SILVA et al., 2018).

Como o açaí é um alimento muito perecível, têm-se buscado técnicas que façam que sua durabilidade seja maior, mas sem alterar suas propriedades organolépticas e nutricionais. Menezes; Torres; Srur (2008) analisaram o açaí *E. oleracea* do tipo grosso liofilizado obtendo um produto calórico em cada 100g foi obtido 489,39 kcal, possuindo elevado teor de lipídios de 52,70%, carboidrato total de 42,53% e proteína de 8,13%; e os minerais mais abundantes foram potássio com 900 mg e cálcio com 330 mg, e apenas 4,5 mg de ferro.

Legislação

A literatura sobre o controle de qualidade no Amazonas é escassa e os dados são pouco confiáveis em função da compilação, quantidade de amostras utilizadas, metodologias,

constituição genética, condições edafoclimáticas, tratos culturais e tratamento pós-colheita, o que evita uma base de dados atualizados refletindo a real composição dos alimentos (MENEZES, TORRES e SRUR, 2008).

A Instrução Normativa nº. 01 de 07 de janeiro 2000 (BRASIL, 2000) estabelece os padrões de identidade assim como as características mínimas de qualidade para polpas de frutas. Essa normativa define a polpa de açaí como aquele produto que é extraído da parte comestível do açaí depois de amolecido por meio de processos adequados.

Ela também classifica os tipos de polpa levando em consideração o quanto de água é adicionado ou não. Assim, a polpa de açaí refere-se ao que é extraído do fruto sem adição de água, por meio mecânico e sem filtração e pode ser submetido a processo físico de conservação. Já o açaí grosso, ou especial, também denominado de tipo A, é a polpa com adição de água e filtração, desde que possua mais de 14% de sólidos totais, possuindo uma aparência bem densa. O açaí médio, ou regular, classificado como tipo B, trata-se da polpa com adição de água, mas apresenta os sólidos totais de 11 a 14% e uma aparência densa. Há também o açaí fino ou popular, o tipo C, que é a polpa com água e ocorre a filtração, e apresenta de 8 a 11% de sólidos totais e quanto a sua aparência é menos densa (BRASIL, 2000).

Com atualização da legislação pela Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 (BRASIL, 2018) para os padrões analíticos e os de identidade e qualidade para sucos e polpas de frutas, foi levado em consideração suas novas formas de apresentação do açaí ao consumidor como açaí clarificado, desidratado sejam eles prontos para serem bebidos ou após serem reconstituídos. Sendo que para o açaí desidratado fica permitido a adição de maltodextrina e/ou maltodextrina modificada. Devendo a polpa de açaí ter o teor mínimo de sólidos totais de 8%, valor semelhante ao classificado anteriormente como tipo C (BRASIL, 2000), mas aceitando valores iguais ou menores a 2 % de sólidos totais para os açaís clarificados, desde que preservadas suas características de cor, aroma, sabor e sem comprometer a quantidade mínima de compostos fenólicos e antocianinas.

No Estado do Pará desde 2012 foi decretado e estabelecido os requisitos higiênicos sanitários para a manipulação dos frutos de açaí e bacaba a fim de reduzir doenças transmitidas por alimentos (DTA) e garantir a oferta de um produto seguro (PARÁ, 2012).

Adultrações em polpas de açaí

A autenticidade dos alimentos é um problema mundial, sendo também proporcional a importância de perceber a inserção desses produtos adulterados e/ou de qualidade inferior disponibilizados no mercado que trazem consequências para a economia e também a saúde pública (VELOSO et al., 2001).

O ato de alterar, adulterar ou falsificar um alimento visando lucro ilícito é caracterizado

como fraude. A alteração do alimento pode ocorrer em virtude de modificações enzimáticas o que modifica as características iniciais do produto, isso pode ocorrer em razão de problemas durante alguma etapa de processamento indicando negligência ou não conformidade com as boas práticas. As adulterações podem ser de várias formas como na adição de substâncias não permitidas no produto alimentício (EVANGELISTA, 1989 apud FORCHETTI, 2017).

No caso do açaí, a legislação brasileira atual (BRASIL, 2018) instrui que a polpa de açaí deve possuir os seguintes padrões de identidade e qualidade para cada 100g deve ter o pH mínimo de 4 e máximo de 6,2; acidez total de no máximo 3,2; açúcares totais de no máximo 6; mínimo de 7 para proteína, e para amostras de matéria seca mínimo de 1,80 para polifenóis e mínimo de 0,44 para antocianinas. Esses valores variam para açaí clarificado e o desidratado, apenas a este último permitido o uso do aditivo maltodextrina e/ou maltodextrina modificada. Fica proibido a adição de corantes a polpa de açaí, se restringindo apenas a presença daqueles naturais do fruto.

Para o mercado consumidor local de polpa de açaí houve comprometimento para aquisição desse produto, isso porque houve encarecimento e tem sido oferecido com qualidade inferior (SANTANA; COSTA, 2010).

Diante dessa situação, alguns batedores de açaí recorrem a recursos de adulteração da polpa de açaí e que apesar de constantes ações da vigilância sanitária essas fraudes são recorrentes no mercado informal (GONÇALVEZ, 2017).

O noticiário tem registrado diversos casos de adulteração de polpas de açaí como adição de corante para mascarar a cor (MESQUITA, 2018); de papel higiênico (G1 PARÁ, 2014), liga neutra (O LIBERAL, 2014), farinha de tapioca, trigo, acetona, liga neutra e corantes (BOM DIA PA, 2014).

Quando ocorre a adulteração de alimentos ela pode ser identificada de duas formas, com análise quantitativa quando já se sabe qual é a substância adicionada para adulterar; caso contrário, usa-se a análise qualitativa para saber se houve ou não adulteração no alimento (CALLAO; RUISÁNCHEZ, 2018).

Quando o açaí é adulterado com trigo ou fécula de mandioca nas concentrações a 10% de adulterante não possui alteração na cor ou sabor na polpa de açaí (MARINHO; ARAÚJO; GOMES, 2017; MARINHO, GOMES, 2017). E o amido é uma matéria-prima barata e abundante para alimentação pois é fonte de reserva de energia nos vegetais, sementes e tubérculos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Foram detectadas adulteração em amostras de polpa de açaí *in natura* adulteradas previamente em laboratório com farinha de trigo e fécula de mandioca a 10% utilizando a técnica de espectroscopia de infravermelho (ATR-FTIR) quando associada a análise discriminante linear (LDA) e a seleção de variáveis de Algoritmo Colônia de Formigas (AOC)

(MARINHO; ARAÚJO; GOMES, 2017; MARINHO; GOMES, 2017).

Lobato et al., 2018 por meio da espectroscopia no infravermelho identificaram os seguintes adulterantes amido de milho, fécula de mandioca, polpa de beterraba, suco de uva, amido de mandioca e maltodextrina nas concentrações e 1, 5, 10, 25 e 50% em base úmida em polpas de açaí liofilizados adulteradas em laboratório, sugerindo ser uma técnica rápida para a identificação de adulteração.

Pantoja (2017) adaptou a técnica contida Instrução Normativa n. 68 (BRASIL, 2006) para identificação de adulteração de leite por amiláceos empregando solução de iodo para caracterizar adulteração em polpas de açaí *in natura*, pasteurizadas e congelas, previamente adulteradas com amiláceos em laboratório nas concentrações de 1 a 7,5%, evidenciando um método possível de oferecer ser uma solução rápida, eficaz no combate a comercialização de polpas de açaí adulteradas com esses amiláceos.

Contaminação de açaí

A contaminação de alimentos é comumente relacionada à incidência de doenças e pode ocasionar sérios danos ao organismo infectado (DTA). Ela pode ser iniciada na produção da matéria-prima, manipulação e contaminação pela má higiene do equipamento, até as etapas de armazenamento, acondicionamento e distribuição por meio da exposição direta ao ambiente (FAO; OMS, 2001).

Nos últimos anos, houve um aumento considerável no número de casos da doença de Chagas no Brasil, e segundo Passos et al (2012), as microepidemias relacionadas a essa patologia podem ter relação direta com a veiculação do *T. cruzi* na polpa de açaí. A hipótese é que nesses surtos, a contaminação ocorra pela presença fezes de triatomíneo infectado (*Triatoma infestans*), ou pela presença do inseto triturado (CARVALHO et al., 2018). Almeida e Santos (2020) ressaltam que o alimento contaminado, mesmo após refrigeração ou congelamento, apresenta parasitos viáveis para causar a infecção, sendo diretamente relacionados a problemas técnicos e ausência ou limitação higiênico-sanitários durante o processamento (CARVALHO et al., 2018; PASSOS et al., 2012; COHEN et al., 2012).

Além disso, desde a colheita até o beneficiamento há amplas possibilidades de inserção de cargas microbianas. Durante a colheita, o cacho é comumente depositado no solo, deixando-o suscetível à contaminação por sujidades e micro-organismos. Em seguida, a remoção dos frutos dos cachos ocorre de forma manual, e posteriormente o transporte é realizado em paneiros de palha ou sacos de fibra. Para Cohen et al. (2012), o fato do transporte ocorrer por meio fluvial concomitante a outros produtos, como pescados e animais silvestres, propicia a contaminação cruzada.

Mello e Resende (2018) consideram que as condições higiênico-sanitárias insatisfa-

tórias, referentes tanto ao ambiente de manipulação quanto aos utensílios empregados e higiene pessoal, provocam a alta propagação microbiológica desse fruto.

Segundo o Ministério da Saúde, surtos de doenças de Chagas relacionados à ingestão de alimentos contaminados, vêm ocorrendo especialmente na Amazônia Legal, com mais de 90% dos casos. Na revisão realizada por Santos et al. (2018), os autores evidenciaram que de 2002 a 2016, houve registro de 2.030 casos confirmados de contaminação de Doença de Chagas em 81 municípios do estado do Pará, chegando a média de 135 casos confirmados por ano. Dos municípios acometidos, destaca-se Belém, com 341 casos, Abaetetuba com 311 e Barcarena, com 142.

Nos municípios de Coari e Lábrea no Amazonas foram diagnosticados contaminação de açaí pelo *Trypanosoma cruzi*, estando correlacionado com a presença dos insetos triatomíneos durante o processamento e preparação do produto (PASSOS et al., 2012).

A fiscalização sobre o controle de qualidade do açaí é insuficiente comparada a alta demanda que este fruto possui e os dados disponíveis na literatura apresentam limitações em função da compilação, quantidade de amostras utilizadas, metodologias, condições edafoclimáticas, tratos culturais e tratamento pós-colheita, o que evita uma base de dados atualizados refletindo a necessidade da implantação de políticas públicas para subsidiar essa demanda (COSTA et al. 2020)

Os resultados das pesquisas podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da pesquisa sobre adulteração e contaminação de polpas de açaí

Espécie	Local	Contaminação / adulteração	Fonte
<i>Euterpe sp</i>	Ribeirão Preto (São Paulo)	Sujidades: fragmentos de insetos, ácaros, cristais de areia e pelo humano e de roedor	Fregonesi et al., 2010.
<i>Euterpe oleracea</i>	Ariquemes (Rondônia)	Aeróbicos mesófilos, coliformes totais e termotolerantes	Lima, 2011
<i>Euterpe precatoria</i>	Rio Branco (Acre)	Coliformes totais e termotolerantes a 45 °C, bolores e leveduras	Oliveira et al., 2011
<i>Euterpe oleraceae</i>	Belém (Pará)	<i>Salmonella</i> , coliformes fecais, <i>Escherichia coli</i> e fungos filamentosos e leveduras.	Cohen et al., 2011
<i>Euterpe oleracea</i>	Pouso Alegre (Minas Gerais)	Bolores e leveduras, bactérias mesófilas, coliformes totais e termotolerantes e <i>E. coli</i> .	Faria; Oliveira; Costa, 2012
<i>Euterpe sp</i>	Santa Izabel do Rio Negro (Amazonas)	<i>Tripanossoma cruzi</i>	Souza-Lima et al., 2013
<i>Euterpe sp</i>	São Paulo (São Paulo)	Bactérias: <i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Serratia sp.</i> e <i>Escherichia coli</i>	Santos et al., 2016
<i>Euterpe sp</i>	Marabá (Pará)	Amostras adulteradas em laboratório com farinha de trigo e fécula de mandioca	Marinho; Araújo; Gomes, 2017;

<i>Euterpe sp</i>	Ji-Paraná (Rondônia)	Coliformes totais e Mesófilos.	Barcelos et al., 2017
<i>Euterpe oleracea</i>	Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)	Bolores e leveduras	Cayres et al., 2017
<i>Euterpe oleracea</i>	Pará	Amostras adulteradas em laboratório com produtos amiláceos	Pantoja (2017)
<i>Euterpe oleracea</i>	Abaetetuba e Igarapé-Miri (Pará)	Amostras adulteradas em laboratório amido de milho, polpa de beterraba, suco de uva, amido de mandioca e maltodextrina	Lobato et al., 2018
<i>Euterpe oleracea</i>	Aracaju (Sergipe)	Fungos	Almico et al., 2018
<i>Euterpe sp</i>	Macapá (Amapá)	<i>Escherichia coli</i> , fungos filamentosos e leveduras	Jesus et al., 2018
<i>Euterpe sp</i>	Presidente Prudente (São Paulo)	Coliformes totais	Silva et al., 2018
<i>Euterpe oleracea</i>	Porto Velho (Rondônia)	Coliformes totais e termotolerantes	Souza; Gomes; Moura, 2019
<i>Euterpe sp</i>	São Luiz (Maranhão)	Coliformes termossensíveis, bolores e leveduras; e <i>Escherichia coli</i>	Silva; Ferreira; Lacerda, 2017
<i>Euterpe sp</i>	Manaus (Amazonas)	Coliformes totais	Costa et al. 2020

A contaminação por coliformes totais e termo tolerantes ou fecais também vem sendo reportadas para as polpas e/ou frutos, estando também associada à manipulação inadequada ou a contaminação dos equipamentos utilizados para o preparo. O grupo dos coliformes totais inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, aeróbicas ou anaeróbicas (SOUZA; GOMES; MOURA, 2019).

No entanto, não se pode generalizar que essas contaminações acometem todas as polpas comercializadas. A ausência de contaminantes é descrita por Andrade et al (2020), onde houve a ausência de *Salmonella spp.* e de coliformes totais e termotolerantes em todas amostras de polpas de açaí investigadas, estando de acordo com os padrões preconizados pela RDC n° 12/2001 sendo consideradas adequadas para o consumo humano.

Prevenção

A sociedade espera o direito de estar consumindo alimentos que sejam seguros e adequados, além disso, as DTA e por deterioração dos alimentos podem ser desagradáveis ou mesmo fatais. A presença de surtos devido a DTA alimentos pode implicar em consequências no comércio e turismo, perda de dinheiro, desemprego e até litígios (FAO; OMS, 2001).

As medidas de prevenção a DTA é o controle eficaz da higiene e compete a todos da cadeia de produção, agricultores, fabricantes, processadores, manipuladores de alimentos e também os consumidores, a responsabilidade para que o alimento seja seguro e adequado. O *Codex Alimentarium* recomenda que as ações sejam baseadas na elaboração do Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), isso porque esse sistema visa identificar os pontos críticos e a tomada de decisão a ser feita para corrigir ou diminuir

a probabilidade do risco ocorrer (FAO; OMS, 2001).

Com relação ao açaí, apenas congelamento a -20°C por 26 horas em polpa de açaí contaminada não é implica ter um alimento seguro porque não é garantia de inativação ou morte dos tripomastigotas, além disso, são também resistentes a variações de pH, sua inativação pode ocorrer quando expostos a temperaturas muito baixas, o que representa risco aos consumidores, por isso a necessidade de buscar métodos que sejam viáveis e acessíveis na produção para garantir uma polpa de açaí adequada e segura (DALLAPRIA et al., 2018).

Os tratamentos térmicos como a pasteurização tem demonstrado eficácia na redução de micro-organismos patogênicos para níveis aceitáveis na legislação brasileira (ETO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011). Dentre as Boas Práticas de Fabricação no processamento artesanal de polpa de açaí a Embrapa Amapá recomenda as seguintes etapas de peneiração/ catação, sanitização, seguido de choque térmico (80 a 90°C) para prevenir e controlar micro-organismos patogênicos como a presença de *T. cruzi*, *Salmonella ssp.* e *Escherichia coli*, esses procedimentos garantem uma polpa de açaí artesanal segura ao consumidor (BEZERRA, 2018).

Carneiro e Souza (2019) também destacam as ações educativas isso porque apesar de possuírem conhecimento básico sobre a doença de chagas, 91% da população ribeirinha investigada de uma comunidade do município de Abaetetuba (Pará) nunca ouviram falar sobre *T. cruzi*. Com a expansão da monocultura do açaí na região, esse desconhecimento sobre o protozoário e seu ciclo representa um risco na cadeia de produção da polpa de açaí desde a colheita, manipulação e consumo da polpa.

O conhecimento associado as boas práticas agrícolas e de fabricação podem minimizar a contaminação do açaí e seu processamento em polpa, respectivamente, garantido um produto com qualidade e seguro ao consumidor (COHEN et al., 2011). É fundamental também a ações da vigilância sanitária de forma intensiva nos estabelecimentos onde ocorre a manipulação do açaí (CARVALHO et al., 2018).

O gerenciamento de ações para a garantia de toda a cadeia produtiva até a oferta de alimentos saudáveis, seguro do ponto de visto biológico e sanitário está contido na agenda da promoção da alimentação adequada e saudável assim como na proteção a saúde. A Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) e o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) por meio de normas e do controle sanitário dos alimentos devem promover e proteger a saúde das pessoas garantindo o direito humano à alimentação. Nesse caso, o controle sanitário deve se basear na análise de risco, implementando as Boas Práticas de Agrícolas, Boas Práticas de Fabricação, Boas Práticas Nutricionais e o Sistema de Análises e Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em toda a cadeia de produção de alimentos. Além disso, as ações devem ser contínuas e compreendidas pela população (BRASIL, 2012).

No Estado do Pará foi adotado o Decreto n. 326 de 20 de janeiro de 2012 que estabelece os requisitos higiênico-sanitários para o processo de manipulação do açaí e da bacaba a fim de prevenir os surtos com DTA, diminuindo o risco sanitário, além de garantir a segurança dos alimentos, foi estabelecido a realização de um cadastramento semestral de todos os batedores de açaí e bacaba. Sendo que a fiscalização deve ser feita pela Vigilância Sanitária dos municípios, e a monitoração pela Secretaria de Saúde do Estado do Pará – SESPA (PARÁ, 2012).

Para Ferreira, Branquinho e Leite (2014) o incentivo a pesquisa gera conhecimentos que podem auxiliar tanto na compreensão da transmissão oral da doença de chagas, quanto da interpretação epidemiológica, como instrumentos para as ações de prevenção e controle, como as Boas Práticas de Higiene e Manufatura e uma relação mais próxima entre as instituição e pesquisa e os produtores de açaí.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços para cultivo, extração e beneficiamento do fruto e do crescente número de estudos referente às propriedades nutricionais e características dos frutos de *E. precatoria* e de *E. oleracea* são poucos os materiais disponíveis sobre adulteração e contaminação de polpa de açaí *in natura*, especialmente as obtidas de maneira artesanal.

A presença de adulteração e a contaminação de polpas de açaí representam erro ou negligência durante alguma etapa da cadeia de produção, além de serem ilegais, trazem como consequência fraude, risco de contaminação ocasionando DTA e complicações na saúde especialmente as do trato gastrointestinal, podendo levar a risco de morte.

Tanto a adulteração quando a contaminação em polpas de açaí podem ser evitadas desde que sejam adotadas medidas de prevenção, como a implantação do APPCC de Boas Práticas, bem como a capacitação de todos os envolvidos na cadeia de produção, inclusive o consumidor final.

A responsabilidade é de todos, compete ao meio científico pesquisar e divulgar estudos sobre a adulteração e contaminação da polpa de açaí *in natura*, bem como meios de se identificar as adulterações e contaminação por micro-organismos e evitar as DTA associadas ao seu consumo, ao governo especialmente a vigilância sanitária compete capacitar e fiscalizar os envolvidos na cadeia produtiva, e a população de adquirir produtos em locais seguros e que cumpram as boas práticas de higiene de produção e denunciar as irregularidades aos setores competentes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C.; SANTOS, A. M. da S. Doença de chagas transmitida por via oral através do consumo do açaí contaminado no norte do Brasil. Simpósio, [S.l.], n. 8, fev. 2020. ISSN 2317-5974. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/simposio/article/view/1935>. Acesso em: 14 ago. 2020.

ALMICO, J. D. et al., Avaliação da qualidade microbiológica, físico-química e química de polpas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) pasteurizadas congeladas comercializadas em Aracaju-SE. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.12, n.2, p. 156 – 168 abr – jun, 2018. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/439>. Acesso em: 21 jun. 2020.

AMOEDO, S.C. Características germinativas e crescimento inicial de duas espécies de palmeiras amazônicas: *Euterpe oleracea* mart. e *Euterpe precatoria* mart. 2006. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2006. Disponível em: http://rioterra.org.br/pt/wp-content/uploads/2011/07/monografia_semirian_rio_terra.pdf. Acesso em 09 ago. 2020

ANDRADE, J. K. da S. et al. Qualidade microbiológica de polpas de açaí comercializadas em um estado do nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.14, n. 2, p. 226 – 236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-182>. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/7634>. Acesso em: 15 jun. 2020.

ARAÚJO, A. S.; GOMES, A. A. Desenvolvimento de metodologias analíticas baseada em imagens digitais e quimiometria para detecção de adulteração em açaí. In III Seminário de Iniciação Científica da UNIFESSPA. Resumo. 2017. Disponível em: <https://sic.unifesspa.edu.br/images/SIC2017/Alisson-Silva-de-Arajo.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.

BARCELOS, I. B. et al. Qualidade Microbiológica de Polpas de Açaí Comercializadas no Município de Ji – Paraná, Rondônia. Uniciências, v. 21, n. 1, p. 21-24, 2017. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/1509/pdf_239. Acesso em: 12 ago. 2020.

BEZERRA, V. S. Açaí seguro: choque térmico nos frutos de açaí como recomendação para eliminação do agente causador da doença de Chagas. Nota técnica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Amapá Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1098169/1/CPAFAP2018N-T002Acaiseguro.pdf>. Acesso em: 13/8/2020.

BARBOSA, A. M. Compósitos poliméricos com resíduo de açaí para mitigação de efeitos térmicos como estratégias eco-alternativas em habitações na Amazônia. 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5494>. Acesso em: 20 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Dispõe sobre regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para Polpa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 54, 10 jan. 2000.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 1 de outubro de 2018. Dispõe sobre regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para Polpa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 23, out. 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política nacional de alimentação e nutrição. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012. 84 p. – (Série

B. Textos Básicos de Saúde).

BOM DIA PA. Açaí é misturado com farinha de tapioca, trigo, acetona, liga neutra e até corantes. Belém, 30 jun. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/bom-dia-para/videos/v/acai-e-misturado-com-farinha-de-tapioca-trigo-acetona-liga-neutra-e-ate-corantes/3464164/>. Acesso em: 14 ago. 2020.

CAYRES, C. A. et al. Avaliação microbiológica de polpa de açaí congelada comercializada na cidade do Rio de Janeiro. *In* II Simpósio em Ciência e Tecnologia de alimentos. Anais. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/873848/avaliacao-microbiologica-de-polpa-de-acai-congelada-comercializada-na-cidade-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 15 jul. 2020.

CALLAO, M.P.; RUISÁNCHEZ, I. An overview of multivariate qualitative methods for food fraud detection. *Food Control* 86 (2018) 283 e 293. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.034>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713517305674?via%3Dihu>. Acesso em: 17 abr. 2018.

CARNEIRO, E. do R.; SOUSA, R. L. de. Doença de chagas: fatores de risco associados ao consumo da polpa de açaí em uma comunidade rural, Abaetetuba, Pará. *Revista Biodiversidade* v. 18 n. 3, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/9413>. Acesso em: 30 jun. 2020.

CARTONILHO, M. de M. Utilização de polpa de açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) para elaboração de licor. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008. Disponível em: <http://tede.ufa.edu.br/handle/tede/3708>. Acesso em: 20 abr. 2018.

CARVALHO, G. L. B. et al. Doença e Chagas: Sua transmissão através do consumo de açaí. *Acta de Ciências e Saúde*. Vol. 1, n.1, p. 24-36, 2018. Disponível em: <https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/174/150>. Acesso em: 15 jun. 2020.

COHEN, K. de O. et al. Contaminantes microbiológicos em polpas de açaí comercializadas na cidade de Belém-PA. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 05, n. 02: p. 524-530, 2011. DOI: 10.3895/S1981-36862011000200004. ISSN: 1981-3686. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/853/754>. Acesso em: 20 abr. 2020.

COSTA, S. C. F. das C. et al., Análise da qualidade microbiológica de polpas de açaí comercializadas em cinco feiras livres da cidade de Manaus. *Brazilian Journal of Development*. vol 6, n. 7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-416>. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13324>. Acesso em: 15 abr. 2020.

DALLAPRIA, N. C. et al. Consumo de açaí e sua contaminação por *trypanosoma cruzi*. 2018. *In* Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão. Resumo. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/download/18346/9594/>. Acesso em: 16 jun. 2020.

JESUS, L. M. et al.. Avaliação microbiológica do açaí comercializado no bairro Santa Rita, Macapá-Amapá. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, vo. 1, n.2, p. 21-27, 2018. <https://doi.org/https://doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v1n2p21-27>. Disponível em: <http://arqcientificosimmes.emnuvens.com.br/abi/article/view/67> . Acesso em: 9 jun. 2020.

ETO, D. K.; et al. Qualidade microbiológica e físico-química da polpa e mix de açaí armazenada sob congelamento. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*. São Paulo, v. 69, n. 3, 2010. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v69n3/v69n3a05.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

- FAO. OMS. Codex Alimentarius. Higiene Alimentar. Textos Básicos. 2ª ed. 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/3/Y1579E/Y1579E00.htm>. Acesso em: 14 ago. 2020.
- FARIA, M.; OLIVEIRA, L. B. D.; COSTA, F. E. de C. Qualidade microbiológica de polpas de açaí congeladas. Alim Nutr., Araraquara, v. 23, n. 2, p. 243-249, abr./jun. 2012. Disponível: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/9712/2/Vig_Sanit_Debate_2_4-11.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.
- FERREIRA, R. T. B.; BRANQUINHO, M. R.; LEITE, P. C. Transmissão oral da doença de Chagas pelo consumo de açaí: um desafio para a Vigilância Sanitária. Vigilância Sanitária em Debate, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 4-11, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3395/vd.v2i4.358>. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/9712/2/Vig_Sanit_Debate_2_4-11.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.
- FORCHETTI, D. de A. P. Avaliação de adulteração em alimentos por espectroscopia de imagem na região do infravermelho próximo e tratamentos quimiométricos. 2017. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330251>. Acesso em: 7 set. 2020.
- FREGONESI, B. M. et al. Polpa de açaí congelada: características nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação da rotulagem. Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 69, n. 3, 2010. Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552010000300016&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2020.
- G1 PA. Fiscalização encontra papel higiênico mistura com açaí em Belém. Belém, 25 jun. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/06/fiscalizacao-encontra-papel-higienico-misturado-com-acai-em-belem.html>. Acesso em: 14 ago. 2019
- GALOTTA, A. L. Q. de A.; BOAVENTURA, M. A. D. Constituintes químicos da raiz e do talo da folha do açaí (*Euterpe precatoria* Mart., *Arecaceae*). Química Nova, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 610–613, Abr. 2005. DOI: 10.1590/s0100-40422005000400011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400011. Acesso em: 17 abr. 2018.
- GOMES, E. de S. Estratégias organizacionais como fator de indução do desenvolvimento de potencialidades regionais: um estudo sobre o agronegócio do açaí de Codajás. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3592>. Acesso em: 14 jul. 2019
- GONÇALVES, E. S. Mosaico de vulnerabilidades: açaí artesanal e risco da transmissão oral da doença de Chagas. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8161/tde-20102017-181212/publico/2017_EdvaldoSapiaGoncalves_VOrig.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). Produção da extração vegetal e silvicultura - 2014. IBGE, Prod. Extr. veg. e Silvic., Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p.1-56, jan. 2014. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2014_v29.pdf. Acesso em: 11 ago. 2020
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (org.). Produção da extração vegetal e silvicultura - 2018. IBGE, Prod. Extr. veg. e Silvic., Rio de Janeiro, v. 33, p. 1-8, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2018_v33_informativo.pdf. Acesso em: 04 ago. 2020.
- LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. Metodologia do Trabalho Científico. 8ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2017.

LIMA, D. dos S. Investigação da presença de contaminantes biológicos em polpas de açaí (*Euterpe oleracea* mart.) comercializadas em feira livre de Ariquemes, Rondônia, Brasil. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso, FAEMA. Disponível em:

<http://repositorio.faema.edu.br:8000/xmlui/handle/123456789/725>. Acesso em: 08 jul. 2020.

LOBATO, K. B. de S. et al.. Authenticity of freeze-dried açaí pulp by near-infrared spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, [S. l.], v. 224, p. 105–111, 2018. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.12.019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877417305460>. Acesso em: 10 ago. 2020.

MARINHO, W.; ARAÚJO, A.; GOMES, A. A. Discriminação de amostras de açaí (*Euterpe oleracea*) adulteradas empregando ATR-FTIR e quimiometria. In: 57º Congresso Brasileiro de Química, Gramado, Resumo. 2017. Disponível em: <http://www.abq.br/cbq/2017/trabalhos/13/11374-24383.html>. Acesso em: 20 jul. 2019.

MARINHO, W. D. L. M.; GOMES, A.A. Desenvolvimento e melhoramento de estratégias de seleção de variáveis. In III Seminário de Iniciação Científica da UNIFESSPA, 2017. Disponível em: <https://sic.unifesspa.edu.br/images/SIC2017/Weverton-D-Lucas-Moura-Marinho.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019

MARTINOT, J. F. Manejo agro-extrativista do açaí-da-mata na Amazônia Central. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013. Disponível em: <https://tede.ufam.edu/handle/tede/4317>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MELLO, C. N.; RESENDE, J. C. de P. Avaliação microbiológica de vitaminas de açaí comercializadas na região do Barreiro, Minas Gerais. *Sinapse Múltipla*, v.7, n.1, 2018. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/16425>. Acesso em: 10 ago. 2020.

MESQUITA, D. Vigilância sanitária interdita ponto de venda de açaí na feira do barreiro. Belém, 28 nov. 2018. Disponível em: <https://redepara.com.br/Noticia/179807/vigilancia-sanitaria-interdita-ponto-de-venda-de-acai-na-feira-do-barreiro>. Acesso em: 15 out. 2020.

MENEZES, E. M. da S.; TORRES, A. T; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazonica*, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 311–316, 2008. DOI: 10.1590/S0044-59672008000200014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672008000200014. Acesso em: 20 nov 2019.

NASCIMENTO, M. J. M. Açaí a fotossíntese do lucro. Paper do NAEA 149, Maio de 2000. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/naea/novosite/paper/304>. Acesso em 10 ago. 2020

O LIBERAL. Promotora denuncia uso de 'liga neutra' no açaí. Belém, 11 mar. 2014. Disponível em: <http://www.tjpa.jus.br/PortalExterno/imprensa/noticias/Informes/1016-Promotora-denuncia-uso-de--liga-neutra--no-acai.xhtml>. Acesso em: 08 ago. 2020

OLIVEIRA, P. A. A. C. de. et al. In natura açaí beverage: quality, pasteurization and acidification. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 502–507, 2011. DOI: 10.1590/s0101-20612011000200035. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000200035&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2020.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chemistry*, [S. l.], v. 115, n. 4, p. 1199–1205, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.01.034. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.034>. Acesso em: 10 ago. 2020

PANTOJA, L. S. G. Padronização de uma metodologia analítica para detecção de fraude por adição de compostos amiláceos em polpa de açaí in natura, congelada e pasteurizada. 2017. Resumo da Dissertação (Mestrado em Saúde Animal da Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true=4951017>. Acesso em: 27 mar. 2018.

PARÁ. Decreto n.º 326 de 20 de janeiro de 2012. Dispõe sobre os requisitos higiênico-sanitários para a manipulação de Açaí e Bacaba por batedores artesanais. Diário Oficial do Estado do Pará: caderno 1, Belém, PA, p. 5, 24 jan. 2012.

PASSOS, L. A. C. et al. Survival and infectivity of *Trypanosoma cruzi* in açaí pulp: in vitro and in vivo study. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 223-232, jun. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742012000200005>. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742012000200005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2020.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 2ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

RODRIGUES, B.S. Resíduo da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – 2010. Universidade de São Paulo – Piracicaba. DOI:10.11606/D.11.2010.tde-20102010-104809. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-20102010-104809/en.php>. Acesso em: 29 mar. 2017.

SALES, J. D. E. S. Feira do açaí: Etnografia da cadeia produtiva do açaí in natura em Belém/Pará. 2014. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – 2014. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5170>. Acesso em: 07 ago. 2020.

SANTANA, A.C.; COSTA, F.A. Mudanças recentes na oferta e demanda do açaí no estado do Pará. In: SANTANA, A.C.; CARVALHO, D.F.; MENDES, F.A.T. *Organização e competitividade das empresas de frutas do Estado do Pará: 1995 a 2004*. Belém: Unama, 2010. Disponível em: <http://homolog.creasp.org.br/assets/uploads/livros/empresas-de-polpa-de-frutas-do-estado-do-para.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2020

SANTOS, B. A. et al. Análise microbiológica de polpas de açaí comercializadas na cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, vol. 48, n.1, p.53-7, 2016. Disponível em: <http://www.rbac.org.br/artigos/analise-microbiologica-de-polpas-de-acai-comercializadas-na-cidade-de-sao-paulo/>. Acesso em: 7 jul. 2020.

SANTOS, V. R. C. dos. et al. Acute Chagas disease in the state of Pará, Amazon Region: is it increasing? *Mem. Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 113, n. 5, e170298, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0074-02760170298>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02762018000500306&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2020.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Org.). *Boletim: Produção nacional de açaí*. SEBRAE, Brasília, 2015a. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64153228c3c444bcdb587b6b501fa076/\\$File/5827.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64153228c3c444bcdb587b6b501fa076/$File/5827.pdf). Acesso em: 26 abr. 2018.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Org.). *Boletim: Produtos à base de açaí brasileiro já agregam versões em diferentes setores*. SEBRAE, Brasília, v. 1, n. 1, p.1-14, jan. 2015b. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/9f56e28eb2f2bb90496a1a44becc47ad/\\$File/5829.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/9f56e28eb2f2bb90496a1a44becc47ad/$File/5829.pdf). Acesso em: 26 abr. 2018.

SILVA, E. T. M.; FERREIRA, J. de S.; LACERDA, L. de M. Condições higienicossanitárias da cadeia produtiva do açaí na região do Maracanã em São Luís, MA. *Higiene Alimentar*, vol.31, n. 268/269, 2017. Disponível em: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/07/846449/268-269-site-68-72.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SILVA, S. E. L. da; SOUZA, A. das G. C. de; BERNI, R. F. O cultivo do Açaizeiro. *Embrapa Comunicado Técnico*, [S. l.], p. 4, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/676204/o-cultivo-do-acaizeiro>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SILVA, S. R. et al. Avaliação de parâmetros microbiológicos para determinar as condições higiênicas sanitárias em preparações de “açaí na tigela” comercializados em Presidente Prudente - SP. *Colloquium Vitae*. ISSN: 1984-6436, 10(1), 01-09, 2018. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/cv/article/view/1751>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SOUZA, A. B. N.; GOMES, M. A. de S.; MOURA, L. B. Análise microbiológica da polpa de açaí comercializada nas feiras livres na cidade de Porto Velho/RO. *Revista Saber científico*. Centro Universitário São Lucas, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/3227>. Acesso em 14 ago. 2020

SOUZA-LIMA, R. de C. de. et al. Outbreak of acute Chagas disease associated with oral transmission in the Rio Negro region, Brazilian Amazon. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 46, n. 4, p. 510-514, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-1367-2013>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822013000400510-&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2020.

TAVARES; G.T. dos; HOMMA, A. K. O. Comercialização do açaí no estado do Pará: alguns comentários. *In Observatorio de la economia americana*. *Revista eumednet*. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1031486/1/acaipara.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020

VELOSO, A. C. A.; et al. Detecção de adulterações em produtos alimentares contendo leite e/ou proteínas lácteas. *Quím. Nova*, v.25 n.4 São Paulo jul. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400016>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000400016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 14 ago. 2020.

XIE, C. et al. The açaí flavonoid velutin is a potent anti-inflammatory agent : blockade of LPS-mediated TNF- α and IL-6 production through inhibiting NF- κ B activation and MAPK pathway \square . *The Journal of Nutritional Biochemistry*, [S. l.], v. 23, n. 9, p. 1184–1191, 2012. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2011.06.013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0955286311002099>. Acesso em: 10 ago. 2020

YUYAMA, L. K. et al. *Fruteiras da Amazônia: potencial nutricional*. Manaus: Editora INPA, 2013.



Contaminantes inorgânicos em pescado

Flavia Sgarbi **Vaz**

Érika Fabiane **Furlan**

INSTITUTO DE PESCA

RESUMO

A contaminação dos sistemas aquáticos por metais pesados é uma das questões ambientais mais críticas e, recentemente, foi sugerido que as grandes emissões e a contaminação por metais pesados são oriundas de países em desenvolvimento, devido ao rápido crescimento econômico e aumento da população. Os países em desenvolvimento são os principais exportadores de pescado que, historicamente, este tem sido considerado fonte de exposição aos contaminantes químicos. As doenças provocadas por alimentos contaminados estão entre as maiores preocupações da sociedade moderna. O Brasil apresenta um mercado crescente, porém com um consumo de pescado, na maioria das regiões, ainda incipiente, mas com um número cada vez maior de pessoas dando preferência ao pescado como uma alternativa saudável às outras carnes. Dentro deste cenário, a oferta de pescado de qualidade é fator preponderante para a garantia do mercado e da saúde pública. Nesse sentido, realizou-se uma revisão sobre os metais pesados diagnosticados em pescado em uma década (2004-2014), constatando-se a necessidade de pesquisas na área, especialmente, visando a quantificação dos potenciais contaminantes químicos ambientais e em pescado de relevância comercial, e ainda, o monitoramento de áreas de produção e/ ou extração, visando avanços quanto a indicação de uma ingestão diária admitida - IDA para as diferentes espécies de pescado com potencial comercial no mercado nacional, com a perspectiva de estimular um consumo seguro.

Palavras-chave: : Segurança alimentar; Inocuidade; Metais pesados.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o lucro das empresas de pescado depende cada vez mais do uso de boas práticas no cultivo ou captura e da oferta de produtos saudáveis. Doenças provocadas por alimentos contaminados estão entre as maiores preocupações da sociedade moderna.^a

Produtos químicos naturais como toxinas presentes em algas e resíduos químicos gerados pelo homem, como metais pesados, drogas veterinárias (antibióticos) e pesticidas, quando presentes nos alimentos, provocam danos à saúde mesmo em baixas concentrações. Com o aumento da preocupação e a necessidade de controles mais severos em relação à presença de contaminantes nos alimentos, os métodos de detecção de resíduos químicos estão mais refinados e com poder de detectar concentrações cada vez menores.^a

A contaminação dos alimentos por produtos químicos é de interesse à saúde pública mundial e têm sido a principal causa de problemas no comércio internacional. Neste sentido, torna-se evidente a necessidade de iniciativas conjuntas governo e sociedade organizada interessada (produtores e indústrias) para avançar em programas de controle de qualidade. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA investiu em laboratórios acreditados para atender o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes - PNCRC. Em sua fase inicial este plano iria pontuar os riscos eminentes e conseqüentemente, barrar algum comércio, reforçando estrategicamente o plano amostral em função dos riscos pontuados, mas caberá às indústrias avançar na garantia da qualidade dos produtos oferecidos.⁹

A contaminação por metais pesados em sistemas aquáticos é uma das questões ambientais mais críticas e recentemente, foi sugerido que as grandes emissões e a contaminação por metais pesados são oriundas de países em desenvolvimento, devido ao crescimento econômico e populacional.²

Dentre os contaminantes químicos, os metais pesados, como o mercúrio e o arsênio assumem grande relevância em saúde pública, pela elevada toxicidade, persistência, efeito cumulativo para o homem e pelo pescado ser considerado a principal fonte de exposição destes contaminantes.¹⁶

Diante do exposto, realizou-se um levantamento dos metais pesados diagnosticados em pescado durante uma década (2004-2014), com vistas a subsidiar políticas públicas na área e estimular o consumo seguro do pescado comercializado no mercado nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura. Foi realizada uma pesquisa sistemática de artigos científicos publicados no período de janeiro de 2004 a dezembro de

2014, nas bases de dados Google Acadêmico e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), além de consultas a livros, sites governamentais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). As palavras-chave utilizadas foram: pescado associadas a metais pesados, contaminantes inorgânicos, segurança alimentar e inocuidade.

O levantamento bibliográfico foi baseado na temática “contaminantes químicos inorgânicos” (arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio), os quais são contemplados na legislação brasileira em relação aos limites máximo permitidos em pescado.

O BRASIL COMO CONSUMIDOR DE PESCADO

O consumo de produtos da pesca e aquicultura encontra-se em pleno crescimento, o que pode ser associado a fatores gastronômicos e também aos efeitos benéficos à saúde e bem-estar dos consumidores.¹⁴

O Brasil apresenta condições de se transformar em um grande produtor de pescado para atender à crescente demanda nacional e mundial. Durante o triênio 2009-2011, a produção aquícola nacional teve um incremento de 51,2%, evidenciando o crescimento do setor no país. Seguindo o padrão observado em anos anteriores, a maior parcela da produção aquícola foi oriunda da piscicultura continental, representando 86,6% da produção nacional.¹

Atualmente, cada região brasileira vem se especializando em determinadas espécies de pescado. Na Região Norte, predominam peixes como o tambaqui e o pirarucu. No Nordeste, a preferência é pela tilápia e o camarão-marinho. No Sudeste, a tilápia tem grande presença na aquicultura. No Sul, predominam as carpas, tilápias, ostras e mexilhões. Já no Centro-Oeste os destaques são o tambaqui, o pacu e os surubins.¹

Apesar das estatísticas indicarem uma expansão do setor pesqueiro em geral (pesca extrativa e aquicultura), o consumo nacional de pescado não apresentou o mesmo crescimento, o que pode estar atribuído à diversos fatores, como a falta de hábito do brasileiro em consumir e/ou preparar o pescado e ainda, pela oferta de produtos de baixa qualidade, diversidade e praticidade no mercado. Entretanto, esta realidade de consumo vem se modificando nos últimos anos.⁵

Perfazendo um panorama dos últimos dez anos, o consumo de pescado mais que dobrou no Brasil. Entre os anos de 2012 e 2013, o consumo cresceu ao redor de 25%. Hoje, a população consome em média 14,5 kg de pescado por habitante.ano⁻¹.^j No entanto, o universo de consumidores brasileiros divide-se em dois pólos distintos: a população de baixa renda, que habita regiões ribeirinhas ou litorâneas e a de renda elevada, que tem no pescado um alimento alternativo considerado diet, soft ou light, permitindo a manutenção

de uma dieta rica em nutrientes e com baixos índices calóricos.¹⁶

O consumo elevado de pescado no país é observado em populações ribeirinhas, como as dos rios amazônicos e em alguns lugares da costa, estimado em mais de 100 kg per capita.ano⁻¹, o que eleva a média de consumo nacional.^{3,17}

Portanto, o consumo de pescado no país é bastante heterogêneo, mas com grande potencial de crescimento, ainda dificultado por fatores como preços elevados, falta de padronização dos produtos e questões ligadas ao controle de qualidade na cadeia produtiva. Compreender os fatores relacionados ao seu consumo e demanda faz-se importante não apenas para desenvolver o mercado, mas também para a formulação de políticas públicas que encorajem o seu consumo.²¹

O PESCADO COMO FONTE DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS

Os estuários e as regiões costeiras são muito utilizados para a disposição de efluentes urbanos e industriais. Regiões costeiras e estuarinas recebem esses efluentes, na maioria das vezes, sem tratamento adequado, ficando contaminadas por metais pesados, compostos químicos orgânicos e nutrientes, expondo, por conseguinte toda a vida marinha.^{13,22} O aumento dos níveis desses contaminantes é observado mundialmente, o que tem levado à formulação de estratégias visando diminuir o impacto causado nesses ecossistemas que sustentam grande parte da biodiversidade marinha, os principais recursos pesqueiros e as reservas energéticas mundiais.²²

Sendo assim, o crescente aporte de poluente das mais diversas naturezas, como resíduos de pesticidas e metais tóxicos, principalmente nas regiões estuarinas que sofrem impacto de atividades agrícolas, industriais e municipais, têm gerado sérias preocupações.⁹

Metais pesados, como o chumbo (Pb), mercúrio (Hg), arsênio (As) e cádmio (Cd), são encontrados normalmente no ambiente marinho e traços destes em organismos aquáticos. Destacando o pescado e seus derivados como fonte de exposição e contaminação por metais pesados para o homem.^{8,11}

Elementos traços presentes na água do mar e em sedimentos marinhos podem ser acumulados por muitas espécies de invertebrados marinhos, como ostras, mexilhões, entre outros. Esses são capazes de acumular poluentes e não morrer, sendo assim, normalmente usados como indicadores biológicos de poluição.^{22,36}

O consumo de itens contaminados se caracteriza como a principal via de intoxicação dos seres humanos por poluentes orgânicos e inorgânicos, em relação aos sistemas aquáticos. A maior preocupação recai sobre as populações que consomem grandes quantidades de pescado de estuários ou regiões costeiras, associadas às indústrias químicas.^{9,11}

Alguns fatores estão relacionados ao risco de intoxicação, sendo, o teor de metais

pesados presentes, a quantidade ingerida e a frequência de ingestão, fatores determinantes para a acumulação no organismo humano.²⁷ Assim, é de grande importância do ponto de vista higiênico-sanitário o monitoramento de toda a cadeia produtiva do pescado, identificando e mantendo sob controle eventuais pontos de contaminação na origem (qualidade do ambiente aquático), na embarcação, no desembarque, no transporte, nos pontos de comercialização e manipulação.^f

O risco ocorre quando o pescado é contaminado por algum composto bioacumulável na cadeia alimentar. Contaminantes inorgânicos como metais tóxicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg e Pb), quando em quantidade superior ao limite de ingestão preconizada por órgãos de saúde pública, são considerados tóxicos ao homem, podendo causar problemas neurológicos, distúrbios gástricos, entre outros.^b

ARSÊNIO

O arsênio se apresenta amplamente distribuído na crosta terrestre, ocupando o 20º lugar em abundância natural, 14º em água marinha e 12º no corpo humano.^e Apresenta-se naturalmente em ambientes terrestres e aquáticos, como contribuição do intemperismo e erosão de solos e rochas, erupções vulcânicas e queima de florestas, podendo ocorrer concentrações elevadas em locais de depósito de metais preciosos.^b

O As também ocorre no ambiente devido à ação humana, como resultado da atividade de mineração, uso de pesticidas, preservantes de madeiras, geração de eletricidade pela queima de carvão e refinaria de petróleo, entre outros, sendo despejado no ambiente aquático, principalmente, por processos agrícolas e industriais em diferentes formas químicas.^b

Sua quantificação no ambiente é de grande relevância, pois como o mercúrio, o chumbo e o cádmio; apresenta efeitos danosos à saúde quando absorvido pelo homem. O efeito tóxico deste elemento depende da forma em que ele se encontra. Os compostos orgânicos são reconhecidamente menos tóxicos que os inorgânicos e, neste último caso, os compostos trivalentes são mais tóxicos.^o

A maior parte do As ingerido é excretado em alguns dias por via renal; entretanto níveis elevados deste elemento são retidos por longos períodos nos ossos, pele, cabelos e unhas de humanos expostos. Desta maneira, o período de exposição ao arsênio irá determinar efeitos agudos ou crônicos no organismo, o que resultará em diferentes patologias.^{4,6}

A intoxicação crônica pelo arsênio está relacionada a problemas que incluem: doenças de pele, como queratose e hiperqueratose; câncer, principalmente de pele, pulmão, próstata, bexiga, rim e fígado; além de disfunções nos sistemas circulatório e nervoso. Também há registros de aumento no número de abortos espontâneos em locais contaminados por As. A toxicidade aguda é considerada rara, sendo clinicamente caracterizada por náuseas, vômito,

diarréia e dor abdominal severa.^{6,f}

CÁDMIO

O cádmio é um metal extremamente tóxico ao organismo humano, mesmo em baixas concentrações. Foi descoberto em 1817 e desde então, vem sendo utilizado em uma variedade de aplicações.^{32,n}

Comercialmente o Cd é obtido como um coproduto industrial das atividades de exploração de minérios e da fundição do zinco e chumbo. Sendo utilizado de diversas formas, tais como: estabilizador em produtos como os polímeros de cloreto de vinila (PVC), em pigmentos e mais usualmente, em baterias e pilhas níquel-cádmio recarregáveis.^d

As vias de absorção do Cd são a respiratória ou gastrointestinal, sendo que no primeiro caso, a absorção situa-se nos 15 a 30% e no segundo, nos 5 a 8%. Após a absorção, o cádmio é transportado no sangue, ligado principalmente aos eritrócitos e a proteínas do plasma, em especial à albumina e também à metalotionina, sendo distribuído por todo organismo, porém em concentrações mais altas no fígado e rins. Sua excreção ocorre majoritariamente por via urinária, consistindo em um processo lento e também ineficiente, sendo o tempo de meia-vida do metal no organismo de aproximados 20 a 30 anos.^{32,d}

Os efeitos da toxicidade aguda do Cd podem ser descritos como náuseas, vômitos, dores abdominais e diarréia, enquanto que a inalação de doses elevadas está relacionada ao desenvolvimento de edema pulmonar. Já a exposição crônica está associada ao desenvolvimento de efeitos múltiplos de toxicidade que incluem doenças pulmonares, renais, cardiovasculares e ósseas.^d

CHUMBO

O chumbo é um elemento abundante na natureza, tendo sido muito utilizado na antiguidade para revestir encanamentos de água, na fabricação de adornos, no transporte e armazenamento de alimentos. Atualmente, sua utilização se dá em grande número de produtos, como baterias, latão e bronze, radiadores, soldas, cabos, tintas e corantes, cerâmicas, munição, gráficas, entre outras.²⁵

Seus efeitos tóxicos independem da forma de entrada no organismo, ingestão ou inalação. Uma vez absorvido, o chumbo se liga aos eritrócitos e percorre o sangue, depositando-se em tecidos e órgãos como fígado, rins, pulmões, cérebro, músculos e coração. Após várias semanas a maior parte do metal encontra-se nos ossos e dentes, podendo permanecer nestes locais por décadas.²⁴

Sua toxicidade sobre vários órgãos decorre de diversas ações em nível bioquímico,

sendo o sistema nervoso particularmente sensível à intoxicação por Pb, devido sua potente ação neurotóxica.^{24,f}

Os efeitos adversos da intoxicação por chumbo variam de morte a prejuízos cognitivos e desenvolvimento comportamental, que pode ter consequências em longo prazo para crianças. Estas são mais suscetíveis que os adultos aos efeitos da exposição, uma vez que seu organismo absorve uma maior quantidade do metal ingerido. Assim, uma taxa maior de Pb circulante atinge o cérebro de infantes e o sistema nervoso em desenvolvimento é mais vulnerável aos efeitos tóxicos.²⁴

O chumbo pode induzir a toxicidade hematológica, causando anemia por redução do tempo de vida do eritrócito. Altos níveis de chumbo estão também relacionados à diminuição da síntese do grupo heme, já que força a substituição do ferro da molécula de hemoglobina pelo zinco. A exposição ao chumbo pode ainda estar relacionada a lesões renais, aumento da pressão arterial em adultos, além da ação carcinogênica.^{25,f}

MERCÚRIO

O mercúrio (Hg) ocupa lugar de destaque entre os metais pesados, devido sua alta toxicidade e a contaminação do ambiente aquático.¹⁹ Com o advento da Revolução Industrial e a difusão do uso do mercúrio em várias atividades humanas, como agricultura, indústria eletrônica e medicina, observou-se um aumento nos níveis de Hg no ambiente em nível global.^b

No Brasil o Hg é utilizado, principalmente, na mineração do ouro aluvial, sendo esta a principal fonte de contaminação antropogênica. Nesta atividade, o metal é lançado no ambiente em quantidades elevadas para a formação da amálgama do ouro.¹⁹

Quimicamente o mercúrio pode ocorrer sob três principais formas, elementar, inorgânica e orgânica. Esta última ocorre quando o Hg se liga covalentemente á pelo menos um átomo de carbono (metilmercúrio, etilmercúrio e fenilmercúrio).^d

A forma metilada é a principal forma de bioacumulação do mercúrio em tecidos musculares, sendo também o único elemento capaz de se biomagnificar ao longo da cadeia alimentar. O processo de metilação é efetuado, principalmente, por bactérias sulfato-redutoras e metanogênicas. A taxa de metilação depende de fatores como temperatura, material orgânico dissolvido, pH, biodisponibilidade de Hg e a presença de complexantes. Nesses processos são formados tanto metilmercúrio (MeHg) como dimetilmercúrio.^e

O MeHg é bioacumulado em até um milhão de vezes ao longo da cadeia trófica aquática, desde a sua base (microrganismos e plâncton) até o topo (peixes predadores e mamíferos), caracterizando-se como um agente neurotóxico de alto risco, especialmente para os organismos de níveis tróficos superiores, como os seres humanos.^{12,19,20}

Aproximadamente 75% do mercúrio acumulado em tecido muscular de peixes de água doce estão na forma orgânica. Desse mercúrio, cerca de 100% é metilmercúrio, a principal forma presente em tecidos e fluidos biológicos.¹⁹

O peixe tem sido apontado como a principal via de intoxicação do ser humano por este metal. O pescado absorve o MeHg tanto pela água quanto pela ingestão de alimento e sua toxicidade ao Homem está relacionada a fatores como: teor de mercúrio presente no peixe, quantidade ingerida pelo Homem e frequência de ingestão, o que irá determinar a acumulação do MeHg no corpo humano.²⁷

Cerca de 95% do metilmercúrio ingerido é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal, sendo transportado pelos eritrócitos; a outra parte pode ser lentamente metabolizada a Hg inorgânico pela microbiota intestinal. O metilmercúrio proveniente da dieta é absorvido e distribuído pelo corpo, incluindo o cérebro, onde a concentração atingida é cerca de cinco vezes maior do que no sangue, apresentando também a capacidade de atravessar a barreira placentária, onde uma concentração mais elevada de metilmercúrio estará presente no sangue e cérebro do feto, do que no sangue da mãe.^{10,d,e}

As manifestações clínicas da intoxicação por mercúrio podem ser agudas ou crônicas afetando principalmente o sistema nervoso central. A aguda, através da ingestão de alimentos contaminados por metilmercúrio, produz um quadro que varia de leve a letal, com vômitos frequentes, tremores, ataxia, parestesia, paralisia, afonia, cegueira, coma e morte. Entretanto, manifestações clínicas podem não ser imediatas em casos de exposição ambiental, podendo apresentar um período latente de até 10 anos.

O metilmercúrio também apresenta efeito feto-tóxico, com alterações irreversíveis para o feto, mesmo quando a mãe não apresenta sintomas. Os sintomas observados em neonatais e crianças foram: paralisia cerebral, distúrbios mentais, desenvolvimento retardado de várias funções psicomotoras, convulsões, cegueira e má-formação dos ouvidos.²⁷

LEGISLAÇÃO NACIONAL PARA CONTAMINANTES INORGÂNICOS

Visando garantir a qualidade dos sistemas de produção de alimentos de origem animal ao longo das cadeias produtivas e assegurar que os produtos ofertados estejam dentro do estabelecido pela legislação brasileira para contaminantes inorgânicos, em 1979, o MAPA criou o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes - PNCRC que constitui em uma ferramenta de gerenciamento de risco.⁹

O PNCRC é um programa federal de inspeção e fiscalização das cadeias produtivas de alimentos e visa monitorar a efetividade dos controles implementados pelos sistemas de produção e a respectiva qualidade e segurança dos produtos disponibilizados ao comércio e consumo. Este monitoramento oficial é realizado através da verificação da presença e dos

níveis de resíduos de substâncias químicas potencialmente nocivas à saúde do consumidor, tais como, resíduos de produtos veterinários, agrotóxicos ou afins, e de contaminantes químicos (aflatoxinas, metais pesados, contaminantes inorgânicos, dioxinas, entre outros).⁹

O PNCRC/Animal é composto pelos seus programas setoriais, para o monitoramento em carnes (PNCRC/Bovinos, PNCRC/Aves, PNCRC/Suínos, PNCRC/Equinos, PNCRC/Avestruz e PNCRC/Caprinos e Ovinos) e demais produtos (PNCRC/Leite, PNCRC/Mel, PNCRC/Ovos e PNCRC/Pescado), e também por subprogramas, que visam garantir o seu funcionamento, onde são feitas coletas com amostragem homogênea e aleatória e análises laboratoriais, que são realizadas pelos Laboratórios Nacionais Agropecuários – LANAGROS e/ou laboratórios privados/públicos credenciados pelo MAPA.⁹

Atualmente, existem duas legislações que estabelecem os limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos no Brasil; a Instrução Normativa nº 14, de 2009, do MAPA, que aprova os programas de controle de resíduos e contaminantes em carnes, leite, mel, ovos e pescado e a Resolução RDC nº 42, de 2013, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que revoga a Portaria SVS nº 685, de 27 de agosto de 1998, objetivando atualizar os limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos e mantê-los em níveis aceitáveis (Tabela 1), visando proteger a saúde pública e estabelecer um Regulamento Técnico harmônico entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai.¹

Tabela 1. Limites máximos de contaminantes inorgânicos em pescado estabelecidos pela RDC nº 42 da ANVISA

Contaminante inorgânico	Categoria	Limite máximo (mg/kg)
Cádmio	Peixes crus, congelados ou refrigerados	0,05 (Exceções: bonito, carapeba, enguia, tainha, jurel, imperador, cavala, sardinha, atum e linguado se estabelece 0,10. Para melva – 0,20; anchova e peixe-espada: 0,30)
	Moluscos cefalópodos	2,00
	Moluscos bivalves	2,00
	Crustáceos	0,50
Chumbo	Peixes crus, congelados ou refrigerados Moluscos cefalópodos.	1,00
	Moluscos bivalves	1,50
	Crustáceos	0,50
Mercúrio	Pescado, exceto peixes predadores	0,50
	Peixes predadores	1,00

Fonte: (Ministério da Saúde, 2013)¹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Historicamente diversos trabalhos têm sido realizados avaliando contaminantes inorgânicos em pescado. A presente revisão constatou que, nos 10 anos pesquisados, a me-

todologia utilizada na pesquisa de metais pesados foi unânime, a espectrofotometria de absorção atômica; apenas CURCHO^b (2009) utilizou, complementarmente, o método de ativação neutrônica para pesquisa de As.

Dentre um total de 19 trabalhos levantados, avaliando teores de metais pesados em pescado por período, dez deles pesquisaram cádmio.^{1,11,18,29,30,31,33,34,35,b} MORGANO et al²⁹ (2011) detectaram valores excedentes deste metal em músculo de corvina; MORGANO et al³⁰ (2014) na porção cárnea de polvo e MUIRURI et al³¹ (2012) em brânquias de tilápia.

O chumbo foi também investigado em dez trabalhos^{1,11,18,22,29,30,31,34,35,b}, com seis deles indicando níveis acima do permitido pela legislação vigente.^{22,29,30,31,35,b}

O As foi pesquisado em cinco trabalhos^{11,18,29,30,b}, encontrando-se valores acima do permitido para consumo humano em músculo de corvina (*Micropogonias furnieri*), sardinha (*Sardella braziliensis*); pescada (*Macrondon ancylodon*), tainha (*Mugil liza*), robalo (*Centropomus undecimalis*) e perna de moça (*Menticirrhus americanos*)^b; em musculatura de pescada, tainha, corvina e sardinha²⁹ e de atum (*Thunnus thynnus*), polvo (*Octopus vulgaris*), arabaiana (*Seriola lalandi*), dourado (*Coryphaena hippurus*), namorado (*Pseudopercis numida*) e sororoca (*Spanish mackerel*)³⁰.

MORGANO et al²⁹ (2011) sugerem que os níveis elevados de As em corvina podem estar relacionados às características de habitat da espécie, regiões costeiras e estuarinas possivelmente contaminadas com despejos químicos antrópicos.

O mercúrio foi o metal mais estudado, sendo quantificado em 13 trabalhos.^{8,11,12,15,18,23,26,27,28,29,30,b,m}, mostrando-se com valores acima do permitido nos trabalhos de FERREIRA et al¹² (2004) em cação-noturno e de MORGANO et al³⁰ (2014) em sashimi de atum. Os autores que pesquisaram o cação-noturno indicam que um consumo médio de 0,1 kg de *Carcharhinus signatus.dia*⁻¹ resultaria numa ingestão de 0,174 mg de Hg, ou seja, cinco vezes mais que o recomendado pela Organização Mundial da Saúde - OMS, de 0,03 mg.dia⁻¹.

MUIRURI et al³¹ (2012) coletaram amostras de tilápia (*Oreochromis sp.*), nas temporadas de seca e de cheia do rio Athi-Galana-Sabaki (Quênia) e analisaram as concentrações de cádmio e chumbo nas brânquias. Os resultados indicaram variação nas concentrações de Pb entre 1,73-3,31 mg.kg⁻¹ e 1,42-4,48 mg.kg⁻¹ nas temporadas de cheia e de seca, respectivamente, valores estes acima do limite regulado pela OMS para pescado e produtos derivados. Os autores atribuíram a elevada contaminação por Pb à proximidade do rio Athi-Galana-Sabaki de centros urbanos e ressaltaram a ameaça à vida humana, visto sua toxicidade, recomendando um monitoramento constante das concentrações de metais pesados.

CURCHO^b (2009) coletou amostras de pescado em peixarias e feiras livres das cidades de Cubatão e Cananéia (SP) e sugeriu estudos adicionais para o elemento As, visando identificar uma possível fonte de contaminação e ainda, indicou a corvina como indicador das

condições da região costeira onde vive, uma vez que bioacumula os metais e permanece no estuário até alcançar a idade adulta.

Diante da toxicidade do arsênio, que está associada a diversas patologias, além de seu efeito cancerígeno⁶; a ocorrência de espécie 100% contaminadas, como a sardinha²⁹ e a indicação de alguns autores quanto as regiões costeiras e estuarinas como possivelmente contaminadas com despejos químicos antrópicos, maior atenção deve ser dada ao pescado coletado nestas regiões, bem como, à pesquisa de contaminantes em sardinhas e espécies estuarinas.

VIRGA et al³⁵ (2007) estudando siri-azul (*Collinectes* sp.) proveniente do rio Cubatão, encontraram valores de chumbo acima de 0,5 mg.kg⁻¹, limite máximo permitido pela legislação nacional para crustáceos. O referido rio é um dos mais importantes corpos receptores de efluentes industriais do município que leva o mesmo nome, bem como, das águas contaminadas do Sistema Alto Tietê.

MAIA et al²² (2006) pesquisou o Pb em mexilhões *Perna perna* na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, encontrando uma concentração média de 2,0 mg.kg⁻¹, valor acima do limite regulado para moluscos bivalves (1,5 mg.kg⁻¹). Os autores apontam para a necessidade de monitoramento das populações em risco, bem como do ambiente, a fim de subsidiar a implantação de programas de controle da poluição ambiental.

O chumbo é um potente agente neurotóxico e a exposição do organismo a esse metal também está relacionada à toxicidade renal, hematológica e reprodutiva. Crianças se apresentam mais suscetíveis à intoxicação por Pb, devido ação no sistema nervoso em desenvolvimento.^{24,25}

O presente levantamento mostra que as espécies mais pesquisadas, quanto aos contaminantes inorgânicos, foram a tilápia, em 5 trabalhos.^{11,18,27,31,34}; seguida da pescada em 4 trabalhos.^{23,28,b,m}. Sendo espécies de grande volume comercial na aquicultura e pesca, respectivamente.

Frente a dimensão do país e a diversidade de espécies de importância comercial e o rápido desenvolvimento da aquicultura nos últimos anos, o presente estudo também aponta a escassez de dados relativos à presença de contaminantes em áreas produtivas e em espécies com consumo expressivo nas distintas regiões do país, como por exemplo o tambaqui e o pirarucu, bastante consumidos na região Norte; em camarão marinho da região Nordeste, bem como, em carpas e ostras na região Sul e dos mais consumidos do Centro-Oeste (tambaqui, pacu e surubim).

Estudos recentes têm indicado que os metais pesados estão aumentando gradualmente na água, sedimento e biota. Com o aumento da produção aquícola, que é uma realidade nos últimos tempos, o risco de contaminação dos alimentos poderá aumentar. Dentro deste

contexto, todos os elos da cadeia produtiva devem aderir aos esforços voltados para garantir a segurança alimentar, os quais devem ser conscientizados e treinados.⁵

CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou constatar um número reduzido de pesquisas na área, especialmente, visando a quantificação dos potenciais contaminantes químicos ambientais e em pescado de relevância comercial; a necessidade do monitoramento de áreas de produção e/ou extração, principalmente quando próximas a pólos industriais; a importância de se conhecer a origem do pescado, bem como da conscientização dos consumidores finais, estimulando o questionamento quanto a origem do pescado adquirido e a ingestão de espécies diversificadas, minimizando o risco de exposição contínua à um mesmo contaminante e consequente intoxicação por metais pesados, visto que foram recorrentes a contaminação de algumas espécies e a presença de alguns contaminantes, principalmente, de As e Pb.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

- Afonso C, Cardoso C, Lourenço HM, Anacleto P, Bandarra NM, Carvalho ML, et al. 2013 Evaluation of hazards and benefits associated with the consumption of six fish species from the Portuguese Coast. *Journal of Food Composition and Analysis*. 32(2013):59-67. DOI: 10.1016/j.jfca.2013.06.008
- Akoto O, Bismark Eshun F, Darko G, Adei E. 2014 Concentrations and health risk assessments of heavy metals in fish from the Fosu Lagoon. *Int J Environ Res*. 8(2):403-410.
- Batista VS, Issac VJ, Viana JP. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Rufino ML, editor. *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: Ibama-ProVárzea; 2004. p. 63-152.
- Bhattacharya P, Welch AH, Stollenwerk KG, Mclaughlin MJ, Bundschuh J, Panaullah G. 2007 Arsenic in the environment: biology and chemistry. *Science of the Total Environment*. 379:109-120. DOI:10.1016/j.scitotenv.2007.02.037
- Bombardelli RA, Syperreck MA, Sanches EA. 2005 Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. *Arq Ciên Vet Zool*. 8(2):181-195.
- Borba RP, Figueiredo BR, Cavalcanti JA. 2004 Arsênio na água subterrânea em Ouro Preto e Mariana, Quadrilátero Ferrífero (MG). *R Esc Minas*. 57(1):45-51. DOI:10.1590/S0370-44672004000100009
- Cardoso PCS, Lima PL, Bahia MO, Amorim MIM, Burbano RR, Farias RAF. 2001 Efeitos biológicos do mercúrio e seus derivados em seres humanos: uma revisão bibliográfica. *Rev Para Med*. 15(4):51-58.
- Cardoso TP, Mársico ET, Medeiros RJ, Tortelly R, Sobreiro LG. 2009 Concentração de mercúrio e análise histopatológica em músculo, rim e cérebro de peixe-espada (*Trichiurus lepturus*) coletados na praia de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência Rural*. 39(2):540-546. DOI:10.1590/S0103-

84782008005000062

Carvalho CEV, Faria VV, Cavalcante MPO, Gomes MP, Rezende CE. 2003 Distribuição de Metais Pesados em Peixes Costeiros Bentônicos da Região de Macaé, R. J., Brasil. *Ecotoxicology and Environmental Restoration*. (2):64-68. DOI:10.1007/s10661-012-2881-9

Castoldi AF, Johansson C, Onishchenko N, Coccini T, Roda E, Vahter M, et al. 2008 Human developmental neurotoxicity of methylmercury: Impact of variables and risk modifiers. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 51(2008):201-214. DOI:10.1016/j.yrtph.2008.01.016

Eboh L, Mepba HD, Ekpo MB. 2006 Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. *Food Chemistry*. 97:490-497. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.05.041

Ferreira AG, Faria VV, Carvalho CEV, Lessa RPTL, Silva FMSS. 2004 Total Mercury in the Night Shark, *Carcharhinus signatus* in the Western Equatorial Atlantic Ocean. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 47(4):629-634. DOI:10.1590/S1516-89132004000400016

Ferreira AP, Horta MAP, Cunha CLN. 2010 Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 10(2):229-241.

Furlan EF, Galvão JA, Salán EO, Oetterer M. 2011 Composição centesimal e valor calórico de mexilhões *Perna perna* cultivados no Litoral Norte de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 37(3):317-326.

Furlan EF, Tomita RY, Sampaio GR, Neica CRP, Torres EAFS. 2013 Contribuição para Padronização da Identidade e Qualidade do Camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri*. *Higiene Alimentar*. 27(2):2232.

Germano PML, Germano MIS, Oliveira CAF. Qualidade do pescado. In: Germano PML, Germano MIS, coordenador. *Higiene e vigilância sanitária de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Manole; 2011. p. 167-183.

Gonçalves JS, Machado RS. 2007 Consumo e hierarquia dos relativos de preços de proteína animal no Brasil, 1997-2006. *Informações Econômicas*. 37(9):33-40.

Ibrahim AB, Mohd Khan A, Norrakiah AS, Intan Fazleen Z. 2014 Fresh water aquaculture fish consumption in Malaysia and heavy metals risk exposure to consumers. *International Food Research Journal*. 21(6):2109-2113.

Kasper D, Botaro D, Palermo EFA, Malm O. 2007 Mercúrio em peixes – fontes de contaminação. *Oecol Bras*. 11(2):228-239.

Kehrig HA, Malm O, Palermo EFA, Seixas TG, Baêta AP, Moreira I. 2011 Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Quim Nova*. 34(3):377-384. DOI:10.1590/S0100-40422011000300003

Maciel ES, Savay-da-Silva LK, Vasconcelos JS, Sonati JG, Galvão JA, Lima LKF, et al. 2013 Relationship between the price of fish and its quality attributes: a study within a community at the University of São Paulo, Brazil. *Food Science and Technology*. 33(3):451-456. DOI: S0101-20612013005000059

Maia CB, Almeida ACM, Moreira FR. 2006 Avaliação do teor de chumbo em mexilhões da espécie *Perna perna* na Região Metropolitana da Cidade do Rio de Janeiro. *J Braz Soc Ecotoxicol*. 1(2):195-198.

Medeiros RJ, Mársico ET, São Clemente SC, Ferreira MS. 2008 Distribuição do metal mercúrio em

- atum (*Thunnus albacares*) e pescada bicuda (*Cynoscion microlepidotus*) capturados no litoral do Rio de Janeiro, Brasil. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 60(3):656-662. DOI:10.1590/S0102-09352008000300020
- Meyer PA, Brown MJ, Falk H. 2008 Global approach to reducing lead exposure and poisoning. *Mutation Research.* 659:166-175. DOI:10.1016/j.mrrev.2008.03.003
- Minozzo R, Minozzo EL, Deimling LI, Santos-Mello R. 2008 Plumbemia em trabalhadores da indústria de reciclagem de baterias automotivas da Grande Porto Alegre, RS. *Bras Patol Med Lab.* 44(6):407-412. DOI:10.1590/S1676-24442008000600003
- Mira NVM, Lanfer-Marquez UM. 2005 Avaliação da composição centesimal, aminoácidos e mercúrio contaminante de surimi. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 25(4):665-671. DOI:10.1590/S0101-20612005000400007
- Morgano MA, Gomes PC, Mantovani DMB, Perrone AA, Santos TF. 2005 Níveis de mercúrio total em peixes de água doce de pisciculturas paulista. *Ciênc Tecnol Aliment.* 25(2):250-253. DOI:10.1590/S0101-20612005000200011
- Morgano MA, Perez ACA, Milani RF, Mantovani DMB, Neiva CRP, Furlan EF, et al. 2007 Mercúrio total em pescado da cadeia produtiva da Baixada Santista, estado de São Paulo, Brasil. *Rev Instit Adolfo Lutz.* 66(2):164-171.
- Morgano MA, Oliveira APF, Rabonato LC, Milani RF, Vasconcellos JP, Martins CN, et al. 2011 Avaliação de contaminantes inorgânicos (As, Cd, Cr, Hg e Pb) em espécies de peixes. *Rev Instit Adolfo Lutz.* 70(4):497-506.
- Morgano MA, Rabonato LC, Milani RF, Miyagusku L, Quintaes KD. 2014 As, Cd, Cr, Pb and Hg in seafood species used for sashimi and evaluation of dietary exposure. *Food Control.* 36(2014):24-29. DOI: DOI:10.1016/j.foodcont.2013.07.036.
- Muiruri JM, Nyambaka HN, Nawiri MP. 2013 Heavy metals in water and tilapia fish from Athi-Galana-Sabaki tributaries, Kenya. *International Food Research Journal.* 20(2):891-896.
- Pinto FG, Rey UV, Ansaloni LMS, Andrada D, Silva JBB. 2005 Determinação de cádmio em amostras de urina e soro humano por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite usando irídio como modificador permanente. *Ecl Quím.* 30(4):59-65. DOI:10.1590/S0100-46702005000400008
- Porto LCS, Ethur EM. 2009 Elementos traço na água e em vísceras de peixes da Bacia Hidrográfica Butuí-Icamaquã, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural.* 39(9):2512-2518. DOI:10.1590/S0103-84782009005000213
- Tajiri AN, Pontes Netto D, Sassahara M, Rodrigues MSM, Arruda CAC. 2011 Determination of presence and quantification of cadmium, lead and copper in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets obtained from three cold storage plants in the State of Parana, Brazil. *Ciênc Tecnol Aliment.* 31(2):361-365. DOI:10.1590/S0101-20612011000200013
- Virga RHP, Geraldo LP, Santos FH. 2007 Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis. *Ciênc Tecnol Aliment.* 27(4):779-785. DOI:10.1590/S0101-20612007000400017
- Yusof AM, Yanta NF, Wood AKH. 2004 The use of bivalves as bio-indicators in the assessment of marine pollution along a coastal area. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.* 259(1): 119-127.
- ^a Carvalho R. Camarões marinhos gestão de qualidade e rastreabilidade na fazenda. Associação Brasileira dos Criadores de Camarões (ABCC). 1. ed. Recife, 2005.

- ^b Curcho MRSM. Avaliação de micro e macroelementos, elementos tóxicos (Cd, Hg e Pb) e ácidos graxos, em peixes disponíveis comercialmente para consumo em Cananéia e Cubatão, estado de São Paulo [tese de doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2009.
- ^c Furlan EF. Qualidade e valorização do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862): aspectos sensoriais e vida útil no gelo. [tese de doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2013.
- ^d Lopes AMRM. Avaliação da contaminação em metais pesados no pescado: Análise da situação do pescado comercializado em Portugal e dos alertas emitidos pelo sistema RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) [dissertação de mestrado]. Lisboa (Portugal): Universidade de Lisboa; 2009.
- ^e Macedo LFL. Remoção de mercúrio e arsênio em cação-azul, *Prionace glauca* [dissertação de mestrado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2010.
- ^f Mantovani DMB. Contaminantes inorgânicos na cadeia produtiva do pescado. In: Anais do 1. Simpósio de controle do pescado: qualidade e sustentabilidade; 2005 mar 17-18; São Vicente, São Paulo. São Paulo: Instituto de Pesca; 2005. p. 13-7.
- ^g Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (P.N.C.R.C.). Brasília (DF); 1999.
- ^h Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 14. Brasília (DF); 2009.
- ⁱ Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011. Brasília (DF); 2011 [citado 2015 mar 17]. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf
- ^j Ministério da Pesca e Aquicultura. Plano safra da pesca e aquicultura 2012/2013/2014. Brasília (DF); 2012 [citado 2015 fev 19]. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/infraestrutura-e-fomento/138-plano-safra-da-pesca-e-aquicultura-2012-2013-2014>
- ^k Ministério da Pesca e Aquicultura. Aquicultura. Espécies cultivadas. Brasília (DF); 2014 [citado 2015 mar 17]. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/aquicultura/especies-cultivadas>
- ^l Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Brasília (DF); 2013.
- ^m Moraes JL. Mercúrio total em peixes e crustáceos comercializados no Estado do Pará, Brasil [tese de doutorado]. Niterói (RJ): Universidade Federal Fluminense; 2011.
- ⁿ Santos LFP. Avaliação dos Teores de Cádmio e Chumbo em Pescado Proveniente de São Francisco do Conde, Bahia [dissertação de mestrado]. Salvador (BA): Universidade Federal da Bahia, Salvador; 2011.
- ^o Semmler MGMC. Biomonitoração de Hg, Cd, Pb e outros elementos em áreas costeiras do estado de São Paulo por meio do mexilhão transplantado *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) [tese de doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2007.

“

Coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e produtos alimentícios derivados: Uma revisão sobre aspectos de produção, tecnológicos e nutricionais

Thayná Teles da **Silva**

UERJ

Alessandra Pinheiro **Mulder**

UERJ

Isabelle **Santana**

UERJ

RESUMO

O coco (*Cocos nucifera* L.), fruto da palmeira do coqueiro, pode ser colhido nos estádios de maturação verde (6 a 8 meses) e maduro/seco (11 a 13 meses). Apesar do coco não ser uma espécie brasileira, ela está bem adaptada às condições edafoclimáticas do país, o que justifica o conhecimento dos produtos alimentícios obtidos a partir da palmeira, visto que muitos possuem alto valor de mercado. O objetivo do trabalho foi investigar, por meio de revisão de literatura, os aspectos de produção e tecnologia desses produtos, assim como sua importância nutricional, em relação à composição em nutrientes e compostos bioativos. Os produtos alimentícios que podem ser gerados a partir do coco verde são, principalmente, a água de coco (base para a nata e o vinagre de coco) e a polpa de coco verde. Com o avanço da maturação ocorre aumento expressivo dos lipídeos e redução dos açúcares. A polpa do coco maduro, crua ou seca (copra), pode ser utilizada para a produção de leite de coco, coco ralado, óleo de coco, manteiga de coco, farinha de coco e derivados destes. A estrutura que cresce no interior do coco germinado, haustório, pode ser consumida como alimento. Produtos fermentados e não fermentados também podem ser produzidos a partir da obtenção da seiva da inflorescência do coqueiro. No Brasil, estão estabelecidos Padrões de Identidade e Qualidade apenas para água de coco. Mediante o crescimento da disponibilidade dos produtos do coqueiro no mercado brasileiro, seria importante a criação dessas legislações para os demais produtos.

Palavras-chave: Água de coco; Coco ralado; Leite de coco; Óleo de coco; Seiva do coqueiro.

INTRODUÇÃO

O coco, ou coco-da-baía, é o fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), espécie pertencente à família Arecaceae (Fontes & Ferreira, 2006). A palmeira que origina o fruto tem origem no sudeste da Ásia (Malásia, Filipinas e Indonésia) e nas ilhas localizadas entre os oceanos Pacífico e Índico (Lima et al., 2015). A espécie *Cocos nucifera* possui algumas variedades, dentre elas, a *C. nucifera* var. *typica* (coqueiro gigante) e *C. nucifera* var. *nana* (coqueiro anão), além da híbrida, resultante do cruzamento entre essas duas variedades (Fontes & Ferreira, 2006; Debmandal & Mandal, 2011; Benassi et al., 2013). As duas primeiras são as mais importantes do ponto de vista agroindustrial e socioeconômico (Benassi et al., 2013). O coqueiro gigante possui crescimento rápido, entretanto sua fase de vegetação é longa, demorando cerca de 5 a 7 anos para florescer. O coqueiro anão possui uma fase vegetativa mais curta, com duração de aproximadamente 2 a 3 anos para florescer (Fontes, Ferreira, 2006).

Esta espécie não é nativa do Brasil. Os coqueiros foram introduzidos em 1553, no estado da Bahia, e se adaptaram às condições edafoclimáticas de algumas regiões brasileiras, o que permitiu sua extensa utilização comercial como alimento e produtos alimentícios derivados, assim como aplicação artesanal, medicinal e cosmética (Siqueira et al., 2002). No mercado brasileiro, alguns produtos alimentícios de coco são tradicionalmente conhecidos e utilizados para fins culinários em diversas regiões do país, como o leite de coco e o coco ralado. Seguindo tendências mundiais — dieta low carb; paleolítica; sem leites ou lactose; de baixo índice glicêmico e vegetarianismo estrito, nos últimos anos o consumo de produtos de coco foi ressignificado e ganhou adeptos, visto que muitos são adequados, do ponto de vista de composição nutricional, a integrarem tais dietas. Em conjunto, novos produtos derivados de diferentes partes do coqueiro, como o açúcar e néctar de coco, foram disponibilizados para comercialização, enquanto alguns ainda são desconhecidos dos consumidores brasileiros.

Em vista da importância dos produtos derivados do coco e do coqueiro no Brasil e no mundo, o objetivo dessa revisão foi investigar os aspectos de produção e tecnologia desses produtos, assim como sua importância nutricional, em virtude de sua composição em nutrientes e compostos bioativos.

O cultivo de coco no brasil e no mundo

No Brasil, em 2018 uma área de aproximadamente 200 mil hectares foi destinada ao cultivo de coqueiros (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019). Dentre os seis estados que mais produzem coco no país, quatro são nordestinos (Bahia>Ceará>Sergipe>Pernambuco) e correspondem à mais da metade da produção nacional de coco (Tabela 1).

No panorama mundial, em 2018 os maiores produtores foram, em ordem decrescen-

te, Indonésia (18.555.371 de toneladas), Filipinas, Índia, Sri Lanka e Brasil (2.346.750 de toneladas) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020).

Tabela 1. Área plantada (destinada à colheita), área colhida e produção de coco-da-baía no Brasil e nos seis maiores estados brasileiros produtores – 2015 e 2018

	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Produção (mil frutos)
	2015-2018		
Brasil	243.971 – 199.624	242.253 – 198.715	1.786.145 – 1.564.500
Bahia	73.519 – 44.287	73.488 – 44.287	571.516 – 344.782
Ceará	38.099 – 38.329	38.099 – 38.328	189.398 – 254.161
Pará	20.371 – 18.581	20.331 – 18.511	205.691 – 191.825
Sergipe	38.660 – 25.924	37.641 – 25.328	240.203 – 174.364
Espírito Santo	10.198 – 9.655	10.158 – 9.655	134.162 – 150.089
Pernambuco	5.814 – 7.406	5.814 – 7.398	109.280 – 139.516

Fonte: Elaborado a partir de dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). ha - hectares

Morfologia vegetal do fruto

O fruto, o qual é caracterizado como uma drupa fibrosa, é formado por uma epiderme lisa (epicarpo ou exocarpo), além de possuir como camadas subjacentes o mesocarpo (fibroso) e o endocarpo, casca que recobre a polpa (Fontes & Ferreira, 2006), conforme indicado na Figura 1. O endosperma sólido, possui diferentes consistências a depender do estágio de maturação: no coco verde é gelatinoso e translúcido, e no coco maduro (coco seco) fica espesso, rígido e adquire aspecto branco. O endosperma sólido possui outras denominações como endosperma carnosos, albúmen sólido, castanha, amêndoa, polpa ou pelo termo inglês kernel (Fontes & Ferreira, 2006; Debmandal & Mandal, 2011; Vysach et al., 2014). Em cultivares asiáticas como a macapuno, ocorre crescimento anormal do endosperma sólido, o qual ocupa quase toda a cavidade, além de pouca formação de endosperma líquido (Nguyen et al., 2016). O endosperma líquido, ou água de coco, é armazenado no interior do fruto e passa por modificações de acordo com a maturação.

Figura 1. Morfologia vegetal do coco verde, seco e germinado. Imagens de cocos verdes com diferentes tempos de colheita e haustórios de cocos com diferentes tempos de germinação. No coco seco a polpa branca espessa é recoberta por uma película marrom denominada testa (imagem não disponível). A água do coco seco (aberto) não está aparente na figura. Sinônimos de haustório = pão do coco, maçã do coco, broto do coco. Partes comestíveis: endosperma sólido, endosperma líquido, haustório. Fonte: imagem de coco seco aberto (Cintra, 2010), imagens livres.



As flores femininas e masculinas estão reunidas na estrutura da inflorescência e o desenvolvimento do fruto inicia após a fecundação da flor feminina (Benassi et al., 2013). O processo de maturação do coco verde até a obtenção do coco seco leva cerca de 5 meses, com o fruto no coqueiro (Debmandal & Mandal, 2011). O que define o período de colheita do fruto é o estágio de maturação requerido pela utilização, seja em escala doméstica ou industrial. Quando destinado à extração de água de coco, os frutos devem ser colhidos no período em que se inicia a formação do albúmen sólido, uma vez que se encontram com maior teor de água, menor teor de albúmen sólido e o sabor é mais agradável ao consumidor devido à maior concentração de açúcares. Tal fato ocorre em torno do 2º mês após a abertura natural da inflorescência atingindo valor máximo por volta do 6º ao 8º mês, sendo este o período recomendado para a colheita (Carvalho et al., 2006; Fontes & Ferreira, 2006). A partir daí ocorre o decréscimo dos teores de açúcares e da água, para que o coco complete seu amadurecimento, por volta dos 12 meses (Aragão et al., 2001). Quando a produção está voltada a produtos derivados de coco maduro (seco), os frutos devem ser colhidos em torno de 11 a 13 meses, pois nessa fase o albúmen sólido está completamente formado (Debmandal & Mandal, 2011; Martins & Júnior, 2014).

No processo de germinação da semente, que ocorre em um dos olhos ou poros de germinação, uma parte do embrião se desenvolve na cavidade da semente com formação de uma massa comestível branca e esponjosa denominada haustório, cotilédone, broto do coco, maçã

do coco ou pão do coco (Benassi et al., 2013; Manivannan et al., 2018; Kannaian et al., 2020).

Produtos do coqueiro: obtenção, produção e composição nutricional

Os produtos alimentícios podem ser obtidos tanto de partes da palmeira (inflorescências) do coqueiro quanto de seu fruto (Tabela 2). O fruto do coqueiro é destinado a dois principais segmentos: coco verde e coco seco. O coco verde é colhido ainda imaturo, visto que tem como principal finalidade a produção de água de coco. Por sua vez, o coco seco é colhido em estágio maduro para obtenção do endosperma sólido, o qual pode ser utilizado fresco ou ser desidratado para obtenção da copra. A partir da polpa carnosa são elaborados produtos como leite de coco, coco ralado, farinha de coco, óleo de coco, dentre outros derivados (Martins & Júnior, 2014). Em algumas localidades, o haustório é consumido cru ou cozido como produto alimentício. A seiva da inflorescência do coqueiro pode ser consumida pura ou originar produtos não fermentados (néctar de coco e açúcar de coco) e fermentados (vinho de palma ou vinho de coco; aguardente de coco; vinagre de coco; aminos de coco ou molho tipo shoyu de coco). Na Tabela 3 encontra-se uma compilação de dados de composição nutricional de alguns produtos alimentícios do coqueiro.

Tabela 2. Produtos alimentícios obtidos do coqueiro e do coco

Parte utilizada do coqueiro		Produtos alimentícios	
Fruto verde (coco verde)	Polpa de coco verde		Compota de coco verde Tiras de macapuno em calda de açúcar (<i>coconut sport strings</i>) ^a Suco de frutas com pedaços de coco
		Água de coco verde (endosperma líquido)	Água de coco integral Água de coco padronizada Água de coco reconstituída Água de coco desidratada Água de coco concentrada Água de coco gasificada
	Água de coco seco (endosperma líquido)		Bebidas mistas ^b Nata de coco (fermentada) Vinagre de coco (fermentado) Kefir de água de coco (fermentado)
Fruto maduro (coco seco)	Polpa (endosperma sólido)	Leite de coco	Condensado de leite de coco Doce de leite de coco “Iogurte” de coco Creme de coco Caramelo de coco em calda Bebida de coco pronta para beber Geleia de coco (<i>kaya</i>) Xarope de leite de coco
		- Líquido - Desidratado (em pó)	
	Coco ralado	Fresco Desidratado Adoçado Congelado	Chips de coco
	Óleo de coco		TCM (triglicerídeos de cadeia média)
	Manteiga de coco Farinha de coco		
Coco germinado	Haustório, cotilédono, maçã do coco, pão do coco, broto do coco		
Seiva da inflorescência do coqueiro	Produtos não fermentados	Seiva da inflorescência (<i>coconut sap</i>) Néctar de coco (xarope de coco) Açúcar de coco (<i>gula merah</i>)	
	Produtos fermentados	Vinho de palma – vinho de coco (<i>toddy, tuba, tuak, bahalina</i>) Aguardente (<i>lambanog, feni</i> de coco) Vinagre de coco Coco aminos (molho tipo shoyu de coco)	

^a ex. de produto asiático. ^b Água de coco com sucos de frutas e/ou chá; água de coco com bebidas alcoólicas (ex.: rum). Não foram considerados produtos alimentícios apenas com aroma de coco (sem partes comestíveis do coco ou coqueiro)

Tabela 3. Composição nutricional de produtos derivados de coco verde, seco, haustório e seiva da inflorescência do coqueiro

PRODUTOS	Quant	VALOR ENERGÉTICO (Kcal)	UMIDADE (g)	CARBOIDRATO (g)	PROTEÍNA (g)	LIPÍDEO (g)	FIBRA (g)	POTÁSSIO (mg)	SÓDIO (mg)	FÓSFORO (mg)	CÁLCIO (mg)	CINZAS (g)
Água de coco ^{a,k,c}	100 g	21 / 22 / 30	94,3	5,3 (total) ^{ab} 5,16 (disponível) ^b 7,35 ^c	0 - 0,15	0 - 0,01	0,1 - 0,14	144,5 / 162	12,7	3,76 - 4	4,1 ^e / 19	0,47 - 0,5
Água de coco (5 marcas) ^d	100 mL	18 - 22,5	-	4,55 - 5,5	0	0	0	150 / 161 / 181 / 203	3,95 / 4,95 / 15 / 16	-	-	-
Polpa de coco verde ^{e,f}	100 g	28,1 - 123,7 - 259,8	92,7 / 74,2 - 55,2	5,19 / 15,85 - 7,84	0,97 / 2,67 - 4,49	0,39 / 4,7 - 24,2	0,92 - 6,51	ND	ND	ND	ND	0,75 / 1,43 - 2,20
Água de coco em pó ^d	100 g	365	-	85	7,5	0	1	1700	50	-	-	-
Polpa de coco seco crua ^{h,i}	100 g	354 / 406 / 424	43 / 47	10,4 / 10,5 (total) ^j 5,03 (disponível) ^j	3,3 / 3,7	33,49 / 42	1,0 / 5,38 / 9,0	308 / 356	15	70,9 / 113	6,0 / 8,7 / 14	1,0
Polpa de coco seco desidratada ^h	100 g	605	2	6,1	5,6	62	19,2	-	-	-	-	-
Leite de coco ^{h,h}	100 g	166 / 179	78,0	2,2	1,0	18,4	ND / 0,7	ND / 144	-	ND / 25,6	5,86 / 6,0	0,4 / 0,45
Leite de coco ^d	100 g	60 / 120	-	0 / 6	0	6,67 / 12	0	-	0 / 56	-	-	-
Leite de coco pronto para beber ^d	100 mL	33,5 / 42,5 / 50,5	-	0,5 / 3,24 / 9	0 / 0,3 / 0,4	1,5 / 2,70 / 3,3	0 / 0,40 / 0,8	- / 35	5,5 / 7,5 / 12,5	-	ND / 75 / 125	-
Leite de coco em pó ^d	100 g	512 / 700 / 726,7	-	17 / 30 / 33,6	4 / 8 / 17	0,04 / 64 / 67	0 / 3,33	-	0 / 112	-	-	-
Condensado de leite de coco ^d	100 g	375	-	47,5	0	20	0	-	0	-	-	-
Doce de leite de coco ^d	100 g	485	-	65	0	25	0	-	0	-	-	-
Coco ralado, sem açúcar ^d	100 g	600	-	8,33 / 20	0 / 6,67 / 8,33	60 / 64,2	10 / 14,2 / 18,3	-	0	-	-	-
Coco ralado adoçado desidratado ^{h,d}	100 g	501 / 510	12,55	47,67 / 55	2,88	34 / 35,49	4,5 / 15	337	99	107	15	ND
Chips de coco ^d	100 g	405 / 683 / 1680	-	10,5 / 22,5 / 25	0 / 7,5 / 20	42 / 67,5 / 150	5,5 / 16,7 / 42	-	0 / 42 / 283	-	-	-
Chips de coco (sem açúcar de coco) ^d	100 g	690	-	30	6,5	57,4	9,1	-	94,5	-	-	-
Óleo de coco ^d	100 g	900	-	0	0	100	0	-	0	-	-	-
Manteiga de coco ^d	100 g	395 / 460 / 880	-	0 / 15	0 / 10	35 / 45 / 98	0 / 7,5 / 10	-	12,5	-	87	-
Gordura de coco ^d	100 g	900	-	0	0	100	0	-	0	-	-	-
Farinha de coco ⁱ	100 g	-	23,64	17,18	12,06	44,34	-	-	-	-	-	2,78
Farinha de coco ^h	100 g	316,7 / 433,3 / 540	-	5 / 9,58	12,5 / 13 / 15	26,3 / 41,7 / 52	25 / 37,9	-	60 / 70 / 246	-	-	-
Haustório seco ^h	100g	-	-	24,5 (amido)	5,50	1,4-1,6 / 1,99	26,02	145	-	30,9	33,9	1,05
Seiva da inflorescência ^{lm}	100 mL	55,1	85,3 / 85,9	14,13 / 13,5	0,2 / 0,26	0,08 / 0,01	0,02 / -	- / 96,1	- / 18,3	-	- / 0,04	0,24 / 0,27
Néctar de coco ^d	100 g	285 / 290	-	70 / 75	0	0	0	-	85 / 100	-	-	-
Açúcar de coco ^d	100 g	400	-	100	0	0	0	400	100 / 130	-	100	-
Vinagre de coco ^d	100 mL	0 / 20	-	0 / 4	0	0	0 / 1	- / 220	0 / 15 / 0,7	-	-	-
Aminos de coco ^d	100 mL	106 / 160 / 200 / 400	-	20 / 24 / 40 / 140	0	0	0	-	2400 / 2800 / 3200 / 3600	-	-	-

Para fins de comparação, os valores foram calculados, quando necessário, para 100 g ou 100 mL de produto

^aTaco (2011); ^bUSP (2008); ^cSyafriani et al. (2014) - 7-9 meses de colheita; ^dRótulo do produto; ^eSantana et al. (2011); ^fMahayothee et al. (2016) - 6 e 7,5 meses de colheita; ^gUnited States Department of Agriculture (2020); ^hEyres et al. (2016); ⁱQueiroz et al. (2017); ^jManivannan et al. (2018); ^kKannaian et al. (2020); ^lOthaman et al. (2014), ^mAsghar et al. (2019).
- Não consta informação / ND (Não Determinado)

Produtos derivados do coco verde

Água de coco

Água de coco é a bebida não diluída e não fermentada, obtida da parte líquida (endosperma líquido) do fruto do coqueiro por processo tecnológico adequado (Brasil, 2020).

De forma geral, os cocos destinados ao mercado de água de coco são verdes, embora esta também possa ser extraída de cocos secos, com prejuízo da qualidade sensorial. O coco anão pode produzir cerca de 200 a 300 mL de água por fruto, ao passo que o coco gigante chega a produzir o dobro ou mais (aproximadamente 500 mL de água por fruto) (Martins & Júnior, 2014). A água ocupa o maior volume do coco, perfazendo 80 a 95% de sua composição (Maciel et al., 2009). Esse volume se mantém constante por um ou dois meses, quando o coco atinge seu volume máximo, e tende a diminuir visto que passa a ser absorvido pelo albúmen sólido e perdido por evaporação. Com o avanço da maturação também ocorre decréscimo nos teores de açúcares (glicose e frutose) e aumento no teor de gordura, tanto na polpa (albúmen sólido) quanto na água (Aragão et al., 2001). A composi-

ção da água de coco varia (Tabela 3), portanto, durante o amadurecimento do fruto, o que causa modificações sensoriais na água do coco seco quando comparada à do coco verde. Ocorrem mudanças como aumento do pH, da turbidez e do conteúdo de minerais. A concentração de sólidos solúveis totais, compostos principalmente por açúcares, nas fases iniciais de desenvolvimento é de aproximadamente $2,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, e aumenta à medida que o coco amadurece, até um máximo de $8,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, por volta do sétimo mês, diminuindo a seguir (Mahayothee et al., 2016). A demanda aumentada por água de coco no mercado mundial, torna esse produto potencialmente suscetível a adulterações por diluição com água e adição de açúcares (Richardson et al., 2019). Para correção e padronização do Brix, é permitido pela legislação o acréscimo de açúcares em água de coco padronizada ou reconstituída, em quantidade não superior a $0,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ do produto final (Brasil, 2020).

Entre os compostos minoritários estão presentes os minerais (potássio>cálcio>magnésio>sódio>cloro>fósforo) e aminoácidos (lisina, cistina, fenilalanina, histidina e triptofano) (Pinto et al., 2015). O potássio é o mineral que se destaca na água de coco e cujos teores estabelecidos em legislação variam entre 140 e 230 mg de potássio. 100 mL^{-1} de água de coco, sendo que o máximo não é estabelecido para água de coco concentrada. O teor de potássio pode ser aumentado pela utilização de fertilizantes potássicos no cultivo do coqueiro, os quais, por sua vez, também acentuam a translocação de açúcares, interferindo no sabor da água do fruto. O fato de ser uma bebida que contém eletrólitos como potássio e sódio ($2 \text{ a } 30 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$) (Brasil, 2020), além de açúcares, favorece seu uso como repositor hidroeletrólítico, podendo em alguns casos, ser utilizada como bebida esportiva (Pinto et al., 2015). No entanto, por ser o potássio um mineral presente em grandes concentrações, o consumo de água de coco pode ser limitado ou restrito para indivíduos em situações que favoreçam a hipercalcemia, como é o caso da doença renal (Nerbass & Cuppari, 2013).

Além de nutrientes, são reportados compostos bioativos, como catequina e ácido salicílico. O teor de compostos fenólicos totais da água de cocos cv. Nam Hom atingiu um ápice ($7,08\text{-}7,17 \text{ mg ácido gálico} \cdot 100\text{mL}^{-1}$) em frutos colhidos 190 dias após a polinização, e redução quando os cocos foram colhidos com 225 dias (Mahayothee et al., 2016). Em frutos de coco anão verde o teor de compostos fenólicos da água variou de $2,38 \text{ a } 5,92 \text{ mg ácido gálico} \cdot 100\text{mL}^{-1}$, tendo sido superiores para cocos colhidos com 8 meses de maturação e durante a primavera ou inverno (Kwiatkowski et al., 2012).

A água de coco no interior do fruto pode ser conservada por longo período em temperatura ambiente. No entanto, após sua extração devem ser adotados métodos de conservação, visto que possui condições que propiciam a deterioração, tais como elevada atividade de água, presença de nutrientes e de enzimas (Abreu et al., 2005). A aparência, que deve variar de transparente a translúcido, pode sofrer alterações indesejáveis de coloração ou

turbidez pela atividade de enzimas como a polifenoloxidase e a peroxidase (Maciel et al., 2009; Chourio et al., 2018), ou ainda pela reação de íons metálicos com compostos fenólicos, com formação de cor rosa, em altas concentrações de magnésio; arroxeadada, na presença de ferro; ou preta, quando há manganês em excesso (Resende, 2007).

Segundo a Instrução Normativa nº 9 (Brasil, 2020), que revogou a IN nº 27/2009, as águas de coco são classificadas em integral (concentração natural, sem adição de água ou açúcares), padronizada (água de coco integral adicionada de água de coco concentrada, desidratada ou de açúcares em teor referido), concentrada (água de coco integral concentrada até apresentar 30% de sólidos solúveis), desidratada (água de coco integral desidratada até apresentar teor de umidade máximo de 5%) ou reconstituída (água de coco concentrada ou desidratada adicionada de água potável ou água de coco integral).

Dessa forma, a água para ser consumida in natura deve ser extraída do coco, embalada e resfriada (máx. de 5 °C) ou congelada (máx. -10 °C). A água de coco também pode ser submetida a processos térmicos, os quais favorecem a conservação e inativação enzimática, mas também podem comprometer o sabor do produto (Ribeiro et al., 2017). Pode ser pasteurizada e mantida resfriada ou ser esterilizada e, sob envasamento asséptico, conservada em temperatura ambiente. A necessidade de reconstituição, para consumo como água de coco fluida, é necessária para a água de coco em pó, a qual pode ser produzida por spray drying ou outro método de desidratação, com materiais de revestimento como maltodextrina e/ou maltodextrina modificada (Brasil, 2020).

A água de coco pode ser utilizada na elaboração de bebidas mistas com ou sem álcool, ou mesmo ser fermentada, a exemplo do kefir de água de coco, nata de coco e vinagre de coco. A nata de coco (coconut gel) é o produto produzido a partir da água de coco fermentada e cortada em pequenos cubos, usualmente comercializada com imersão em solução açucarada. O vinagre de coco é outro produto que pode ser produzido a partir da fermentação alcóolica, e posteriormente acética, de matérias-primas como a água de coco ou a seiva da inflorescência. Othaman et al. (2014) obtiveram vinagres de água de coco seco e de seiva da inflorescência do coqueiro com aproximadamente 3,5 e 4,4% de ácido acético com 4 semanas de fermentação, e 4,5 e 5,3% após 8 semanas, respectivamente.

Polpa de coco verde

Outro produto do coco verde é sua polpa, a qual nesse estágio de maturação varia de espessura e composição, o que reflete em modificações sensoriais e nutricionais a depender da época da colheita (Tabela 3). Em estudo de Mahayothee et al. (2016), nos frutos colhidos com cerca de 6 meses (180 dias), a polpa apresentou consistência gelatinosa e característica translúcida e adquiriu coloração branca e polpa mais rígida quando colhido com 7,5 meses

(225 dias). Com a evolução da maturação ocorre aumento significativo da espessura da polpa, do teor de proteína, lipídios e cinzas, assim como redução do conteúdo de umidade e carboidratos (Tabela 3). Alguns dos compostos fenólicos encontrados são ácido gálico, salicílico, cafeico e p-cumárico (Mahayothee et al., 2016).

Aplicações da polpa de coco verde como substituto de gordura, leite e emulsificante foram demonstradas na elaboração de sorbet (Santana et al., 2011). Também pode ser utilizada em sucos (ex. suco de uva ou lichia com pedaços de coco), *smoothies*, molhos tipo maionese, compotas, conservas, e em receitas tradicionais filipinas como a torta de coco verde (*buko pie* ou *macapuno pie*) e a salada doce de coco verde (*buko salad*) com variações de ingredientes como frutas, ágar-ágar, tapioca etc. As características sensoriais da polpa também são exploradas em receitas como alternativo ao peixe cru (sashimi, sushi ou ceviche vegano).

Produtos derivados do coco maduro (seco)

Com o avanço da maturação ocorre incremento considerável da espessura do endosperma sólido e da concentração de lipídios (em torno de 4,7 g% no coco verde para cerca de 42 g% na polpa crua de coco seco), assim como a redução dos carboidratos (15,8 g% no coco verde para 5,0 g% de carboidrato disponível no coco maduro), como observado na Tabela 3. O fato de conter baixo teor de carboidratos, popularizou o consumo em dietas *low carb* de polpa de coco maduro in natura e seus produtos derivados não adicionados de açúcares.

Leite de coco

Leite de coco é o produto caracterizado como emulsão aquosa extraída do endosperma sólido do fruto do coqueiro, sendo os componentes predominantes água e lipídios, quando o produto for líquido, embora também esteja presente na versão desidratada (em pó), onde lipídios são majoritários. Esses teores podem variar no produto em pó, visto que a desidratação pode ocorrer apenas a partir do leite de coco ou ter agentes encapsulantes incorporados à mistura, como a maltodextrina por exemplo (Tabela 3). Apesar da denominação leite, o leite de coco é uma bebida de origem vegetal, porém a terminologia se consagrou na denominação do produto.

Diferentes culturas utilizam o leite de coco em preparações culinárias. No Brasil, ele é representativo em receitas como a moqueca baiana, feijão com leite de coco, canjica ou mungunzá, cuscuz doce, bobó de camarão ou frango, além de ser tradicional nas culinárias indiana, caribenha, havaiana, tailandesa, indonésia, entre outras. Por não conter proteínas lácteas e lactose, também tem sido utilizado como alternativa aos leites (Carvalho & Coelho,

2009), tanto para consumo puro como em preparações culinárias.

A produção do leite de coco é realizada a partir das polpas frescas de cocos maduros devidamente selecionadas, as quais são submetidas à retirada da testa (película marrom que recobre o endosperma e pode conferir amargor), lavagem, trituração e prensagem. Com a prensagem há obtenção do leite de coco (líquido) e de uma massa (bagaço) que poderá ser aproveitada para produção de coco ralado ou farinha de coco. Em seguida, o leite de coco é adicionado de outros ingredientes, pasteurizado ou esterilizado, resfriado e embalado. O método doméstico para obtenção de leite de coco costuma ser realizado com a trituração em liquidificador da amêndoa de coco maduro fresco com água quente, sendo a mistura coada em seguida (Carvalho, 2007).

Com a centrifugação do leite de coco são obtidas três fases, sendo uma sobrenadante rica em gordura, uma fase aquosa e um precipitado de sólidos insolúveis. Um problema frequente na industrialização do leite de coco é a separação das fases durante o armazenamento do produto. Para que este mantenha aparência homogênea, são permitidos estabilizantes e emulsificantes previstos na legislação (Brasil, 2013).

A partir do leite de coco podem ser elaborados produtos como leite de coco condensado (parcialmente desidratado e acrescido de sacarose); doce de leite de coco, alimento tipo iogurte de coco (adicionado de culturas de microrganismos), creme de coco (produto de consistência semilíquida ou pastosa, semelhante a um creme de leite, constituído pelo sobrenadante do leite de coco, obtido pela retirada de parte da água); bebida de coco pronta para beber (formulações com leite de coco que o tornam próprio para consumo ou uso como produto alternativo ao leite); calda caramelizada com leite de coco acrescida ou não de açúcar; geleia de coco (produto com consistência pastosa que tem como base leite de coco, ovos e açúcar, típico de países do sudeste asiático) e xarope de leite de coco (ex. leite de coco com aroma de amêndoas).

Coco ralado

Além de leite de coco, a prensagem da amêndoa fresca do coco gera cerca de 80% de torta parcialmente desengordurada — parte dos lipídios é carreada com a água na forma de emulsão lipoproteica, a qual pode ser submetida ou não ao processo de desidratação (Carvalho, 2007).

A polpa fresca do coco maduro também pode ser ralada em diferentes formatos (fino, médio, grosso/flocos ou chips/lâminas) e utilizada dessa forma, ou preservada por congelamento. Nesse último processo, que pode ser doméstico ou industrial, não há modificação da composição nutricional do coco ralado em relação à polpa de coco maduro cru, haja vista a não separação de componentes. Outra forma de preservação da polpa ralada ocorre por

desidratação, onde haverá remoção majoritária de água, com conseqüente concentração de nutrientes como lipídios e carboidratos.

Dessa forma, podem ser encontrados no mercado coco ralado sem desidratação (umidade original), úmido (parcialmente desidratado) ou desidratado; integral (não há extração de gordura) ou parcialmente desengordurado; sem adição de açúcar ou adoçado; queimado (quando houver caramelização do açúcar naturalmente presente ou adicionado). O coco ralado é um produto tradicionalmente utilizado para preparações culinárias brasileiras como bolos, cocada, manjar branco, cuscuz, canjica ou mungunzá, pamonha, beijinho de coco dentre outras.

Os padrões de identidade e qualidade (PIQ) de coco ralado eram estabelecidos pela RDC nº 84, de 15 de setembro de 2000, a qual foi revogada pela RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Essa última apresenta o regulamento técnico para produtos de frutas, mas não contempla PIQ específicos para produtos de coco, como coco ralado e leite de coco. No entanto, existem regulamentações para esses produtos quanto aos aditivos alimentares que podem ser utilizados (Brasil, 2013).

Óleo de coco

O óleo é extraído do endosperma do coco maduro, visto que este acumula elevado teor lipídico (>30%, Tabela 3) quando comparado ao coco verde. Diferentes técnicas podem ser aplicadas para obtenção do óleo, as quais são modificadas em relação ao tratamento da polpa, forma de extração (química ou física – mecânica, térmica) e tratamento do óleo após a extração (Tabela 4). O óleo pode ser extraído da polpa crua, transformada em leite de coco, processo denominado extração úmida; ou extraído por prensagem ou extração com solvente da polpa desidratada (cerca de 6% de umidade), a qual é denominada copra (65-75% de lipídios), processo conhecido como extração seca (Dorni et al., 2018). Ocorre ainda a extração a partir da testa, a qual é obtida como um coproduto da extração do óleo de coco por prensagem ou advinda do processamento prévio à elaboração do leite de coco (Narayanankutty et al., 2018; Appaiah et al., 2014).

Os lipídios no leite de coco estão dispersos na fase aquosa em forma de emulsão estabilizada por proteínas. Dessa forma, para obtenção do óleo na extração úmida é necessário a desestabilização da emulsão, o que pode acontecer por congelamento, calor, fermentação ou adição de enzimas (Sant'anna et al., 2003). Esse princípio pode ser aplicado tanto para extração industrial quanto doméstica (artesanal).

O óleo de coco pode ser extraído de forma artesanal a partir do leite de coco (polpa fresca batida com a água do coco seco ou polpa fresca ralada), o qual deve ser deixado em repouso ou resfriado para a separação em três fases: água, óleo e creme (sobrenadante),

embora parte do óleo ainda esteja emulsão na fração do creme. No processo a frio, o óleo é coletado e filtrado, possuindo aspecto incolor e aroma suave de coco (Wongpoowarak et al., 2009). Outro método utilizado é separar a parte aquosa e submeter o óleo e o creme à fervura em fogo lento para evaporar a água residual e permitir coagulação das proteínas, e separação do óleo.

Tabela 4. Formas de extração do óleo de coco reportadas na literatura

	Tipo de óleo de coco	Tratamento da polpa	Extração	Refino	Considerações
Extracção seca (polpa desidratada)	Copra	Desidratação - ao sol - convectiva	Prensagem	<i>Pode ou não ocorrer</i>	Secagem do óleo ao sol para extração da água residual
	RBD (refinado, branqueado e desodorizado)	Desidratação	Solvente Prensagem a quente	Químico + branqueamento	Esse óleo pode ser hidrogenado para aumentar o ponto de fusão
	Óleo da testa ^a	-	Álcool isopropílico (60 °C - 3 h)		Por envolver solventes não tem sido usada com finalidade de óleo comestível.
Extracção úmida (a partir do leite de coco)	Óleo de coco extraído a frio	Congelamento do leite de coco (2–8 °C)	Coleta do óleo por centrifugação	<i>Não ocorre</i>	-
	Óleo de coco extraído a quente	Fervura até 100 °C do leite de coco	Coleta do óleo e filtração	<i>Não ocorre</i>	O calor favorece liberação de compostos fenólicos e aumento do rendimento
	Óleo de coco extraído com auxílio de fermentação	Leite de coco é fermentado de forma natural (24–48 h em temp. ambiente ou a 45 °C) ou induzida (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> and <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. delbrueckii</i>)	Coleta do óleo e filtração	<i>Não ocorre</i>	-
	Óleo de coco extraído com enzimas	Adição de enzimas ao leite de coco (amilases, proteases, poligalacturonases, pectinases)	Coleta do óleo e filtração	<i>Não ocorre</i>	-

^a película marrom que envolve a polpa do coco seco

Fontes: Sant'anna et al. (2003); Eyres et al. (2016); Hamid et al. (2011); Zhang et al. (2016); Narayanankutty et al. (2018)

Em relação à composição centesimal (Tabela 3), tanto o óleo de coco quanto a gordura de coco são constituídos por lipídios. Os ácidos graxos majoritários do óleo de coco são: ácido láurico (45-53%), mirístico (16-21%), palmítico (7-10%), caprílico (5-10%) e cáprico (5-8%) (Tabela 5) e o principal triacilglicerol é a trilaurina (22,2–23,9%), a qual consiste em um glicerol esterificado com 3 ácidos láuricos. Narayanankutty et al. (2018) apontam que não ocorrem diferenças de ácidos graxos entre óleos de coco extraídos por diferentes métodos e com posteriores tratamentos, exceto para o óleo da testa que possui teor superior de ácidos graxos insaturados.

O óleo de coco é rico em Triacilgliceróis de Cadeia Média (TCM), 39,3 a 64,3% (Marina

et al., 2009; Appaiah et al., 2014) e apesar de ser uma fonte para elaboração do suplemento comercial “TCM” ou MCT (*Medium Chain Triglycerides*), suas composições em ácidos graxos são bastante distintas (Tabela 5). O suplemento é basicamente constituído por ácido cáprico e caprílico, o que altera de forma significativa o aspecto de saciedade e digestibilidade em comparação ao óleo de coco (Kinsella et al., 2017).

Tabela 5. Composição em ácidos graxos de óleo de coco virgem, óleo de coco hidrogenado, óleo de testa de coco e TCM (% de ácidos graxos totais)

	Ácidos graxos	Óleo de coco virgem	Óleo de coco hidrogenado	Óleo de testa ^a de coco	Triglicerídeos de cadeia média (TCM) (suplemento)
AGCM	Ácido caproico (C6:0)	1 ^b ND-0,7 ²	<1	-	<2
	Ácido caprílico (C8:0)	9 ^b 4,6-10 ^c	5,4	1,6-3,9 ^d 4,8 ^e	50-80
	Ácido cáprico (C10:0)	7 ^b 5-8 ^c	5,8	2,2-3,8 ^d 4,4 ^e	20-50
	Ácido láurico (C12:0)	47 ^b / 45,1-53,2 ^c	48,3	32,4-42,9 ^d / 42,3 ^c	<3
AGCL	Ácido mirístico (C14:0)	16,5 ^b / 16,8-21 ^c	18,8	20,2-20,9 ^d / 19 ^e	<1
	Ácido palmítico (C16:0)	7,5 ^b / 7,5-10,2 ^c	9,8	11,3-14,1 ^d / 11,5 ^{7e}	0
	Ácido esteárico (C18:0)	3 ^b / 2-4 ^c	11,7	1,2-1,6 ^d / 2,3 ^e	0
	Ácido oleico (C18:1)	6,4 ^b / 5-10 ^c	0,2	12,2-17,8 ^d / 10,73 ^e	0
	Ácido linoleico (C18:2 <i>n-6</i>)	1,5 ^b / 1,-2,5 ^c	0	5,3-10,6 ^d / 4,78 ^e	0
	Total de ácidos graxos saturados (%)	92 ^b	99,8	68,9 – 91,7	100

Fontes: Eyres et al. (2016)b; Codex Alimentarius (1999)c; Appaiah et al. (2014)d; Zhang et al. (2016)e

Dentre os compostos minoritários estão os tocoferóis e tocotrienóis (em teores de até 50 mg/kg de óleo, Codex Alimentarius, 1999), fitosteróis e compostos fenólicos. O óleo de coco contém teores consideráveis de esteróis totais (400 a 1200 mg/kg), os quais compreendem os fitosteróis, sendo os principais o β -sitosterol (33 a 51 mg/kg), o delta-5-avenasterol (20 a 41 mg/kg) e o stigmasterol (11 a 16 mg/kg).

Compostos fenólicos e vitamina E apresentam capacidade antioxidante e anti-inflamatória, e como estes podem ser drasticamente reduzidos de acordo com a extração e refino do óleo de coco, tal fato justifica o interesse em métodos de extração que preservem esses

compostos. Os principais compostos presentes no óleo de coco virgem são ácido p-cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico, quercetina e catequinas, e tem sido reportado que aplicação de calor e/ou fermentação para óleos obtidos pela extração úmida favorecem a liberação dos compostos fenólicos (Narayanankutty et al., 2018).

Tradicionalmente utilizado em países da Ásia-Pacífico (Narayanankutty et al., 2018; Dorni et al., 2018), o óleo de coco foi (re)introduzido de forma relativamente recente no Brasil, ao final dos anos 2000. Desde então, diversas marcas comerciais desse óleo podem ser encontradas no mercado brasileiro, geralmente com alto valor agregado (R\$ 75 – 130/L) em comparação aos produtos tipicamente consumidos do coqueiro, como o leite de coco (R\$ 15-20/L) e coco ralado (R\$ 40-70/ kg). Pela legislação vigente (Brasil, 2005), o óleo de coco é considerado um óleo vegetal, visto que é líquido em temperatura ambiente (25 °C), e cujos parâmetros máximos admitidos para óleos prensados a frio e não refinados são de 4,0 mg KOH/g para acidez e 15 mEq/kg para índice de peróxidos. No entanto, não existem PIQ para óleo de coco na legislação brasileira. A terminologia extra virgem é somente admitida na legislação brasileira para azeite de oliva (acidez máxima de 0,8 g% em ácido oleico), e o termo virgem, para azeite de oliva (máximo 2,0 g% de acidez e 20 mEq/kg de peróxidos) e óleo de palma (para acidez de até 10,0 mg KOH/g) (Brasil, 2005). Segundo o Codex Alimentarius (1999), os óleos, em geral, podem ser considerados virgens quando são obtidos apenas por procedimentos mecânicos e aplicação de calor, enquanto óleos prensados a frio são aqueles obtidos por procedimentos mecânicos sem aplicação de calor. De acordo com a literatura e legislações específicas — Índia e Filipinas, considera-se óleo de coco virgem quando este é extraído da polpa fresca do coco maduro apenas por meios físicos e sem aplicação de temperaturas elevadas ou tratamentos químicos (Philippine National Standard, 2004; Krishna et al., 2010; Hamid et al., 2011; Rohman & Che Man, 2012; Narayanankutty et al., 2018). Observa-se que muitas empresas adotam a nomenclatura extra virgem na rotulagem de óleos de coco comerciais, sem que haja essa especificação para óleo de coco tanto na literatura quanto na legislação, o que pode gerar vantagem mercadológica para esses produtos, ou mesmo, confundir o consumidor sobre qual óleo de coco apresenta melhor qualidade.

Por ser constituído principalmente por ácidos graxos saturados, um aspecto de interesse em relação ao óleo de coco é sua elevada estabilidade oxidativa, o que tem sido um motivador para seu uso como óleo para cocção (Srivastava et al., 2011; Narayanankutty et al., 2018).

Produtos como a gordura de coco e manteiga de coco também estão disponíveis comercialmente. A gordura de coco consiste em óleos láuricos isolados ou uma mistura destes, os quais são geralmente refinados: óleo de coco (*Cocos nucifera*), palmiste (*Elaeis guineensis*) ou babaçu (*Attalea speciosa*). Apresenta consistência sólida em temperatura ambiente (25 °C), sendo caracterizada como gordura. A manteiga de coco varia amplamente em relação

à composição nutricional a depender do tipo de produto (Tabela 3). Podem ser constituídas por gordura de coco adicionada ou não de aroma de manteiga; pela mistura de gordura de coco e óleo de coco virgem; ou pela copra batida até obtenção de um creme.

Embora o coco não seja um alimento rico em proteínas, as tortas obtidas da extração do leite de coco ou do óleo de coco, apresentam considerável concentração proteica (4-25%) e de fibras alimentares. São utilizadas para elaboração de farinha de coco (Trinidad et al., 2006) com composição em lipídeos e carboidratos bastante variável nos produtos disponíveis (Tabela 3); preparações culinárias (Srivastava et al., 2011; Srivastava & Semwal, 2015) e podem ser coprodutos valiosos para a extração de proteína de origem vegetal, contribuindo para a cadeia de aproveitamento do fruto (Rodsamran & Sothornvit, 2018).

Haustório

A massa esponjosa do interior do coco germinado, apresenta duas porções distintas ricas em óleo (externa e amarelada) e em carboidrato (interna e esbranquiçada). Essa estrutura do coco pode ser consumida como alimento de forma crua, cozida ou aplicado em produtos alimentícios, como extrusados de haustório. Na composição centesimal se destacam os carboidratos e as fibras alimentares (Tabela 3). Possui ainda compostos fenólicos em teores de aproximadamente 146 mg% na matéria seca (Arivalagan et al., 2018; Kannaian et al., 2020).

Produtos da seiva da inflorescência

A inflorescência do coqueiro, quando ainda fechada, pode ser drenada para extração da seiva (*coconut sap*), com um rendimento de cerca de 1 a 3 L ao dia por coqueiro. Esse líquido com aparência esbranquiçada, pode ser consumido puro, como refresco, ou servir de base para a produção de produtos não fermentados ou fermentados. Em comparação à água de coco (Tabela 3), a seiva do coqueiro apresenta teor inferior de umidade e potássio, e superior de açúcares, compostos por frutose, glicose e sacarose em quantidades aproximadas de 3,5, 2,5 e 6,9 g% respectivamente (Asghar et al., 2019).

A seiva pode ser concentrada por evaporação, para a obtenção do néctar de coco, um produto com consistência de melado de cana, ou para produção de açúcar de coco. Estes alimentos têm sido comercializados como produtos de índice glicêmico reduzido (em torno de 35), o que é ocasionado pelo maior teor de glicose e frutose em detrimento da sacarose na seiva do coqueiro em relação, p. ex., ao caldo de cana (açúcar de cana apresenta IG de 58-82) (Asghar et al., 2019), o que pode motivar seu consumo mercadológico.

O aminos de coco, produto alternativo ao molho shoyu, é fermentado a partir do néctar de coco e acrescido de quantidades variáveis de sal, podendo apresentar diferentes teores

entre os produtos comerciais, como observado na Tabela 3.

A seiva, que é muito suscetível à fermentação espontânea assim que coletada, pode ser fermentada para a produção de vinho de palma ou vinho coco, este último quando extraído da seiva do coqueiro, embora também possa ser elaborado a partir da seiva de outras palmeiras como a palmeira-do-açúcar (*Borassus flabellifer*). A bebida é conhecida por diferentes nomenclaturas a depender do país: *toddy* (Índia), *tuba* (Filipinas), *tuak* (Indonésia, Malásia) etc. Após algumas horas de coleta e fermentação – a qual envolve microrganismos como bactérias ácido-lácticas e leveduras –, obtém-se bebida esbranquiçada com teor alcoólico (v/v) de aproximadamente 2-5%. Em alguns locais a seiva pode ser fermentada com a casca de determinadas árvores, a qual confere coloração alaranjada à bebida devido aos taninos. Um exemplo dessa bebida é a *bahalina*, também conhecida como “vinho tinto de coco” (*coconut red wine*) com aproximadamente 10-13% de teor alcoólico (v/v) (Sanchez, 2008; Shetty et al., 2017).

O vinho de coco pode ser fermentado por cerca de 3 a 5 dias e posteriormente destilado para elaboração de uma aguardente com teor alcoólico de 40-45% v/v. A *lambanog* ou “vodca de coco”, comum nas Filipinas constitui um exemplo de destilado da seiva (Sanchez, 2008). Como muitas vezes a produção é artesanal e não fiscalizada, alguns eventos fatais já ocorreram pelo consumo de *lambanog* com elevado teor de metanol (Lim, 2019).

CONCLUSÕES

Existe uma ampla possibilidade de produtos alimentícios obtidos do coco verde, maduro ou germinado, bem como das inflorescências do coqueiro. Sendo o Brasil um dos cinco maiores produtores mundiais há interesse na produção e desenvolvimento de novos produtos. Diversos produtos do coqueiro que são tradicionais em outros países, ainda são desconhecidos pela população brasileira e sua incorporação comercial poderia contribuir para o fortalecimento da coconicultura no país. No entanto, o único produto de coco para o qual existem padrões de identidade e qualidade na legislação brasileira é a água de coco. A falta de legislação para os demais produtos derivados, bem como ausência de regulamentação para algumas matérias-primas importadas pode dificultar a padronização de diversos produtos (p. ex. produtos com a mesma denominação de venda e composição em ingredientes completamente distintos entre si), o que pode gerar inconsistências ou falsas alegações nas rotulagens e dificultar o entendimento do consumidor. Além disso, alguns produtos são comercializados com preços elevados e possuem alegação de benefícios nutricionais não condizentes com o produto, dado que a composição em nutrientes e compostos bioativos pode ser dependente do processo de obtenção. Em vista do crescimento da disponibilidade dos produtos do coqueiro no mercado brasileiro, seria importante a criação dessas legisla-

ções para os demais produtos, além da água de coco, considerando, inclusive, padrões de composição, físicos e microbiológicos.

REFERÊNCIAS

Abreu, L.F., Araújo, A.V.C., Araújo, E.A.F., El-Aouar, A.A., Neumann, D., Morais, M.M. & Silva, M.A.A.P. (2005). Perfil sensorial e aceitabilidade de amostras de água de coco obtidas por diferentes processos de fabricação. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, 23(2), 397-412. <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/4477/3500>

Appaiah, P., Sunil, L., Prasanth Kumar, P.K. & Gopala Krishna, A.G. (2014). Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 917– 924. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-014-2447-9>

Aragão, W.M., Isberner, I.V. & Cruz, E.M.O. (2001). Água-de-coco. Aracaju, SE: Embrapa CPATC/ Tabuleiros Costeiros. Recuperado de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/370873/1/CPATCDOC.2401.pdf>

Arivalagan, M., Manikantan, M.R., Yasmeen, A.M., Sreejith, S., Balasubramanian, D. & Hebbar, K.B. (2018). Physiochemical and nutritional characterization of coconut (*Cocos nucifera* L.) haustorium based extrudates. *LWT – Food Science and Technology*, 89, 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.049>

Asghar, M.T., Yusof, Y.A., Mokhtar, M.N., Ya'acob, M.E., Ghazali, H.M, Chang, L.S. & Manaf, Y.N. (2019). Coconut (*Cocos nucifera* L.) sap as a potential source of sugar: Antioxidant and nutritional properties. *Food Science and Nutrition*, 00, 1–11.

Benassi, A.C., Fanton, C.J. & Santana, E.N. (2013). O cultivo do coqueiro- anão-verde: tecnologias de produção (120 p.). Vitória, ES: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2020, janeiro 30). Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a água de coco, bem como os respectivos parâmetros analíticos (Instrução normativa nº 9, de 30 de janeiro de 2020). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2005, setembro 22). Aprova o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal (Resolução – RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. (2013, março 06). Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó (Resolução – RDC nº 8, de 06 de março de 2013). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.

Carvalho, J.M., Maia, G.A., Sousa, P.H.M. & Maia Jr, G.A. (2006). Água-de-coco: propriedades nutricionais, funcionais e processamento. *Semina: Ciências Agrárias*, 27(3), 437-52.

Carvalho, M.R.A.C.G.P. & Coelho, N.R.A. (2009). Leite de coco: aplicações funcionais e tecnológicas. *Estudos vida e saúde*, 36 (5/6), 851-865.

Carvalho, R.F. (2007). Dossiê Técnico: Industrialização do coco – beneficiamento (produção de

coco ralado e leite de coco). Rede de Tecnologia da Bahia.

Chourio, A.M., Salais-Fierro, F., Mehmood, Z., Martinez-Monteagudo, S.I. & Saldaña, M.D.A. (2018). Inactivation of peroxidase and polyphenoloxidase in coconut water using pressure-assisted thermal processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 49, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.07.014>

Cintra, F.L.D. (2010). Co-produtos. Recuperado de <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000giw3qz5o02wx5ok05vadr1u5i ye30.html> Codex Alimentarius. (1999). Codex Standard for Named Vegetable Oils. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y2774e/y2774e04.htm>

DebMandal, M. & Mandal, S. (2011). Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(3), 241–247. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60078-3](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60078-3)

Dorni, C., Sharma, P., Saikia, G. & Longvah, T. (2018). Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India. *Food Chemistry*, 238, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.072>

Eyres, L., Eyres, M.F., Chisholm, A. & Brown, R.C. (2016). Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. *Nutrition Reviews*, 74(4), 267–280. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw002>

Fontes, H.R. & Ferreira, J.M.S. (2006). *A cultura do coqueiro*. (101 p.). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). FAO Statistics Division online database. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Hamid, M.A., Sarmidi, M.R., Mokhtar, T.H., Sulaiman, W.R.W. & Aziz, R.A. (2011). Innovative integrated wet process for virgin coconut oil production. *Journal of Applied Sciences*, 11(13), 2647- 2469.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Recuperado de <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>

Kannaian, U.P.N., Edwin, J.B., Rajagopal, V., Shankar, S.N. & Srinivasan, B. (2020). Phytochemical composition and antioxidant activity of coconut cotyledon. *Heliyon*, 6(2), e03411. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03411>

Kinsella, R., Maher, T. & Clegg, M.E. (2017). Coconut oil has less satiating properties than medium chain triglyceride oil. *Physiology & Behavior*, 179, 422–426. <https://doi.org/10.1016/j.phys-beh.2017.07.007>

Krishna, G., Raj, G., Bhatnagar, A.S., Kumar, P. & Chandrashekar, P. (2010). Coconut oil: chemistry, production and its applications - a review. *Indian Coconut Journal*, 15-27.

Kwiatkowski, A., Oliveira, D.M. & Clemente, E. (2012). Atividade enzimática e parâmetros físico- químicos de água de cocos colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento e estação climática. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(2), 551-559. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200029>

Lim, M. (2019, Dezembro 24). Toxic coconut wine kills at least 11 people during Christmas celebrations in the Philippines. CNN. Recuperado de <https://edition.cnn.com/2019/12/24/asia/lambanog-poisoning-philippines-intl-hnk-scli/index.html>.

Lima, E.B.C., Sousa, C.N.S., Meneses, L.N., Ximenes, N.C., Santos-Junior, M.A. & Vasconcelos,

- G.S. (2015). *Cocos nucifera* Linn (Arecaceae): a phytochemical and pharmacological review. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 00, 1–12.
- Maciel, V.T., Gomes Filho, E., Alves, R.E., Farias, J.M.S. & Humbe, U. (2009). Caracterização física dos frutos de seis cultivares de coqueiro anão em diferentes estádios de desenvolvimento. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(4), 395-398.
- Mahayothee, B., Koomyart, I., Khuwijitjaru, P., Siriwongwilaichat, P., Nagle, M. & Müller, J. (2016). Phenolic compounds, antioxidant activity, and medium chain fatty acids profiles of coconut water and meat at different maturity stages. *International Journal of Food Properties*, 19(9), 2041- 2051. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1099042>
- Manivannan, A., Bhardwaj, R., Padmanabhan, S., Suneja, P., Hebbar, K.B. & Kanade, S.R. (2016). Biochemical and nutritional characterization of coconut (*Cocos nucifera* L.) haustorium. *Food Chemistry*, 238, 153-159. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.127>
- Marina, A.M., Che Man, Y.B. & Amin, I. (2009). Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food Science and Technology*, 20(10), 481–487. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.003>
- Martins, C.R. & Júnior, L.A. (2014). Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Narayanankutty, A., Illam, S.P. & Raghavamenon, A.C. (2018). Health impacts of different edible oils prepared from coconut (*Cocos nucifera*): A comprehensive review. *Trends in Food Science and Technology*, 80, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.025>
- Nerbass, F.B. & Cuppari, L. (2013). Hemodiálise. In: Cuppari, L., Avesani, C.M. & Kamimura, M.A. *Nutrição na doença renal crônica*. (247-69 p.). Barueri: Manole.
- Nguyen, Q.T., Dharshani Bandupriya, H.D., Foale, M. & Adkins, S.W. (2016). Biology, propagation and utilization of elite coconut varieties (makapuno and aromatics). *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 579-589.
- Othaman, M.A., Sharifudin, S.A., Mansor, A., Kahar, A.A. & Long, K. (2014). Coconut water vinegar: new alternative with improved processing technique. *Journal of Engineering Science and Technology*, 9(3), 293-302.
- Philippine National Standard. (2004). Virgin coconut oil. Retrieved from <http://inatrims.kemendag.go.id/data/uploads/philippines/pns-bafps-222007-ics-67.200.10.pdf>
- Pinto, A.C.L, Vieira, M.R., Lima, D.L.F., Alves, F.A.F. & Santos, R.L. (2015). Água de coco em pó como suplemento hidroeletrolítico e energético para atletas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21(5), 390-394. <https://doi.org/10.1590/1517-869220152105141533>.
- Queiroz, A.M., Rocha, R.F.J., Garruti, D.S., Silva, A.P.V. & Araújo, I.M.S. (2017). Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. *Brazilian Journal Food Technology*, 20(e2016097), 1-11. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.9716>
- Resende, J.M. (2007). Revestimentos biodegradáveis para conservação do coco 'Anão- Verde'. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Ribeiro, M.M., Valdramidis, P.V., Nunes, C.A. & Souza, V.R. (2017). Synergistic effect of thermo-sonication to reduce enzymatic activity in coconut water. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41, 404–410. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.04.013>

- Richardson, P.I.C., Howbeer, D.M. & Ellis, D.I. (2019). Rapid quantification of the adulteration of fresh coconut water by dilution and sugars using Raman spectroscopy and chemometrics. *Food Chemistry*, 272, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.038>
- Rodsamran, P. & Sothornvit, R. (2018). Physicochemical and functional properties of protein concentrate from by product of coconut processing. *Food Chemistry*, 241, 364–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.116>
- Rohman, A. & Che Man, Y.B. (2012). Application of fourier transform infrared spectroscopy for authentication of functional food oils. *Journal Applied Spectroscopy reviews*, 47(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/05704928.2011.619020>
- Sanchez, P.C. (2008). *Philippine Fermented Foods: Principles and Technology* (516 p.). UP Press.
- Santana, I.A., Ribeiro, E.P. & Iguti, A.M. (2011). Evaluation of green coconut (*Cocos nucifera* L.) pulp for use as milk, fat and emulsifier replacer in ice cream. *Procedia Food Science*, 1, 1447 – 1453.
- Sant'anna, B.M.P., Freitas, S.P. & Coelho, M.A.Z. (2003). Enzymatic Aqueous Technology for simultaneous Coconut Protein and Oil Extraction. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 54(1), 15- 19.
- Shetty, P., D'Souza, A., Poojari, S., Narayana, J. & Rajeeva, P. (2017). Study of fermentation kinetics of palm sap from *Cocos nucifera*. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 5(3), 375-381.
- Siqueira, L.A., Aragão, W.M. & Tupinambá, E.A. (2002). *A Introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agrônômica* (24 p.). Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Srivastava, Y. & Semwal, A.D. (2015). Effect of virgin coconut meal (VCM) on the rheological, micro-structure and baking properties of cake and batter. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 8122-8130.
- Srivastava, Y., Semwal, A.D., Sharma, G.P. & Bawa, A.S. (2011). Utilization of virgin coconut meal (VCM) in the production of ready-to-eat Indian traditional sweet meat using response surface methodology. *Food and Nutrition Sciences*, 2(3), 214-221.
- Syafriani, R., Sukandar, E.Y., Apriantono, T. & Sigit, J.I. (2014). The effect of coconut water (*Cocos nucifera* L.) and an isotonic drink on the change of heart rate frequency in the rats induced hypertension. *Procedia Chemistry*, 13, 177-180.
- Taco. (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. Campinas, SP: Unicamp. Trinidad, T.P., Mallillin, A.C, Valdez, D.H., Loyola, A.L., Askali-Mercado, F.C., Castillo, J.C.,
- Encabo, R.R., Masa, D.B., Maglaya, A.S. & Chua, M.T. (2006). Dietary fiber from coconut flour: a functional food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7(4), 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2004.04.003>
- United States Department of Agriculture. (2020). FoodData central. Recuperado de <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#!/?query=coconut>.
- USP. (2008). *Tabela brasileira de composição de alimentos, versão 5.0*. São Paulo, SP: Universidade Estadual de São Paulo.
- Vysakh, A., Ratheesh, M., Rajmohan, T.P., Pramod, C., Premlal, S., Girish kumar, B. & Sibi, P.I. (2014). Polyphenolics isolated from virgin coconut oil inhibits adjuvant induced arthritis in rats through antioxidant and anti-inflammatory action. *International Immunopharmacology*, 20(1), 124–

130. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2014.02.026>

Wongpoowarak, W., Pichayakorn, W., Oungbho, K., Boontaweesakul, W., Sirivongmongkol, S. & Boonme, P. (2009). Model of Degradation Kinetics for Coconut Oil at Various Heating Temperatures. *Silpakorn University Science and Technology Journal*, 2(2), 43-49.

Zhang, Y., Zheng, Y., Duan, K. & Gui, Q. (2016). Preparation, antioxidant activity and protective effect of coconut testa oil extraction on oxidative damage to human serum albumin. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 946–953. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12945>

“

Cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* exposta à campo magnético

Welton Silva **Vieira**

UTFPR

Andreia **Anschau**

UTFPR

Thiago **Dias**

UTFPR

RESUMO

A fermentação de *S. cerevisiae* é um processo de interesse econômico dada a vasta gama de aplicações em que ela é utilizada em escala industrial. O estudo da aplicação de campo magnético em cultivos deste microrganismo, mostrou a existência de algumas “janelas” com resultados positivos, podendo presumir que é possível alterar (controlar) o metabolismo das células quando exposta a um campo magnético. Nosso estudo objetiva analisar a curva de crescimento do cultivo de *S. cerevisiae* exposta a um campo magnético de baixa intensidade, homogêneo e contínuo. Analisamos um cultivo exposto a um solenóide de 600 espiras, durante uma semana e comparamos a curva de concentração celular, consumo de substrato e no pH final com o controle (cultivo não exposto ao campo externo). Os resultados demonstraram que um campo de intensidade próxima de 8,4mT não é capaz de modificar o pH final e o consumo de substrato, nem muita diferença entre na concentração de levedura. Uma exceção aconteceu às 96 horas de cultivo, onde as células tratadas mostraram maior concentração de células que o controle. Porém, as leveduras magnetizadas tiveram maior número de células inviáveis durante toda a fermentação.

Palavras-chave: Campo magnético; Fermentação; *Saccharomyces cerevisiae*.

MICRORGANISMOS E FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

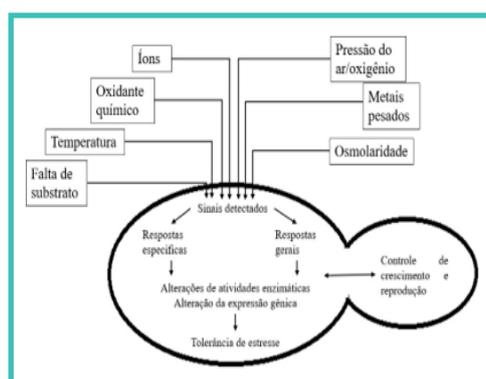
Fermentação é uma reação metabólica de degradação de moléculas orgânicas (como a glicose) para obtenção de energia (ATP), em cultivos anaeróbicos. Tal reação produz menos energia que processos aeróbicos (BRAY et al., 2011; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012; NELSON; COX, 2014). Os mesmos autores mencionam que os produtos sintetizados pelas células nestes bioprocessos, são de interesse econômico, como o etanol para as bebidas alcoólicas e dióxido de carbono para o crescimento de pães, ambos obtidos pelo cultivo de leveduras do gênero *Saccharomyces*.

Castanheira (2013) relata que a levedura, ao consumir o substrato, o utiliza para suprir duas necessidades: acúmulo de energia e aquisição de intermediário metabólicos (ATP) para divisão celular. Vignaga (2017) corrobora mencionando que o objetivo primordial das leveduras é a conversão de substrato em energia, usada para crescimento e perpetuação da espécie.

Saccharomyces cerevisiae é o microrganismo mais estudado para síntese de etanol por via fermentativa, além de ser frequentemente associado ao cultivo em biorreatores de escala industrial para a produção de bebidas alcoólicas e álcool carburante (VASCONCELOS, 2012). Apesar de diversos microrganismos possuírem a capacidade de sintetizar etanol por vias fermentativas, a *S. cerevisiae* é a mais utilizada industrialmente.

Em fermentação alcoólica, fatores físicos (como temperatura e pressão osmótica), químicos (pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (espécie, linhagem, concentração da levedura e contaminação), afetam a eficiência na conversão de açúcares em etanol (LIMA, 2001). A queda de eficiência decorre da alteração estequiométrica do processo e resulta em aumento na formação de produtos secundários (glicerol e/ou ácidos orgânicos) e massa celular. Esses fatores estressam as células e as induzem modificarem-se morfológica- e/ou metabolicamente, podendo sobreviver no meio (MORAIS, 2009). Na figura 1 estão representadas respostas de tolerância que podem ocorrer em uma levedura ao ser excitada por fenômenos físicos e químicos.

Figura 1. Esquema representativo do desencadeamento de estresse na célula de levedura.



Fonte: Adaptado de Morais (2009).

Estudos recentes buscam melhorias na fermentação industrial. Alguns temas de interesse são: aumento de tolerância por toxicidade (AUESUKAREE, 2017; QI et al., 2019), aumento de concentração celular (EL-DALATONY et al., 2016), estabilidade genética (OHASHI et al., 2019) e eficiência fermentativa (KONOPACKA; RAKOCZY; KONOPACKI, 2019). Para isso, se faz uso de avanços da ciência de engenharia genética e de controles de bioprocessos.

HIPÓTESE DA MAGNETOBIOLOGIA EM CULTIVO DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

A magnetobiologia é a área da ciência que estuda alterações que o magnetismo causa nos seres vivos (SILVÉRIO; NOLASCO, 1999). Para Binhi (2012), magnetobiologia é uma ciência multidisciplinar, que se estende da física à medicina. Porém, ainda não há uma teoria geral que explique a totalidade dos fenômenos magnetobiológicos. Por exemplo, a aplicação de campo magnético (CM) sobre a cultura pode ser uma alternativa para gerar estresse nas células e, por conseguinte, aumentar sua biomassa e/ou a síntese de produtos, os quais possuem grande interesse econômico.

Anschau e Santos (2014) mencionam a possibilidade de se controlar o metabolismo de células usando CM. O CM pode ser uma variável nos processos fermentativos quando controladas sua frequência, sua intensidade e a duração da exposição da cultura ao mesmo campo exógeno. Com isso, é possível aumentar o rendimento em massa celular e etanol. Para Zapata Montoya; Hoyos Ramirez; Quinchía B, (2005) e Villalpanda et al., (2017), a aplicação de CM sobre o reator pode melhorar os rendimentos de bioprocessos em escala industrial.

A fermentação convencional possui muitas variáveis de controle. Uma fermentação sob a ação do campo magnético adiciona mais parâmetros, como tempo de exposição, tipo CM (alternado ou contínuo) e intensidade. Nos campos alternados, a frequência também se torna uma variável a ser controlada. A orientação do sentido do CM em relação à estrutura do reator também influencia no resultado do processo. Na

Tabela 1 são apresentados alguns estudos sobre a aplicação de CM em cultivos de *S. cerevisiae*, assim como seus efeitos biológicos.

Tabela 1. Tratamento eletromagnéticos em processos fermentativos de *S. cerevisiae*

Tipo de CM	Intensidade	Resultados	Referência
CMO	33 mT* 10 – 300 Hz 10 – 100 Hz 10 – 50 Hz 50 – 100 Hz	Na frequência de 10 a 50 Hz houve maior estimulação de crescimento celular, maior produção acumulativa de CO ₂ e menor consumo acumulativo de O ₂ . Isso sugeri que o CM favorece metabolismo anaeróbico.	Bubanja et al., (2019)

CMO	16 – 18,5 mT 10 a 50 Hz	O cultivo com adição de nanopartículas de Fe ₃ O ₄ e exposta a CM, campo estimulou o crescimento celular e a atividade metabólica, aumentou a quantidade de etanol produzido e melhorou a produtividade de todo o processo. Além de facilitar o processo de reutilização de células.	Konopacka; Rakoczy; Konopacki, (2019)
CEM	10 mT 40 mT 100 mT	Redução no número de células e retardo do crescimento, acelerou do metabolismo que causou um término mais rápido de fermentação, teve melhores características organolépticas	Dobsinsky; Jedlicka, (2017)
CMO CME	12 mT 120 mT	CMO teve maior efeito estimulante do que CME para a produção de álcool	Villalpanda et al., (2017)
CMO	34 ± 0,5 mT	O cultivo com ferrofluido ao ser exposto pelo CM reduziu o crescimento celular e inibiu a atividade metabólica celular.	Rakoczy; Konopacki; Fijalkowski, (2016)

CMO: Campo magnético oscilante; CME: Campo magnético estático.

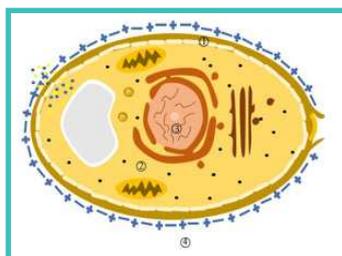
* Estudo com a mesma intensidade de campo magnético, porem diferentes frequências.

Fonte: Autores (2019).

Para Hunt e colaboradores (2009), o magnetismo exógeno sobre cultivos de células causa efeitos metabólicos e estruturais (figura 2). Algumas respostas do efeito são:

- Membrana plasmática - aumento na permeabilidade, aumento seletivo do fluxo de íons, que afetam a taxa de reações bioquímicas;
- Citoplasma – influência na atividade mitótica;
- Núcleo – alterações na expressão de genes específicos, podendo afetar a atividade enzimática.
- Célula – modulação endógena de campo elétrico, podendo alterar processos naturais.

Figura 2. Representação do interior de uma célula de levedura: (1) membrana plasmática, (2) citoplasma, (3) núcleo e (4) célula.



Fonte: Autores (2020)

Na literatura, há um número relevante de suposições para os fenômenos que ocorrem nas células sob a ação de CM. Porém, ainda são hipóteses preliminares e os resultados de como o CM age sobre a fisiologia e a morfologia das células, e os resultados são inconclusivos. Alguns autores, sugerem que a levedura sob CM tem a permeabilidade de sua membrana celular afetada, o que pode facilitar a entrada de íons e substratos (ZAPATA MONTOYA; HOYOS RAMIREZ; QUINCHÍA B, 2005; DOBŠINSKÝ, JEDLIČKA, 2017; ERENO, 2008) .

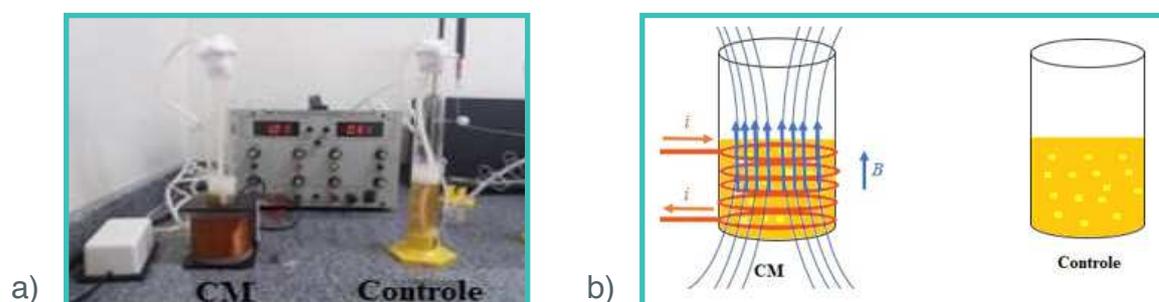
A anisotropia diamagnética apresentada pelos anéis aromáticos e nas ligações peptídicas das proteínas aparenta também ser um fator para as alterações notadas no cultivo quando exposto ao CM (WORCESTER, 1978; PAULING, 1979; ALBUQUERQUE; FERNANDES; PORTO, 2005). Nesse caso, os elétrons livres podem agir como um solenoide interno, criando um campo magnético interno que afeta toda a cadeia (WORCESTER, 1978; PAULING, 1979). As características físicas das proteínas e enzimas, como suas orientações espaciais ou sua conformação estrutural e centro catalítico também são modificadas quando CM é aplicado sobre o sistema (ALBUQUERQUE; FERNANDES; PORTO, 2005). Ghole, Damle e Thiemann (1986) verificaram que a enzima ascorbato oxidase exposta a um CM de intensidade de 1,1 T é afetada de tal forma que sua resposta depende da concentração de substrato. Em baixa (alta) concentração de substrato, a enzima é ativada (desativada).

O CM também pode influenciar as mitocôndrias, alterando o nível de ATP. Sabe-se que a corrente de transporte de elétrons forma um gradiente de íons através da membrana mitocondrial interna, e esse fluxo de elétrons pode ser modificado (FIEDLER; GRÖBNER; BERG, 1995; MARTIROSOV; BLANK, 1995; MEHEDINTU; BERG, 1997; BLANK; SOO, 2001; WANG et al., 2018). Barabáš, Radil e Malíková (2015) sugeriram teorias sobre a ação do magnetismo no brotamento de levedura, como a ressonância paramétrica iônica (IPR) e os efeitos do CM nos microtúbulos. A primeira, reforça o pensamento de modificação no fluxo de íons e elétrons e de que há perturbação na conformação das enzimas. Assim, o CM pode alterar a energia de íons e evitar que eles se liguem a locais específicos de proteínas nas membranas celular, o que leva a mudanças de influxo e efluxo através da membrana celular. O resultado são alterações de voltagem da membrana (ZAPATA MONTOYA; HOYOS RAMIREZ; QUINCHÍA B, 2005; DOBŠINSKÝ; JEDLIČKA, 2017). Na segunda suposição, sabendo que os microtúbulos possuem momento dipolo elétrico e que os níveis de atividade eletromagnética aumentam durante a fase de brotação. Esse CM endógeno é importante no processo de divisão celular. Se considerar aplicação de CM exógeno de mesmas propriedades (intensidade, frequência e tempo), então é possível controlar o momento de proliferação ou antiproliferação.

CULTIVO DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* EXPOSTO A CAMPO MAGNÉTICO HOMOGÊNEO.

A levedura *S. cerevisiae* (SA-1) foi cultivada e exposta a um CM contínuo e virtualmente homogêneo. Os cultivos foram feitos em reatores cilíndricos de 100 ml com volume útil de 40 ml, com agitação por aeração e temperatura média de 25°C, utilizando o meio de cultivo YPD e pH ajustado em 5,0. Foi utilizado CM com intensidade de 8,4 mT, gerado por um solenoide, que produz linhas indução perpendiculares à corrente elétrica. Na sequência está apresentado do experimento com e sem aplicação do CM (figura 3a) e a respectiva representação da corrente elétrica e o CM (figura 3b).

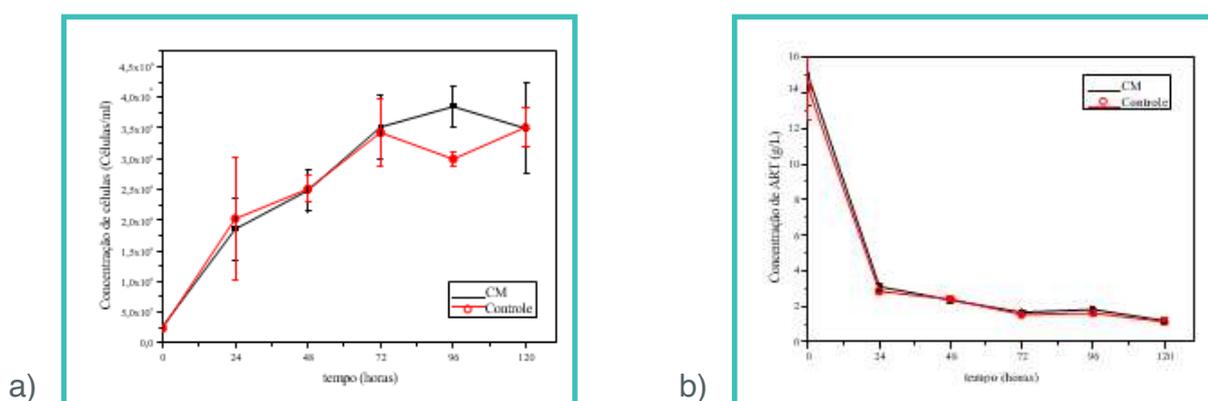
Figura 3. Cultivo de *S. cerevisiae* SA-1. CM: reator exposto a campo magnético; Controle: reator sem exposição a campo magnético; *i*: vetor sentido da corrente elétrica; *B*: vetor sentido do campo magnético.



Fonte: Autores (2019).

Após 120 horas de cultivo, a concentração celular atingiu $3,49 \times 10^6$ células/ml (figura 4). O perfil da curva de crescimento celular e consumo de glicose foi similar nos dois cultivos. Após 72h, o cultivo magnetizado apresentou um aumento de 2,6% na concentração celular, em comparação ao controle, e em 96h, foi observada a maior diferença de concentração celular entre os cultivos (28,5%). Ao final da fermentação, o cultivo com CM apresentou maior concentração de células inviáveis (figura 5).

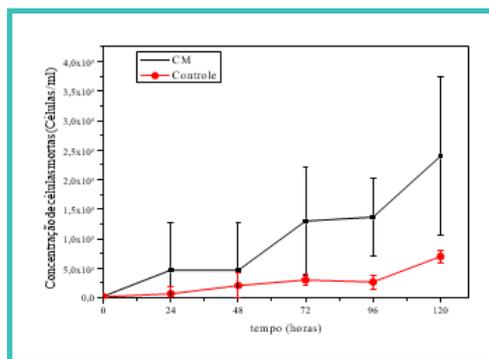
Figura 4. Concentração celular (a) e consumo de glicose (b) dos cultivos sem aplicação de CM (controle) e com aplicação de CM (CM).



Fonte: Autores (2019).

Santos et al., (2010) relataram que o CM não homogêneo de intensidade 25 – 34,3 mT e exposição de 8 – 16 h, pode estimular o crescimento microbiano entre 8,7% a 43,1%, dependendo da intensidade e tempo de exposição. Berlot et al., (2013), ao cultivar a *S. cerevisiae* exposta a um campo de 140mT e tempo de exposição de 24, 48 e 72, cultivada por 150 h, relataram um aumento na concentração celular final de 11%, 24% e 28%, respectivamente, em comparação ao controle.

Figura 5. Concentração de células inviáveis ao longo dos cultivos



Fonte: Autores, (2019).

Muniz et al., (2007), cultivaram leveduras em reatores cilindros expostos a imãs colocados na superfície externa do reator, com CM não homogêneo de intensidade 220 mT no interior do cultivo. A concentração celular dos cultivos controle e com CM durante as primeiras 8 horas foi similar. Porém, ao final da fermentação, o cultivo magnetizado apresentou concentração celular 2,5 vezes maior em relação ao controle. Os autores sugerem uma conversão de glicose em células mais efetiva com CM e que o mesmo pode afetar o ciclo celular (figura 6), especificamente acelerando a fase G1, resultando na passagem precoce da fase G1 para S e produzindo células filhas menores até a terceira geração.

Figura 6. Fases do ciclo celular da levedura: G1 (gap) – aumenta o diâmetro celular e existe ponto de verificação para ver se o meio está favorável para proliferação celular antes de iniciar a fase S; S (síntese) – ocorre a replicação do DNA; G2 – assegura que as condições intra e extracelulares estão boas para a fase M; M (mitose) – ocorre a divisão do núcleo e citoplasma e a verificação dos cromossomos, se estão ligados aos fusos mitóticos antes da divisão do mesmo para as células (BRAY et al., 2011).



Fontes: Autores, (2019).

O pH do meio é um parâmetro que regula a velocidade de crescimento das leveduras. Em meio ácido, as células gastam mais energia para manutenção do pH interno (STECKELBERG, 2001). Ao final dos cultivos, com e sem CM, foi medido o pH, sendo de 5,59 e 5,69, respectivamente. A variação do pH final entre controle e tratamento foi similar aos estudos de Perez et al., (2007) e Bayraktar, (2013).

Uma explicação para a diferença entre os valores de pH, pode ser dada em função da maior concentração celular do cultivo magnetizado. Quanto mais as células se reproduzem, mas elas consomem O_2 e produzem CO_2 . Assim, sugere-se que o meio magnetizado tenha produzido ácidos orgânicos como metabólitos secundários. Porém, não foi feita a análise da composição do meio ao fim das fermentações para validação desta hipótese.

CONCLUSÃO

O cultivo magnetizado em campo homogêneo, estático e com intensidade de 8,4 mT, apresentou máxima concentração celular em 96 horas de cultivo, sendo 28,5% superior ao controle. O consumo de glicose foi similar em ambos os cultivos, descartando-se a hipótese de que as leveduras magnetizadas – nessa intensidade e tempo de exposição – facilitam passagem de substrato pela membrana e conseqüentemente aumentem a disponibilidade do substrato no interior da célula. O CM impulsionou a morte celular ao longo do cultivo e o pH foi similar ao final dos cultivos. Dessa forma, pode-se concluir que o pH não regulou a velocidade de crescimento celular, nem alterou a energia metabólica para manutenção celular.

É visto que o CM é de fácil aplicação e controle em bioprocessos, mas há necessidade de estudos futuros para determinar intensidade, duração e tipo de CM para o aumento da proliferação celular e a síntese de produtos de interesse econômico. Alguns fatores biológicos também devem ser observados, como tipo de microrganismo e sua concentração inicial (inóculo), bem como a fonte de substratos. Por fim, análises proteômicas e metabolômicas também são consideradas fundamentais para elucidar as alterações estruturais de proteínas e expressões gênicas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, W. W. .; FERNANDES, T. S.; PORTO, A. L. . The Static Magnetic Field influence on the proteases production and activity. *Bioelectromagnetics*, v. 16, 2005.

ANSCHAU, A.; SANTOS, L. O; Aplicação de campos magneticos e eletromagneticos na biotecnologia; Tendências e inovações em ciência, tecnologia e engenharia de alimentos. Editora Atheneu, p. 147 (2014)

AUESUKAREE, C. Molecular mechanisms of the yeast adaptive response and tolerance to stresses encountered during ethanol fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 124, n. 2,

p. 133–142, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2017.03.009>>.

BAYRAKTAR, V. N. Magnetic field effect on yeast *Saccharomyces cerevisiae* activity at grape must fermentation. *Biotechnologia Acta*, v. 6, n. 1, p. 125–137, 2013.

BERLOT, M. et al. The Influence of Treatment of *Saccharomyces cerevisiae* Inoculum with a Magnetic Field on Subsequent Grape Must Fermentation. *Chemical and biochemical engineering quarterly*, v. 27, n. 4, p. 423–429, 2013.

BINHI, V. N. INTRODUCTION. In: *Magnetobiology: Underlying Physical Problems*. San Diego: Elsevier Science Ltd., 2012. p. 1–28.

BLANK, M.; SOO, L. Optimal frequencies for magnetic acceleration of cytochrome oxidase and Na,K-ATPase reactions. *Bioelectrochemistry*, v. 53, n. 2, p. 171–174, 2001.

BRAY, A. et al. *Fundamentos da Biologia celular*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BUBANJA, I. N. et al. The influence of low-frequency magnetic field regions on the *Saccharomyces cerevisiae* respiration and growth. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, v. 143, n. May, p. 107593, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cep.2019.107593>>.

CASTANHEIRA, D. D. Estudos sobre a produção de etanol em células de *Saccharomyces cerevisiae* com maior atividade da enzima H⁺-ATPase de membrana citoplasmática. 2013. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2921/1/DISSERTAÇÃO_EstudoProduçãoEtanol.PDF>.

DOBŠINSKÝ, J.; JEDLIČKA, J. BIOLOGICAL EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON THE FERMEN- TATION OF WINE. *Journal, Potravinarstvo Slovak Sciences, Food*, v. 11, n. 1, p. 575–579, 2017.

EL-DALATONY, M. M. et al. Long-term production of bioethanol in repeated-batch fermentation of microalgal biomass using immobilized *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresource Technology*, v. 219, p. 98–105, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.07.113>>.

ERENO, D. A força do magnetismo. *PESQUISA FAPESP*, v. 143, p. 70–71, 2008. FIEDLER, U.; GRÖBNER, U.; BERG, H. Electrostimulation of yeast proliferation. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, v. 38, n. 2, p. 423–425, 1995.

GHOLE, V. S.; DAMLE, P. S.; THIEMANN, W. H. P. Effect of Magnetic Field on Ascorbic Acid Oxidase Activity, I. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, v. 41, n. 3, p. 355–358, 1986.

HUNT, R. W. et al. Electromagnetic biostimulation of living cultures for biotechnology, biofuel and bioenergy applications. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 10, n. 10, p. 4515–4558, 2009.

KONOPACKA, A.; RAKOCZY, R.; KONOPACKI, M. The effect of rotating magnetic field on bioethanol production by yeast strain modified by ferrimagnetic nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, v. 473, n. June 2018, p. 176–183, 2019.

LIMA, U. de A. *Biotecnologia industrial - Processos fermentativos e enzimáticos*. São Paulo: Blucher, 2001.

MARTIROSOV, S.; BLANK, M. Inhibition of F₀F₁-H⁺-ATPase activity in ac fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, v. 37, n. 2, p. 153–156, 1995.

- MEHEDINTU, M.; BERG, H. Proliferation response of yeast *saccharomyces cerevisiae* on electromagnetic field parameters. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, p. 67–70, 1997.
- MORAIS, M. R. Produção de etanol em meio sintético com recuperação decfermento entre bate-ladas sucessivas. 2009. Universidade Estadual Paulista, 2009.
- MUNIZ, J. B. et al. Influence of Static Magnetic Fields on *S . cerevisiae* Biomass Growth. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 50, n. 3, p. 515–520, 2007.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 6. ed. New York: Artmed, 2014.
- OHASHI, M. et al. Stable N-acetyltransferase Mpr1 improves ethanol productivity in the sake yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v. 46, n. 7, p. 1039–1045, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10295-019-02177-3>>.
- PAULING, L. Diamagnetic anisotropy of the peptide group. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 76, n. 5, p. 2293–2294, 1979.
- PEREZ, V. H. et al. Bioreactor coupled with electromagnetic field generator: effects of extremely low frequency electromagnetic fields on ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnology Progress*, v. 23, n. 5, p. 1091–1094, 2007.
- QI, Y. et al. Engineering microbial membranes to increase stress tolerance of industrial strains. *Metabolic Engineering*, v. 53, n. December 2018, p. 24–34, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ymben.2018.12.010>>.
- RAKOCZY, R.; KONOPACKI, M.; FIJAŁKOWSKI, K. The influence of a ferrofluid in the presence of an external rotating magnetic field on the growth rate and cell metabolic activity of a wine yeast strain. *Biochemical Engineering Journal*, v. 109, p. 43–50, 2016.
- SANTOS, L. O. et al. Effects of magnetic fields on biomass and glutathione production by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Process Biochemistry*, v. 45, n. 8, p. 1362–1367, 2010.
- SILVÉRIO, A. H. O.; NOLASCO, D. O. *Aspectos Gerais Sobre o Biomagnetismo*. 1999. Universidade católica de Brasília, 1999.
- STECKELBERG, C. S. R. A. Caracterização de leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas. 2001. 1 2001.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- VASCONCELOS, J. N. de. *Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol: tecnologias e perspectivas*. Viçosa, MG: Mecnas, 2012.
- VIGNAGA, I. R. L. *PERMEADO DE SORO DE QUEIJO UTILIZANDO A LEVEDURA Saccharomyces cerevisiae*. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- VILLALPANDA, M. A. et al. Efecto del tratamiento magnético sobre la fermentación de vino base de azúcar crudo Effect of the magnetic treatment on fermentation of raw sugar. p. 561–573, 2017.
- WANG, D. et al. Cellular ATP levels are affected by moderate and strong static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, v. 39, n. 5, p. 352–360, 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/bem.22122>>.
- WORCESTER, D. L. Structural origins of diamagnetic anisotropy in proteins. *Proceedings of the*

National Academy of Sciences of the United States of America, v. 75, n. 11, p. 5475–5477, 1978.

ZAPATA MONTOYA, J. E.; HOYOS RAMIREZ, M.; QUINCHÍA B, L. A. Parámetros cinéticos de crecimientos de *Saccharomyces cerevisiae* en presencia de un campo magnético variable de baja intensidad y alta frecuencia. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmaceutica*, v. 12, n. 0121–4004, p. 39–44, 2005.

“

Desenvolvimento de bebida à base de amendoim (*Arachis hypogaea*) com adição de fibras e estabilizada com hidrocolóides

Giovanna **Ferrero**

FTT

Geovana Vasconcelos **Gonçalves**

FTT

Cátia Palma de Moura **Almeida**

FTT

RESUMO

Considerando a crescente busca por alimentos saudáveis e a mudança de hábitos alimentares, a produção de extratos vegetais se torna necessária para atender essa demanda, além de ser uma alternativa importante para as pessoas intolerantes à lactose ou alérgicas à proteína do leite. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma bebida à base de extrato de amendoim sendo fonte de fibras, pela adição da goma arábica, e estabilizada com hidrocolóides (gomas guar e xantana). Para o preparo da bebida, os grãos torrados foram triturados, e adicionaram-se as gomas e a água. O extrato passou por um tratamento térmico de 85°C por 3 minutos sob agitação e foi filtrado em peneira mesh 28. Para chegar a formulação ideal foi elaborado planejamento experimental para observar a interação das gomas em relação aos sólidos e a sua estabilidade. A partir dos resultados obtidos foram testadas formulações com diferentes concentrações (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05%) das gomas xantana e guar e as amostras que se mantiveram estáveis durante 24h sob refrigeração foram submetidas a análise sensorial de ordenação e aceitação global e intenção de compra. As amostras preferidas foram as com 0,04 e 0,05% de concentração e, visando a viabilidade econômica do projeto, foi escolhida a formulação com 0,04% para determinar a composição centesimal. A avaliação sensorial obteve boa aceitação global (8 ± 1) pelos provadores e intenção de compra de 73%, além de obter 1,5% de fibras na sua composição, podendo ser considerada como fonte de fibras na porção.

Palavras-chave: Amendoim; Estabilidade; Fibras; Hidrocolóides.

INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa do IBOPE (Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística), em abril de 2018, 14% da população Brasileira se declara vegetariana, mostrando um crescimento de 75% em relação a 2012, ou seja, 30 milhões de brasileiros que se declaram adeptos a esta opção alimentar. Quanto ao mercado, de janeiro de 2012 a dezembro de 2017 o volume de buscas por produto “vegano” aumentou 14 vezes no Brasil. Neste país existem, cerca de 240 restaurantes vegetarianos e veganos, além de um *boom* de lançamentos de pratos e lanches veganos em restaurantes e lanchonetes não-vegetarianas.

O crescimento do mercado brasileiro reflete tendências mundiais: no Reino Unido, houve crescimento de 360% no número de veganos no país na última década (2005-2015). Nos Estados Unidos, o número de veganos dobrou em 6 anos (2009-2015). Nos supermercados brasileiros também já é possível encontrar muitas versões veganas de produtos cárneos ou lácteos, como nuggets, presuntos, kibes, coxinhas, salsichas, linguiças, sorvetes e requeijões.

Os extratos vegetais (soja, arroz, milho, castanha, etc.) também chamados de “leites vegetais” são alternativas importantes para as pessoas intolerantes à lactose ou alérgicas à proteína do leite de vaca, uma vez que possuem valores nutricionais importantes e baixo custo de produção (OLIVEIRA, V.C.D., 2013).

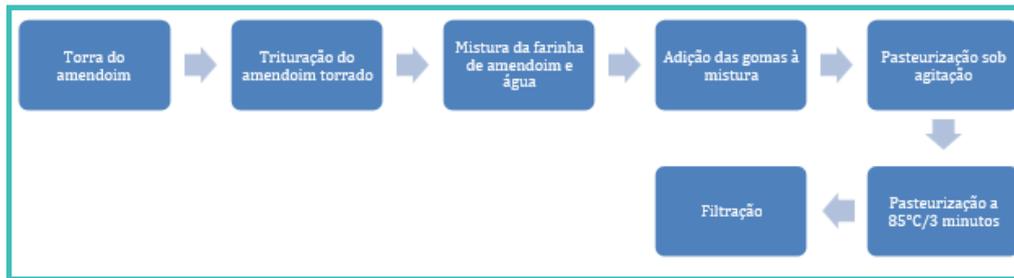
Portanto, o presente trabalho tem como proposta avaliar a influência da goma arábica em uma bebida à base de amendoim, como fonte de fibras, e estabilizada com hidrocolóides (gomas guar e xantana).

METODOLOGIA

Produção do extrato

Os extratos foram produzidos na Faculdade de Tecnologia Termomecânica, utilizando-se uma adaptação do método descrito por Barros Neto et al. (2014), no qual, empregaram-se as etapas exibidas no Fluxograma 1, utilizando a relação 1:8 (amendoim:água), para obtenção do padrão utilizado para comparação com as demais amostras adicionadas das gomas guar e xantana, a fim de avaliar a estabilidade do padrão (sem hidrocolóides) e das amostras adicionadas de gomas.

Fluxograma 1. Processamento adaptado do extrato de amendoim



Fonte: Adaptado de Barros Neto et al., 2014.

- Os amendoins, torrados, dessalgados e despeliculados da marca Santa Helena®, foram triturados com auxílio do moinho de bancada Basic Mill IKA®; formando a farinha de amendoim, que foi misturada à água filtrada;
- Incorporaram-se as gomas à mistura anterior, e realizou-se a pasteurização sob agitação, com auxílio do misturador de bancada e da chapa de aquecimento, até atingir 85°C, durante três minutos;
- Por fim, filtrou-se o extrato com peneira Mesh 28.

Para determinar as características mais favoráveis, foram realizadas análises sensoriais, com alunos da Faculdade de Tecnologia Termomecânica, segundo metodologia afetiva descrita por Dutcosky (2011), através de testes de ordenação preferência, avaliando a influência da concentração do extrato e do grau de filtração. Além disso, foi feita análise sensorial por escala hedônica, para identificar o quanto os julgadores gostaram ou desgostaram do produto, e de intenção de compra.

Após a obtenção do padrão, realizou-se o teste preliminar de bancada para identificar a concentração necessária das gomas guar, xantana avaliando a sinergia do sistema, para atingir a estabilidade desejada, inserindo as informações para confeccionar o modelo matemático através do planejamento experimental. Sendo assim, ao extrato previamente produzido, foram adicionadas diferentes concentrações das gomas e suas influências foram avaliadas, através da verificação da estabilidade em proveta, a temperatura de 5°C, e avaliação dos parâmetros no viscosímetro Visco Basic Fungilab S.A.®, a 20°C.

Determinada a concentração ideal de cada goma utilizada como estabilizante/espessante (xantana e guar), procederam-se os testes para avaliar a influência da adição de goma arábica, buscando obter um produto fonte de fibras, segundo Brasil (2012).

Análise físico-química

Foram realizadas análises físico-químicas para determinar a composição centesimal do produto final de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi obtido por secagem em estufa a 105°C; a análise de cinzas foi realizada através do procedimento de incineração a 550°C; o percentual de proteínas foi verificado pelo método de Kjeldahl modificado; e o conteúdo de lipídios foi identificado pelo método de Rose-Gottlieb (Monjonier); o teor de fibras foi avaliado pelo método enzimático-gravimétrico AOAC 991.43.; e a concentração de carboidratos contido no produto foi determinado através do cálculo por diferença.

Fibras

Após a definição da formulação padrão, foram iniciados os testes com aplicação da goma arábica, utilizada para adição de fibras. Sendo assim, produziram-se diferentes formulações, que foram submetidas à avaliação de viscosidade, no viscosímetro Visco Basic Fungilab S.A.®, a 20°C., além de verificar a estabilidade apresentada após 24 horas, sob temperatura de 5°C.

RESULTADOS

Análises preliminares

Inicialmente, foram preparados extratos nas concentrações de 1:6, 1:7 e 1:8, para avaliar as referências encontradas na literatura, pelo método descrito por Barros Neto et al. (2014). Para escolher a melhor concentração, foi realizada análise sensorial, na Faculdade de Tecnologia Termomecânica, com sessenta e três (63) julgadores não treinados, em um teste de ordenação, no qual as amostras foram ranqueadas conforme a proporção de preferência, segundo metodologia descrita por Dutcosky (2011). Após avaliação dos resultados, verificou-se que as amostras preferidas pelos julgadores, à 5% de nível de significância, foram as de proporções 1:6 e 1:7. Com isso, e pensando também no rendimento do produto final e nas questões econômicas, definiu-se a formulação com a proporção 1:7, sendo uma parte de amendoim para sete partes de água.

Além disso, realizou-se uma segunda análise com sessenta e três (63) julgadores não treinados, no mesmo local, para verificar a preferência quanto ao extrato filtrado em três tamanhos de peneira diferentes, sendo Mesh 14, 28 e 32, através de teste de ordenação preferência. A análise não apresentou diferença significativa, à 5% de nível de significância, entre as amostras, e foi escolhida a peneira de Mesh 28 por apresentar o maior total de ordenação dentre as demais.

Com os testes iniciais, definiu-se a formulação padrão do extrato, com concentração equivalente a uma parte de amendoim para sete partes de água (1:7), e filtração em peneira de Mesh 28.

Após a definição da formulação padrão, foram iniciados os testes com aplicação das gomas. Inicialmente, verificou-se grande dificuldade na aquisição da goma Acácia, utilizada para o enriquecimento com fibras, ou por não ser mais amplamente utilizada e difundida no mercado, ou por dificuldades em produção e custo pelas empresas pois, após contato realizado com 8 empresas diferentes, apenas duas responderam positivamente, informando que possuíam o produto. Por fim, foi possível obtê-la na empresa Synth®.

A Tabela 1 apresenta dados acerca do resultado da viscosidade, relacionado às concentrações utilizadas, após realização do teste com aplicação das gomas guar e xantana.

Tabela 1. Viscosidade medida com a utilização de diferentes gomas

RPM	Concentração (%)	Goma	Viscosidade (cP)
100	0,2	Guar	340
	0,2	Xantana	260
100	0,1 + 0,1	Guar + Xantana	1100

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Observou-se sinergismo intenso entre as gomas guar e xantana, evidenciado pelo valor apresentado na tabela anterior, aumentando muito a viscosidade, assemelhando-se à textura de um flan. As Figuras 1 e 2, demonstram a textura obtida em cada amostra e a estabilidade após 24 horas sob temperatura de 5°C.

Figura 1. Comparação das viscosidades (xantana + guar [A], xantana [B] e guar [C], respectivamente)

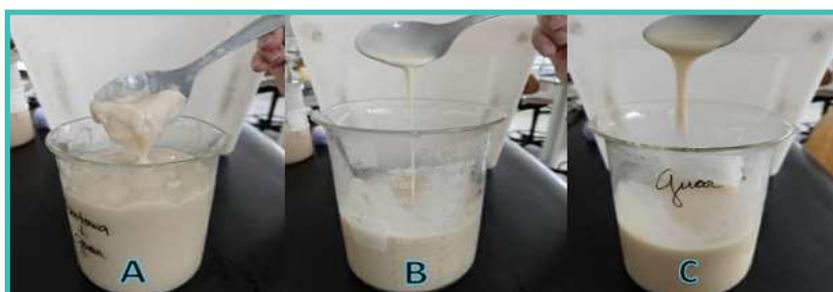


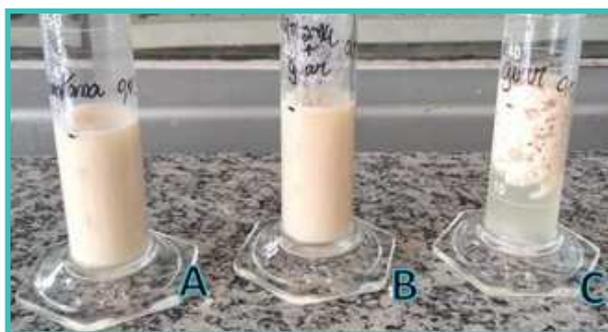
Figura 2. Comparação da estabilidade (0,2% guar [A], 0,1% guar + 0,1% xantana [B] e 0,2% xantana [C], respectivamente)



Conforme demonstrado, as amostras não apresentaram separação de fases, demonstrando a eficácia no emprego de tais gomas.

Visando reduzir o custo da preparação, preparam-se mais três amostras, com concentrações menores de cada uma das gomas, sendo 0,1% de xantana/guar e um terceiro teste utilizando a concentração total dividida em duas partes iguais (0,05% de xantana e 0,05% de guar). Os resultados obtidos são demonstrados na Figura 3.

Figura 3. Comparação da estabilidade (0,1% xantana [A], 0,05% guar + 0,05% xantana [B] e 0,1% guar [C], respectivamente)



É possível verificar que, avaliando a separação apresentada após 24 horas sob temperatura de 5°C, dentre as amostras apresentadas, a opção mais favorável, do ponto de vista econômico e prático, é a que utiliza as gomas xantana e guar. Isso pode ser explicado pela evidente sinergia entre as gomas, que favorece a viscosidade e a estabilidade da mistura, aplicando pequenas quantidades de cada ingrediente. Desta forma, obteve-se a concentração ideal, 0,05% de goma xantana e 0,05% de goma guar, antes da adição da goma acácia (FENNEMA; PARKIN, 2008; DAMODARAN, 2008).

Adição de fibras

Em sequência, procederam-se aos testes com adição de fibras. Sendo assim, produziram-se as amostras listadas na Tabela 2, que foram submetidas à avaliação de viscosidade, além de verificar a estabilidade apresentada após 24 horas, sob temperatura de 5°C.

Tabela 2. Formulações

Insumos	Formulação 1 (%)	Formulação 2 (%)	Formulação 3 (%)	Formulação 4 (%)
Água	78,75	70,00	75,30	76,50
Amendoim	11,25	10,00	10,60	10,90
Açúcar	10,00	10,00	10,00	10,00
Goma Arábica	0,00	10,00	5,00	2,50
Goma Xantana	0,05	0,05	0,05	0,05
Goma Guar	0,05	0,05	0,05	0,05

Fonte: Autoria própria, 2019.

Na Tabela 3 nota-se que, quanto maior a quantidade de goma arábica utilizada, menor é seu pH, apresentando uma redução de 18%, relacionando a formulação padrão sem a goma e a amostra preparada com uma concentração de 10% de goma arábica.

$$\text{Variação de pH} = \left(1 - \frac{\text{pH da amostra com 10\% de goma arábica}}{\text{pH da amostra padrão}}\right) \times 100$$

$$\text{Variação de pH} = \left(1 - \frac{5,5}{6,7}\right) \times 100$$

$$\text{Variação de pH} = 18\%$$

O relato desta ocorrência foi verificado na literatura e, devido a presença de cargas iônicas, o pH das soluções preparadas com a goma arábica sofre interferência, sendo reduzido à medida que é adicionada goma arábica na solução, elevando a quantidade de cargas iônicas (BOBBIO; BOBBIO, 2001, RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

Tabela 3: pH de cada concentração

Concentração Goma Arabica (%)	0	2,5	5	10
pH	6,7±0,1	5,9±0,1	5,7±0,0	5,5±0,1

Fonte: Autoria própria, 2019.

As amostras produzidas com goma arábica foram comparadas ao padrão, obtido da melhor formulação base composta pelo extrato de amendoim adoçado, estabilizado com as gomas guar e xantana, sendo cada qual na concentração de 0,05%. A conferência é exibida na Figura 4.

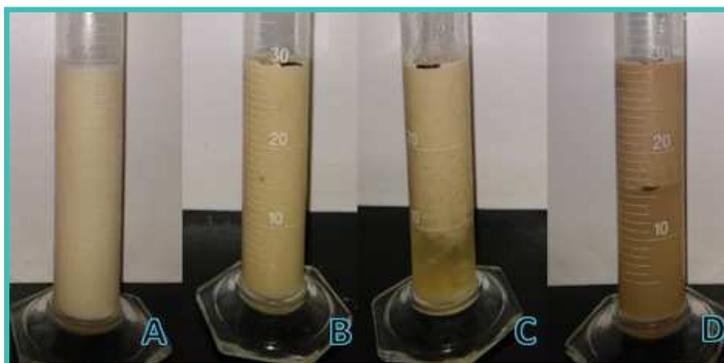
A viscosidade foi medida com as amostras à temperatura ambiente (20°C). A Tabela 4 apresenta dados acerca do resultado da viscosidade, relacionado às concentrações distintas de goma arábica.

Tabela 4. Viscosidade medida utilizando diferentes concentrações de goma arábica

RPM	100	100	100	100
Concentração Goma Arabica (%)	0	2,5	5	10
Viscosidade (cP)	305	50	53	72

Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 4. Comparação da estabilidade com adição de goma arábica (0% [A], 2,5% [B], 5% [C] e 10% [D], respectivamente).



A Figura 4 apresenta o comparativo de estabilidade e coloração entre as amostras. Observa-se que a goma arábica apresenta interação com outras gomas, reduzindo tanto a viscosidade quanto a estabilidade das soluções, sendo que em concentrações maiores, como pode ser verificado nas amostras à 5% (C) e 10% (D), ocorre a separação de fases em ambos os casos. Neste teste, a melhor amostra é a produzida com 2,5% (B) de goma arábica, mantendo a estabilidade e a coloração estáveis e podendo se enquadrar como alimento fonte de fibras no cálculo teórico direto, pois, segundo a Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 54 (BRASIL, 2012), a quantidade de fibras para que um alimento líquido seja considerado como fonte de fibras é de 2,5g na porção. A adição da goma arábica demonstra uma alteração clara na viscosidade e estabilidade do produto, reduzindo a viscosidade em 84%, comparando-se a amostra padrão e a de concentração 2,5% (que não apresentou separação), uma vez que a goma arábica, devido a seu baixo peso molecular e estrutura ramificada, forma soluções pouco viscosas (BOBBIO; BOBBIO, 2001, RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; CÂNDIDO; CAMPOS, 1996). Outro fato observado, foi a alteração na coloração, demonstrando que, quanto maior a quantidade de goma arábica adicionada, mais escura se torna a bebida, fato que pode ser explicado pela interação entre a coloração da própria goma, que varia entre amarelo pálido e laranja dourado, e do extrato de amendoim, que apresenta cor bege claro.

Planejamento Experimental

O planejamento experimental foi realizado para estabelecer o modelamento matemático da estabilidade do extrato, levando em consideração a sinergia entre as gomas xantana e guar e os sólidos presentes. Foram avaliadas três variáveis, sendo as quantidades usadas das gomas guar e xantana e do amendoim para a produção das amostras, sempre tomando como referência as concentrações verificadas na literatura. Para o amendoim, uma parte para oito partes de água, representando 12,5%, descrito por Barros Neto et al. (2014); para as gomas guar e xantana, 0,2% para cada, conforme recomendado por Lins (2010).

Foram determinados os pontos centrais, intermediários e axiais para as três variáveis (amendoim, xantana e guar), que são apresentados na Tabela 5 (RODRIGUES & LEMMA, 2014).

Tabela 5. Pontos centrais, intermediários e axiais

Variáveis	-1,68	-1	0	1	1,68
Xantana	0,00	0,09	0,20	0,32	0,40
Guar	0,00	0,09	0,20	0,32	0,40
Amendoim	0,00	6,00	12,5	19,0	25,0

Fonte: Autoria própria, 2019.

Os valores utilizados, codificados e decodificados, para cada variável nas amostras são apresentados na Tabela 6, junto com os valores obtidos para viscosidade, pH e concentração de sólidos solúveis (medido em °Brix) nos experimentos. Tal qual nas análises anteriores, a viscosidade foi aferida utilizando cem rotações por minuto.

Tabela 6. Variáveis codificadas e decodificadas de cada amostra

Amostras	X1	X2	X3	% Xantana (X1)	% Guar (X2)	Viscosidade de (cP)	Viscosidade de (cP)	pH	°Brix
1	- 1,00	- 1,00	- 1,00	0,09	0,09	6,00	105	6,19	2,70
2	- 1,00	- 1,00	1,00	0,09	0,09	19,00	365	6,41	5,00
3	- 1,00	1,00	- 1,00	0,09	0,32	6,00	317	6,23	2,70
4	-1,00	1,00	1,00	0,09	0,32	19,00	1415	6,19	5,50
5	1,00	- 1,00	- 1,00	0,32	0,09	6,00	505	6,12	3,00
6	1,00	- 1,00	1,00	0,32	0,09	19,00	1335	6,33	5,20
7	1,00	1,00	1,00	0,32	0,32	19,00	2650	6,35	6,20
8	-1,68	0,00	0,00	0,00	0,20	12,50	124	6,37	3,80
9	-1,68	0,00	0,00	0,40	0,20	12,50	1300	6,11	4,40
10	0,00	-1,68	0,00	0,20	0,00	12,50	238	6,30	3,80
11	0,00	1,68	0,00	0,20	0,40	12,50	1250	6,34	4,40
12	0,00	0,00	-1,68	0,20	0,40	0,00	380	5,15	2,00
13	0,00	0,00	1,68	0,20	0,20	25,00	2370	6,26	7,00
14	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	12,50	595	6,23	3,80
15	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	12,50	675	6,25	4,00
16	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	12,50	800	6,29	4,00
17	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	12,50	635	6,27	3,60
18	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	12,50	710	6,27	3,80
19	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	12,50	635	6,28	3,80

Fonte: Autoria própria, 2019.

As amostras foram produzidas conforme descrito anteriormente, utilizando 1,5% de goma arábica para aumentar o teor de fibras. Buscando a saudabilidade do produto, optou-se por produzi-lo sem a adição de açúcares ou edulcorantes, sendo o dulçor característica opcional, conforme preferência do consumidor.

Com os resultados elaboraram-se no software Statistica o gráfico de Pareto e a tabela ANOVA, cujas imagens estão demonstradas nas Figuras 5 e 6.

Figura 5. Gráfico de Pareto

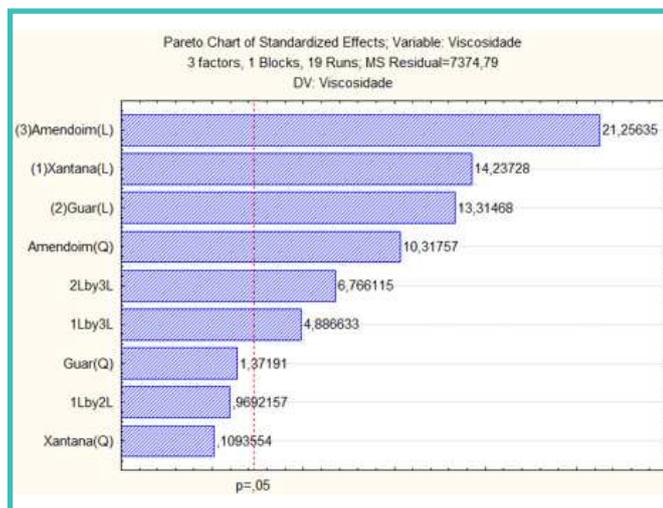


Figura 6. Tabela ANOVA

ANOVA, Var.:Viscosidade, R-sqr=,99269, Adj. ,98538 (Spreadsheet in Workbook11)					
3 factors, 1 Blocks, 19 Runs, MS Residual=7374,79					
DV: Viscosidade					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Xantana (L)	1494872	1	1494872	202,7002	0,000000
Xantana (Q)	88	1	88	0,0120	0,915320
(2)Guar (L)	1307407	1	1307407	177,2806	0,000000
Guar (Q)	13880	1	13880	1,8821	0,203316
(3)Amendoim(L)	3332169	1	3332169	451,8324	0,000000
Amendoim(Q)	785063	1	785063	106,4522	0,000003
1L by 2L	6928	1	6928	0,9394	0,357761
1L by 3L	176104	1	176104	23,8792	0,000863
2L by 3L	337620	1	337620	45,7803	0,000082
Error	66373	9	7375		
Total SS	9076838	18			

A partir do gráfico de Pareto e da primeira tabela ANOVA, pode-se ponderar que os fatores quadráticos de xantana, guar e a interação entre estes fatores não é significativa. Sendo assim, é necessário retirá-los do modelo matemático, conforme exibido na Figura 7.

Figura 7. Tabela ANOVA corrigida

ANOVA, Var.:Viscosidade, R-sqr=,99056, Adj. ,98584 (Spreadsheet in Workbook11)					
3 factors, 1 Blocks, 19 Runs, MS Residual=7141,703					
DV: Viscosidade					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Xantana (L)	1520369	1	1520369	212,8860	0,000000
(2)Guar (L)	1326028	1	1326028	185,6739	0,000000
(3)Amendoim(L)	3618870	1	3618870	506,7236	0,000000
Amendoim(Q)	776763	1	776763	108,7643	0,000000
1L by 3L	219965	1	219965	30,8001	0,000126
2L by 3L	406484	1	406484	56,9170	0,000007
Error	85700	12	7142		
Total SS	9076838	18			

A partir dos dados inseridos no software, foi possível elaborar um modelo matemático,

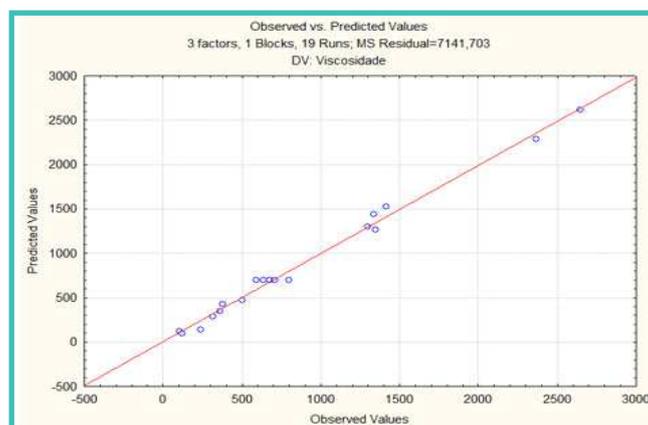
baseando-se nos coeficientes de regressão obtidos após a análise, conforme exibido na Figura 8.

Figura 8. Tabela de coeficientes de regressão

Regr. Coefficients; Var. Viscosidade, R-sqr=.99056; Adj. 98584 (Spreadsheet in Workbook11)						
3 factors, 1 Blocks, 19 Runs; MS Residual=7141,703						
DV: Viscosidade						
Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(12)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	698,4940	24,55081	28,45096	0,000000	645,0024	751,9856
(1)Xantana (L)	358,5291	24,57259	14,59061	0,000000	304,9900	412,0682
(2)Guar (L)	334,8315	24,57259	13,62622	0,000000	281,2924	388,3706
(3)Amendoim(L)	553,1418	24,57259	22,51052	0,000000	499,6027	606,6800
Amendoim(Q)	231,7306	22,21980	10,42901	0,000000	183,3178	280,1434
.1L by 3L	186,4261	33,59157	5,54979	0,00126	113,2363	259,6158
.2L by 3L	253,4261	33,59157	7,54434	0,000007	180,2363	326,6158

Para comprovar a eficiência do modelo matemático ajustado obtido, demonstrado na Equação I, a Figura 9 elucida o comportamento da reta relacionado aos valores estudados.

Figura 9. Gráfico de comportamento entre valores observados e preditos



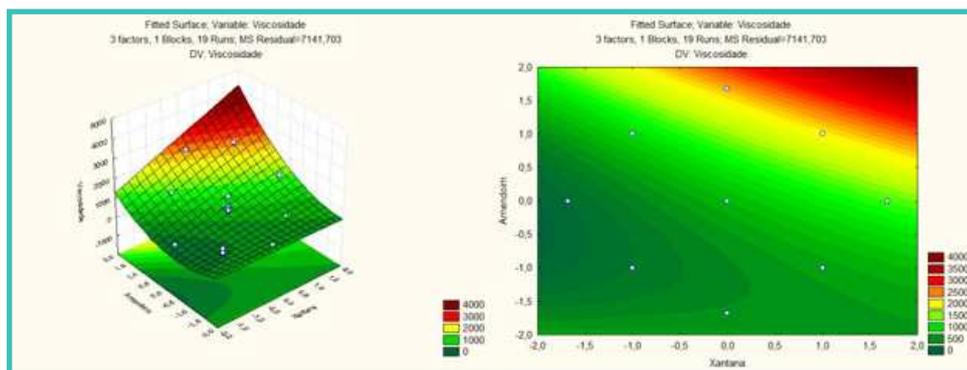
O modelo matemático ajustado obtido está demonstrado na Equação I:

$$\mu = 698,4940 + 358,5291x_1 + 334,8315x_2 + 553,1418x_3 + 231,7306x_2 + 186,4261x_1x_3 + 253,4261x_2x_3 \quad (I)$$

O ajuste alcançado ($R^2=0,99056$) mostrou dependência da viscosidade em relação à três variáveis testadas, x_1 (Xantana), x_2 (Guar) e x_3 (Amendoim). Observa-se, contudo, que o fator associado à concentração de amendoim é o mais importante na elevação da viscosidade, por apresentar coeficiente numérico mais elevado, seguido pela concentração de xantana e pela concentração de guar.

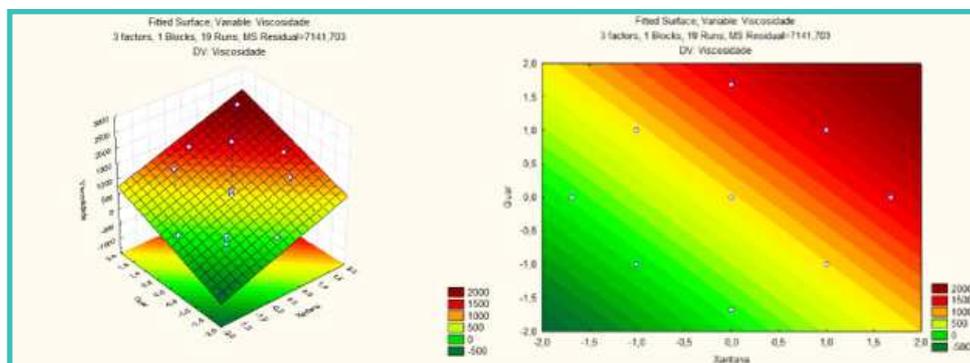
Os perfis tridimensionais das superfícies de resposta do modelo e as projeções bidimensionais estão demonstrados nas Figuras 10 a 12, baseadas nas variáveis codificadas (escala de -1,68 a 1,68):

Figura 10. Perfil tridimensional e Superfície Plana Amendoim x Xantana



Na Figura 10, verifica-se o perfil obtido da viscosidade pela variação dos parâmetros xantana e amendoim, mantendo-se a concentração de guar fixada em 0,2% (ponto central descodificado) / 0 (ponto central codificado). Pode-se observar que, dentro o intervalo de valores testados, ambos os fatores foram importantes na alteração dos resultados obtidos, tendo direta relação com o aumento da viscosidade. Maiores concentrações de amendoim elevam a quantidade de sólidos presentes, contribuindo para o aumento da viscosidade. A goma xantana, devido a suas características estruturais e ao seu alto peso molecular, possui elevado potencial para o aumento da viscosidade (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

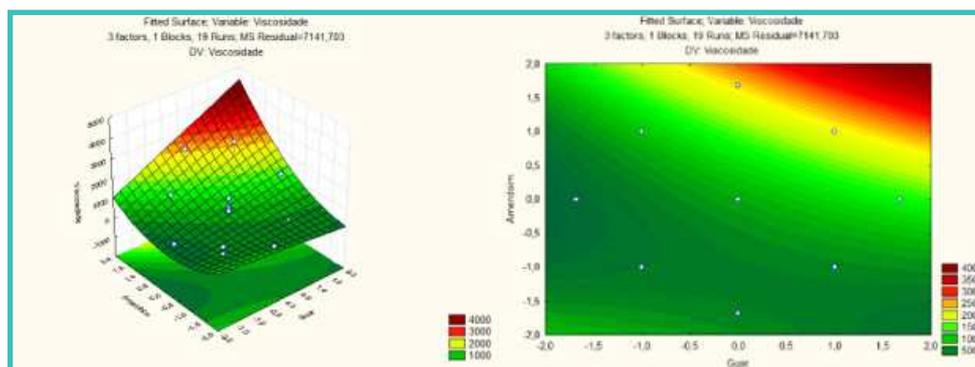
Figura 11. Perfil tridimensional e Superfície Plana Guar x Xantana



Na Figura 11, observa-se o perfil obtido da viscosidade pela variação dos parâmetros guar e xantana, mantendo-se a concentração de amendoim fixada em 12,5% (ponto central descodificado) / 0 (ponto central codificado). Pode-se analisar que, dentro o intervalo de valores testados, ambos os fatores foram importantes na alteração dos resultados obtidos, tendo direta relação com o aumento da viscosidade. Apesar da xantana ter apresentado contribuição ligeiramente maior em relação a variável dependente, ambas são responsáveis pela elevação da viscosidade devido a sinergia atuante entre elas, comprovando que, quando utilizada a baixas concentrações, a goma xantana pode ser insuficiente para manter as partículas em suspensão, sendo necessário utilizá-la em sinergismo com outra goma (SOLER, 2000). Sendo assim, a utilização da goma guar surgiu da necessidade de elevar

o potencial de aumento de viscosidade da xantana.

Figura 12. Perfil Tridimensional e Superfície Plana Guar x Amendoim



Na Figura 12, verifica-se o perfil obtido da viscosidade pela variação dos parâmetros guar e amendoim, mantendo-se a concentração de xantana fixada em 0,2% (ponto central descodificado) / 0 (ponto central codificado). Pode-se observar que, dentro o intervalo de valores testados, ambos os fatores foram importantes na alteração dos resultados obtidos, tendo direta relação com o aumento da viscosidade. Maiores concentrações de amendoim elevam a quantidade de sólidos presentes, contribuindo para o aumento da viscosidade. A goma guar possui alto poder espessante, devido a sua capacidade de hidratação, produzindo soluções de viscosidades elevadas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Com as informações obtidas, é possível avaliar que os três fatores (concentração de amendoim, xantana e guar) têm influência direta sobre a variação da viscosidade no produto. Portanto, optou-se por manter na formulação a goma xantana e a goma guar, devido ao seu potencial de aumento da viscosidade utilizando concentrações menores de ambas as gomas, o que agrega benefícios econômicos ao projeto.

Após a finalização do planejamento experimental, na última etapa do projeto foi realizada análise sensorial para a determinação da formulação preferencial em relação a viscosidade e para avaliar a aceitação do produto.

Avaliação final e composição centesimal

Para realizar a análise sensorial final e a composição centesimal do produto, foram estabelecidas cinco formulações, baseadas no planejamento experimental, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7. Formulações para análise sensorial e composição centesimal

Ingredientes	Formulação 1 (%)	Formulação 2 (%)	Formulação 3 (%)	Formulação 4 (%)	Formulação 5 (%)
Amendoim	12,31	12,31	12,31	12,30	12,30
Água	86,17	86,15	86,14	86,12	86,10

Goma Xantana	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Goma Guar	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Goma Arábica	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

Fonte: Autorial Própria, 2019.

As cinco amostras foram produzidas, e avaliou-se sua estabilidade após 24 horas, sob refrigeração, em temperatura de 5°C. Foi verificado que as Formulações 1 e 2 apresentaram separação de fases, conforme demonstrado na Figura 13. Com isso, ambas foram descartadas, e as análises prosseguiram com as três preparações restantes.

Figura 13. Amostras descartadas para a análise sensorial (0,01 [A] e 0,02% [B], respectivamente)



Para escolher a melhor concentração dentre as definidas, foi realizada análise sensorial, na Faculdade de Tecnologia Termomecânica, com sessenta julgadores não treinados, em um teste de ordenação, no qual as amostras foram ranqueadas conforme a viscosidade de preferência, aceitação global segundo escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra, segundo metodologia descrita por Dutcosky (2011). Após avaliação dos resultados, verificou-se que as amostras preferidas pelos julgadores foram as de concentração 0,04% e 0,05% de gomas xantana e guar. Com isso, e pensando também no rendimento do produto final e nas questões econômicas, definiu-se a formulação com a proporção 1:7, sendo uma parte de amendoim para sete partes de água, utilizando concentração de gomas igual a 0,04% (da cada uma das gomas, totalizando 0,08%) e 1,5% de goma arábica para adição de fibras, filtrada com peneira de Mesh 28. Além disso, obteve-se nota média de aceitação global de 8 ± 1 e intenção de compra de 73%. A Figura 14 ilustra o resultado final da bebida obtida a partir da formulação definida após todos os estudos realizados.

Figura 14. Pré-mistura para preparo da bebida, à esquerda, e bebida pronta, à direita.



Procedeu-se então a composição centesimal do produto, conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008), para avaliar o teor de umidade, cinzas, proteínas e lipídios. O teor de fibras foi avaliado pelo método enzimático-gravimétrico AOAC 991.43, e a concentração de carboidratos contido no produto foi determinado através do cálculo por diferença. Os valores obtidos são demonstrados na Tabela 8.

Tabela 8. Composição centesimal do produto

Carboidratos	Cinzas (%)	Fibras (%)	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Umidade (%)
1,8 ± 0,1	0,5 ± 0,1	1,5 ± 0,2	6,6 ± 0,5	4,0 ± 0,4	85,6 ±

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Considerando os valores de fibras totais obtidos, 1,5g para cada 100g de produto, e a Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 54 (BRASIL, 2012), a bebida pode ser enquadrada como alimento fonte de fibras na porção, tornando o uso da goma arábica justificável como alternativa à adição deste composto em alimentos.

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Segundo Cândido e Campos (1996), a goma arábica pode ser adicionada em alimentos com a função de fibra solúvel, normalmente em concentrações de 10% em formulações alimentares, sem modificar a textura do produto. No entanto, durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível verificar grande influência da goma sobre diferentes parâmetros, como cor, pH e estabilidade. Ela alterou proporcionalmente tais aspectos, modificando a cor para um tom marrom, mais escuro do que o padrão; o pH foi reduzido em 18%; por fim, a estabilidade diminuiu, tendo como consequência a separação das fases e a redução da viscosidade em 84%, quando adicionada apenas a concentração de 2,5% da goma. Após as adaptações realizadas, alcançou-se uma formulação adequada, obtendo-se um produto estável, fonte de fibras (1,5% na porção), segundo a Resolução da Diretoria Colegiada RDC

nº 54 (BRASIL, 2012), com nota de avaliação global (8 ± 1) e intenção de compra (73%) satisfatórias, atendendo as expectativas iniciais em desenvolver um produto a base de extrato vegetal, apropriado para o consumo do público vegano, intolerante à lactose e/ou alérgico à proteína do leite de vaca, visando a saudabilidade.

REFERÊNCIAS

AOAC Official method 992.16. Total Dietary Fiber, Enzymatic-Gravimetric Method. First action 1992.

BARROS NETO, J. J. S. et al. Projeto e validação de máquina para produção de extrato de amendoim. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1165-1171, nov. 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014001100011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BOBBIO, P. A, BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. 3 ed. São Paulo: Varela, 2001.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864> Acesso em: 07 mar. 2019.

CÂNDIDO, L.M.B., CAMPOS, A.M. Alimentos para fins especiais: Dietéticos. São Paulo: Varela, 1996.

DUTCOSKY, S. Análise sensorial de alimentos. 3 ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2011. FENNELMA, Owen R.; PARKIN, Kirk L.; DAMODARAN, Srinivasan. Química de Alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed S.A., 2008.

IBOPE. Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo. 2018. Disponível em: <https://www.svb.org.br/images/Documentos/JOB_0416_VEGETARIANISMO.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

LINS, A.C.A., Desenvolvimento de fruta estruturada com umidade intermediária obtida de polpas concentradas de três genótipos de cajazeira (Spondias mombin L.). 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/5070/2/Ana%20Carolina%20de%20Almeida%20Lins.pdf>> Acesso em: 06 jul. 2018.

OLIVEIRA, V. C. D. Alergia a proteína do leite de vaca e intolerância a lactose: uma abordagem nutricional e percepção dos profissionais da área. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2013.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G., Química de Alimentos. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2007.

RODRIGUES, M. I; LEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. 3 ed. Campinas: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2014.

“

Desenvolvimento de carne mecanicamente separada de peixes a partir de mistura de espécies marinhas: uma abordagem física e química

Érika Fabiane **Furlan**

INSTITUTO DE PESCA

Flavia Sgarbi **Vaz**

INSTITUTO DE PESCA

Felipe **Ferrari**

INSTITUTO DE PESCA

Cristiane Rodrigues Pinheiro **Neiva**

INSTITUTO DE PESCA

RESUMO

Este estudo traz informações importantes às indústrias de beneficiamento de pescado. Blocos de carne mecanicamente separada - CMS ultracongelados elaborados a partir de uma mistura de peixes marinhos foram estocados a - 20 (A) e - 83 °C (B). As espécies foram identificadas, a proporção na amostra determinada, bem como, o rendimento, composição química, pH, NBVT, TBARS, odor, cor e textura instrumentais, em diferentes períodos da estocagem. A Mistura apresentou a respectiva proporção: *Micropogonias Furnieri* (52,07 %); *Umbrina coroides* (40,27 %) e *Menticirrhus americanus*, (7,66 %). O rendimento da CMS foi de 51,31 % em relação ao peso do peixe inteiro e os valores médios de proteína, cinza, lipídios e umidade foram 16,4 g.100g⁻¹, 1,38 g.100g⁻¹, 0,92 g.100g⁻¹, 81,55 g.100g⁻¹, respectivamente. Os valores de pH se apresentaram elevados, enquanto as NBVT caracterizaram a CMS como fresca durante todo o período. A oxidação apresentou-se reduzida com variação mínima entre os tratamentos e o teste de cocção não apontou odor de ranço. A CMS B desenvolveu uma cor rosada durante a estocagem, enquanto a A acastanhada. A avaliação da textura indicou aumento gradual na força de ruptura. O tratamento A resultou em maior força de cisalhamento em relação a B. Concluindo que a CMS da Mistura de pescado marinho apresentou-se uma importante fonte proteica magra. Os diferentes armazenamentos propiciaram conservação adequada sob os aspectos físicos e químicos, durante os 10 meses do estudo, mas o armazenamento a - 83° C promoveu melhor aparência e consistência durante todo o período de armazenamento.

Palavras-chave: Rendimento; Padrão De Identidade; Qualidade; Cor; Textura.

INTRODUÇÃO

A literatura científica destaca que a Segurança Alimentar e Nutricional global deve ser alcançada pelo aumento na produção de alimentos, melhoria da qualidade nutricional do alimento produzido e pela redução na produção de resíduos alimentares (FAO, 2014a). O consumo de pescado sob a ótica da saúde pública é fundamental e se destaca pelos benefícios nutricionais inegáveis à saúde humana, pela alta qualidade de sua proteína de elevada digestibilidade, além de ser fonte de ácidos graxos poli-insaturados benéficos à saúde (USDA, 2018; TACON *et al*, 2020).

O relatório *The State of World Fisheries and Aquaculture - SOFIA 2020* (FAO, 2020) apresenta o papel significativo e crescente da pesca e da aquicultura no fornecimento de alimentos, nutrição e emprego no mundo. O setor de pesca e aquicultura expandiu significativamente nas últimas décadas e, desde o início dos anos 90, a produção pesqueira de captura tem sido relativamente estável, com algum crescimento essencialmente relacionado à pesca de interior.

Entretanto, seguindo a dinâmica mundial, a produção brasileira de pescado mais que dobrou na última década, chegando a 1,6 milhões de toneladas produzidas em 2018 (ANUÁRIO SEAFOOD BRASIL, 2019), este crescimento está relacionado essencialmente a aquicultura, que respondeu por mais de 50 % do total de pescado produzido.

Em 2018, cerca de 88% das 179 milhões de toneladas da produção global de pescado foram utilizadas para o consumo humano direto, sendo a utilização para fins não alimentares relacionada, principalmente, a produção de óleo e farinha para ração animal (FAO, 2020).

Dentro deste contexto e considerando o baixo rendimento conseguido pelas técnicas, normalmente utilizadas no beneficiamento do pescado brasileiro, como a filetagem, os resíduos podem representar até 70% da matéria-prima original e o seu aproveitamento pode minimizar os custos de produção e a poluição ambiental (BENITES & SOUZA-SOARES, 2010). Assim, fica evidente a necessidade de maiores subsídios tecnológicos na geração de produtos que promovam a sustentabilidade pescado.

Uma tecnologia destacada há algumas décadas, que permite maior recuperação da porção cárnea em comparação aos métodos de processamento convencionais, é a da Carne Mecanicamente Separada - CMS de pescado, que gera matéria-prima básica e versátil para o desenvolvimento de novos produtos (TENUTA & JESUS, 2003; OETTERER, 2006). A CMS de pescado, assim como uma carne moída, apresenta praticidade, especialmente, por ser isenta de espinhas e ossos, proporcionando um alimento de ótima qualidade, para uma fácil e segura utilização na alimentação, inclusive de crianças e idosos, sendo muito utilizada na elaboração de produtos semi-prontos (NEIVA *et al.*, 2018) e indicada para o desenvolvimento de produtos *read-to-eat* ou pronto para o consumo.

Dentre as matérias-primas que podem apresentar viabilidade econômica para o processamento da CMS, destaca-se a categoria “Mistura” presente em diferentes artes de pesca e que se caracteriza pela presença de várias espécies de peixes marinhos ou de água doce com baixo valor comercial, de tamanho variado e também, peixes de alto valor comercial, porém mais jovens, com tamanho que não justifica a comercialização de forma isolada (QUIRINO-DUARTE *et al.*, 2009; PIRES, *et al.* 2013).

Ressalta-se que a Mistura pode ser obtida pela pesca indireta, ou seja, faz parte da fauna acompanhante de espécies alvo com maior interesse comercial, conforme mencionado por Quirino-Duarte *et al.*, 2018. No entanto, a utilização e otimização quanto ao aproveitamento da carne, aqui mencionado, não visa estimular a utilização de espécimes de tamanho reduzido e que, normalmente fazem parte do montante descartado nas pescarias em todo mundo (FAO, 2019), devendo-se atender a legislação pertinente quanto ao tamanho mínimo permitido para cada espécie (BRASIL, 2005).

Este estudo piloto, com a produção de CMS obtida a partir de Mistura de peixes marinhos, buscou trazer informações sobre o rendimento cárneo, valor nutricional e estabilidade física e química em diferentes temperaturas de estocagem sob congelamento. Informações técnicas que poderão colaborar com um futuro regulamento de identidade e qualidade para a CMS de pescado, bem como, respaldar as indústrias com informações que possibilitem a padronização dos processos produtivos e utilização de matérias primas alternativas, além de promover a redução de perdas pelo uso de tecnologias mais sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção da carne mecanicamente separada – CMS de pescado, realizou-se a coleta de um lote de 100 Kg de peixes da categoria Mistura, proveniente de embarcação tipo parrelha, no município do Guarujá - SP, Brasil. Os peixes foram transportados em caixa isotérmica com gelo até a Unidade de Beneficiamento de Pescado do Instituto de Pesca, em Santos-SP, Brasil.

Todos os exemplares do lote foram classificados por espécie, seguindo-se da obtenção dos dados biométricos. Sequencialmente, os exemplares foram submetidos ao processo de lavagem e descamação, utilizando-se equipamento com cilindro lavador (Frinox, Brasil), descabeçados em equipamento de serra fita (C.A.F, Brasil), eviscerados e lavados manualmente. Todos os procedimentos seguiram os Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos da OPAS, (2006). A matéria-prima descabeçada, eviscerada e lavada seguiu para a despolpadora modelo SDX13 (Bibun Co., Ltd., Japão) para obtenção da CMS.

O rendimento da CMS foi calculado em relação ao peso dos peixes inteiros (RD), conforme descrito na Equação:

$$RD1^2 = (PCMS/PI) \times 100$$

Onde: RD (%) = Rendimento da CMS em relação aos peixes inteiros; PCMS (g) = Peso final da CMS obtida; PI (g) = Peso do lote de peixe inteiros.

Após o processamento, amostras de 500g de CMS foram embaladas em saco de polietileno utilizando seladora à vácuo modelo 200S (Selovac Indústria e Comércio Ltda., Brasil) e congeladas em ultrafreezer (Sanyo, MDF-U33V, USA) a -83°C , onde permaneceram estocadas por 11 dias. Então, foram divididas em dois tratamentos (A e B), sendo: o Tratamento A - CMS estocada em freezer (Freezer Horizontal H500 – Prosdócimo, Brasil) a -20°C e o Tratamento B - CMS mantida em ultrafreezer a -83°C .

Amostragens de CMS de cada tratamento foram realizadas para os testes físico-químicos ao longo do tempo de estocagem. No tempo 0 ou após o processamento foi realizada a caracterização centesimal e, posteriormente, com 4, 7 e 10 meses de estocagem, as determinações de pH, NBVT; TBARS, umidade, coloração *in natura* e textura instrumentais. No 7º e 10º mês de estocagem foram também realizadas a determinação da cor instrumental do produto cozido e o teste de cocção, para avaliar o odor e a qualidade do produto.

Para o teste de cocção utilizou-se amostras previamente descongeladas a 5°C , por 24h, formatadas em quadrados de aproximadamente 36g, embaladas em papel laminado e cozidas em banho-maria até temperatura interna de 70°C (CAC, 1995). A avaliação quanto ao odor foi realizada em triplicata, utilizando-se os seguintes descritivos para o parâmetro analisado: característico, referente ao odor natural de pescado; suave e de ranço.

A determinação do pH foi realizada segundo IAL (1985). O teor de proteínas, umidade e cinza de acordo com os métodos oficiais BRASIL (2011), os lipídios totais pelo método de BLIGH & DYER (1959), o nitrogênio de bases voláteis totais (NBVT) conforme BRASIL (1981). As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas utilizando o método relatado por VYNCKE (1970), utilizando-se o extrato preparado para as NBVT. Todas as análises foram conduzidas em triplicatas.

A determinação da cor instrumental foi realizada utilizando o colorímetro CR – 400 (Konica Minolta Inc, Tokyo, Japão), operando no sistema CIE (L^* , a^* e b^*). A calibração foi realizada utilizando placa branca de porcelana (Konica Minolta Inc, Tokyo, Japão), com o iluminante D65. A amostra crua foi distribuída de maneira uniforme em placa de Petri, preenchendo-a totalmente e então, realizaram-se três medições em pontos distintos da amostra. Para as amostras que passaram por tratamento térmico e preparadas como acima descrito para o teste de cocção, as medições ocorreram em 7 replicatas.

A análise instrumental da textura foi realizada utilizando texturômetro modelo TA Plus (Lloyd Instruments, Hampshire, UK) e software Nexygen 3.0 (Lloyd Instruments, Hampshi-

re, UK). As amostras foram preparadas conforme acima descrito para o teste de cocção. Após cocção, as amostras foram resfriadas por 10 minutos a 5°C, cortadas em ao meio, paralelepípedos (4x2x2 cm) com peso aproximado de 18 g, verificou-se a temperatura das amostras e então, estas foram colocadas na célula Kramer individualmente. As medidas foram feitas com carga de 200 N e velocidade constante de 100 mm.s⁻¹. Os parâmetros determinados foram firmeza (N), força de ruptura (N) e força de cisalhamento (Nmm), que se seguiram em sete repetições.

RESULTADOS

Observou-se na amostragem da categoria Mistura, proveniente da pesca de parelha, a presença de 3 espécies: corvina (*Micropogonias Furnieri*), castanha – riscada (*Umbrina coroides*) e betara (*Menticirrhus americanus*), que apresentaram as seguintes mínimas e máximas de comprimento e peso, 23 a 32 cm e 0,13 a 0,40 Kg; 23,5 a 30,5 cm e 0,17 a 0,26 Kg e 23 a 27 cm e 0,13 a 0,20Kg, respectivamente. A proporção das espécies encontradas no lote amostral foram: corvina (52,07 %), betara (40,27 %) e castanha-riscada (7,66 %).

O rendimento cárneo da CMS, em relação ao peso do peixe inteiro, foi de 51,31 % e os valores médios da composição centesimal estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da composição química da Carne Mecanicamente Separada - CMS de mistura de peixes da família Scianedae (g.100g⁻¹).

Parâmetro	Média (%)
Umidade	81,55 ± 0,34
Proteína	16,40 ± 0,79
Lipídios	0,92 ± 0,08
Cinza	1,38 ± 0,01

A média dos valores da composição química caracterizam a CMS de Mistura de peixes da família Sciaenidae como uma importante fonte de proteína magra.

Os valores médios de pH, NBVT e TBARS obtidos para a CMS sob diferentes temperaturas de estocagem (- 20 e -83 °C), aos 4, 7 e 10 meses de armazenamento congelado são apresentados na Tabela 2 e a média dos valores obtidos para coloração, avaliada pela luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) da CMS crua estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Valores médios de pH, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e nitrogênio de bases voláteis totais (NBVT) para CMS de mistura de peixes da família Sciaenidae estocada a - 20 °C (A) e - 83 °C (B), durante 4, 7 e 10 meses.

Meses	Tratamento	pH	NBVT (mg N.100g ⁻¹)	TBA (mg MA.kg ⁻¹)
4	A	6,95 ± 0,02	8,25 ± 0,47	0,14 ± 0,03
	B	6,94 ± 0,01	8,90 ± 0,00	0,11 ± 0,03

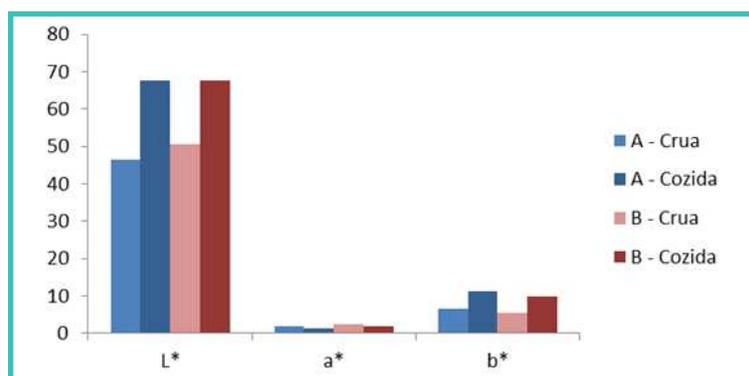
7	A	6,95 ± 0,03	6,93 ± 0,00	0,12 ± 0,00
	B	6,93 ± 0,01	5,94 ± 0,00	0,10 ± 0,00
10	A	7,10 ± 0,08	7,92 ± 0,81	0,17 ± 0,01
	B	7,18 ± 0,01	7,92 ± 0,00	0,10 ± 0,01

Tabela 3. Valores médios de L* a* e b* de amostras de CMS de mistura de peixes da família Sciaenidae crua com 4, 7 e 10 meses de estocagem a -20 °C (A) e -83 °C (B).

Meses	Tratamento	L*	a*	b*
4	A	46,93 ± 2,15	2,01 ± 0,23	7,21 ± 0,48
	B	45,84 ± 1,74	2,27 ± 0,15	6,60 ± 0,37
7	A	48,92 ± 0,80	2,48 ± 0,81	7,70 ± 0,79
	B	49,98 ± 2,40	3,87 ± 0,47	6,85 ± 0,93
10	A	46,50 ± 0,55	1,83 ± 0,16	6,64 ± 0,48
	B	50,65 ± 2,22	2,46 ± 0,93	5,36 ± 0,59

A Figura 1 apresenta os valores médios para a cor instrumental da CMS de mistura de peixes, antes e após o tratamento térmico das amostras A e B, aos 10 meses de estocagem.

Figura 1. Valores médios de L* a* e b*, obtidas pelo sistema CIELab, para CMS de mistura de peixes da família Sciaenidae crua e após tratamento térmico, para os tratamentos A e B, aos 10 meses de estocagem.



A tabela 4 apresenta os resultados obtidos para a textura instrumental da CMS cozida. Foram obtidos dados dos distintos tratamentos apenas aos 7 e 10 meses de estocagem, pois a mensuração aos 4 meses foi utilizada para desenvolver o protocolo do método.

Tabela 4. Valores médios obtidos para os parâmetros de textura da CMS de mistura de peixes da família Sciaenidae aos 7 e 10 meses de estocagem sob congelamento, a -20 °C (A) e -83 °C (B).

Meses	Tratamento	Firmeza (N)	Força de ruptura (N)	Força de cisalhamento (Nmm)	Temperatura da amostra (°C)
7	A	-0,02	105,30	1254,30	18,29
	B	-0,01	62,47	821,22	17,17
10	A	0,00	139,87	1432,26	23,04
	B	0,00	83,92	946,63	22,14

DISCUSSÃO

Quirino-Duarte *et al.*, (2009) registraram ao redor de 48 espécies de peixes na categoria Mistura, desembarcadas pelas frotas pesqueiras de arrasto de parelha e arrasto duplo de portas (arrasto-médio), genericamente composta por peixes de baixo valor comercial e por exemplares de pequeno porte, comparados aos comercialmente importantes. Este estudo confirma a prevalência das espécies encontradas no presente trabalho: corvina, castanha – riscada e betara, que apresentam maior ocorrência e predominância nos desembarques.

A distribuição do comprimento obtida para as três espécies também assemelha-se com a média de comprimento encontrada por Quirino-Duarte *et al.*, (2009) para corvina ($258 \pm 6,7$ mm), betara ($222 \pm 3,6$ mm) e castanha riscada ($244 \pm 5,0$ mm), tais espécies tem demanda de mercado, portanto estudos contínuos que enfoquem a estimativa de produção destes estoques são importantes para demonstrar a viabilidade de utilização responsável pela indústria.

Globalmente tem sido evidenciado que espécies comercializadas *in natura* e com baixo valor no mercado, como é o caso da categoria Mistura, poderiam ser utilizadas na elaboração de produtos com valor agregado (FAO, 2019), fato que poderia aumentar a sua aquisição, pois se tornariam espécies alvo, ajudando a reduzir o esforço de pesca sobre as espécies de valor econômico que, em sua maioria, encontra-se em sobre pesca devido à captura excessiva por décadas (PIRES, *et al.* 2013).

Há uma recente política internacional, a qual poderá ser assimilada em breve pelo Brasil, relacionada à obrigatoriedade de trazer à terra todas as capturas de diferentes tamanhos e espécies, com o objetivo de eliminar gradualmente as devoluções ou descartes das diferentes pescarias, reduzindo práticas de pesca insustentáveis (UHLMANN *et al.*, 2019), fato que poderá incrementar o desembarque da categoria Mistura e da fauna acompanhante desembarcada nas diferentes pescarias.

De acordo com o Codex Alimentarius – CODEX STAN 165-1989, blocos congelados de CMS de peixe ou minced fish, podem ser elaborados a partir de uma ou de uma mistura de espécies de peixes com características sensoriais semelhantes (FAO 2014 b). Assim, o lote do presente estudo, composto por mais de 90% de peixes pertencentes à família Sciaenidae e com características sensoriais similares, como a carne branca e o baixo teor de gordura, mostrou-se viável para a utilização desta tecnologia.

Morais & Campos (1993) e Neiva (2008), trabalhando com CMS a partir de várias espécies de peixes marinhos da categoria Mistura, obtiveram variações de rendimentos de 39,3 a 63,4 % e, 48 a 60,7%, respectivamente, apontando uma alternativa de utilização para esta categoria de pescado, que normalmente se apresenta com tamanho mais reduzido, não propiciando um bom rendimento de filé. Tais rendimentos estão próximos ao do presente trabalho, 51,31 %, e superior à média normalmente relatada para a obtenção de filés de

30% ; ressaltando o melhor aproveitamento cárneo destas espécies da Mistura a partir da utilização da tecnologia de obtenção da CMS.

Segundo Neiva (2011) a obtenção da CMS é um processo estritamente mecanizado, no qual se separa a carne da maior parte da pele e espinhas por meio de equipamentos denominados desossadores ou despoldadores. Existem alguns tipos de separadores para carne e ossos que diferem essencialmente na forma de pressão sobre o peixe, grau de fragmentação da carne e tamanho das perfurações. De acordo com Tenuta-Filho & Jesus (2003), as dimensões dos orifícios do cilindro da despoldadeira afetam o rendimento e a qualidade da CMS, a utilização de orifícios menores (1-2 mm), resulta em bons rendimentos de extração.

Os valores médios da umidade para a CMS dos distintos tratamentos A (80,19 %) e B (80,34 %), não apresentaram variação ao longo da estocagem congelada. Tais valores encontram-se em acordo com Neiva (2008), 76,04 a 82,62 %, que estudaram a CMS de três amostras de Mistura para elaboração de produtos desidratados de pescado.

Martins & Oetterer (2011) estudando a composição nutricional de peixes comumente comercializados no Brasil encontraram os seguintes valores de proteína em 100g de amostra: badejo (13,1 g), pescada (16,3 g), atum (25,7 g), cação (17,9 g), corvina (18,6 g) e porco (20,5 g). Dessa forma, o teor de proteína encontrado na Mistura no presente estudo ($16,4\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) se aproxima ao da pescada e da corvina, peixes da família Scianidade.

O teor médio de lipídios encontrado caracteriza a CMS estudada como magra (PIGOTT e TUCKER, 1990) e se assemelhou ao valor encontrado por SOUZA *et al.* (2013) em CMS de aracu, porém foi inferior aos valores de MÉLO *et al.* (2014), que encontraram $11,03\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ em CMS de tilápia do Nilo não lavada e $9,26\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ em CMS lavada. Comparando-se o valor de lipídios da CMS de Mistura (Tabela 1) com a legislação para CMS de aves, bovinos e suínos (BRASIL, 2000), a CMS está de acordo com a mesma, visto que a legislação estabelece gordura máxima de 30%. Este alto parâmetro utilizado para outras carnes evidencia a necessidade de estabelecimento de um regulamento técnico de identidade e qualidade específico para os peixes.

O teor de cinza se mostrou superior ao observado por SARY *et al.* (2009) em CMS de resíduo de tilápia lavada ou não lavada, e também aos estudos de NEIVA (2003 e 2008), em CMS de sardinha e de Mistura. Este teor superior de cinza no presente estudo, pode estar relacionado ao tipo e/ou ajuste do equipamento utilizado para a obtenção da CMS ou ainda, ao tamanho das espécies usadas, o que poderia incrementar a passagem de pequenas partículas de ossos a carne.

Os valores médios de pH das amostras, dos diferentes tratamentos, encontraram-se acima do limite máximo estipulado pela legislação brasileira para pescado fresco, de 6,8

(BRASIL, 2017), durante todo o período de estudo. Para o peixe congelado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2010) não estabelece um limite máximo. MARTINS (2011) também encontrou valores acima do regulado para o pH da pescada (*Macrodon ancylodon*) e sugeriu que este varia numa escala superior ao valor regulado quando a espécie ainda se encontra aceitável para o consumo. No presente estudo, aproximadamente 90% dos peixes que compunham a CMS pertenciam a família Sciaenidae, como a referida pescada, o que pode explicar o elevado valor de pH.

Os valores de NBVT se mantiveram bem abaixo do máximo permitido pela legislação vigente, de 30 mg.100g⁻¹ (BRASIL, 2017), durante todo o período do estudo, indicando a ótima qualidade da CMS. JESUS et al. (2001), ao avaliarem a estabilidade química e microbiológica de CMS de peixes amazônicos durante estocagem congelada (-18°C e -36°C) e KIRSCHNIK & MACEDO-VIEGAS (2009), analisando a estocagem de CMS de tilápia do Nilo a -18°C, observaram pequena variação nos níveis de NBVT, atribuindo esta estabilidade a estocagem das amostras em baixas temperaturas (congeladas).

No entanto, o armazenamento congelado não impede a oxidação lipídica do pescado e a mensuração do TBARS é utilizada para medir o grau desta oxidação (VYNCKE, 1970). Os resultados destas análises mostraram valores reduzidos, com variação mínima entre os tratamentos A e B, ao longo da estocagem. JESUS *et al.* (2001), estudando a CMS de sete espécies de peixes amazônicos, encontrou para algumas espécies valores de TBARS acima de 1-2 mg MA.kg⁻¹ aos 150 dias de estocagem, sendo estes valores indicativos de odor e sabor característico de ranço.

No presente estudo, os valores de TBARS aos 10 meses de estocagem congelada permaneceram abaixo de 1 mg MA.kg⁻¹, provavelmente pela alta qualidade da matéria prima e o uso de embalagens à vácuo, uma vez que não foi efetuada a lavagem da CMS e/ou acrescentados antioxidantes ao produto.

Ao final de 10 meses de estocagem, as amostras estocadas a -83° C apresentaram maior luminosidade que ao início do estudo, enquanto as estocadas a -20° C não tiveram variação de L*. LAROSA (2011) avaliando CMS de tilápia do Nilo, também um peixe de carne branca e baixo teor de gordura, encontrou aumento gradual de L* até 90 dias, seguido de diminuição da luminosidade aos 120 dias, indicando que houve efeito do tempo de estocagem sobre este parâmetro. Para o referido autor, a alteração na cor pode ser consequência das reações de oxidação ou outros processos deteriorativos, resultando em um produto mais escuro.

Os valores da intensidade da cor vermelha (a*) se mostraram baixos ao longo da estocagem em ambos tratamentos A e B, corroborando aos achados de OLIVEIRA-FILHO (2009), que encontrou valores reduzidos para salsichas elaboradas com CMS de tilápia do

Nilo, atribuindo este fato à coloração clara da tilápia. LAROSA (2011) também observou valores baixos de a^* , associando isto à pequena quantidade de músculo vermelho presente no resíduo da filetagem da tilápia, utilizado para a elaboração da CMS. No presente estudo o tratamento B desenvolveu uma coloração mais rosada durante a estocagem, fato observado também visualmente no produto descongelado.

Os valores de b^* apresentaram pequena redução ao final do tempo de estocagem, em ambos os tratamentos. NEIVA (2003), em seu estudo sobre a estabilidade da CMS de sardinha durante estocagem congelada, observou poucas variações na CMS em relação à cor, tendo relatado a presença de fragmentos de pele e da película que reveste a cavidade abdominal, o que confere heterogeneidade à CMS, refletida nas variações de leitura de cor.

Apesar da pequena alteração no parâmetro cor durante a estocagem, visualmente as amostras do tratamento A apresentavam-se mais acastanhadas, quando comparadas as do tratamento B, indicando maior oxidação da CMS estocada a -20°C , como também indicado pelos valores de TBA, apesar de baixos.

A CMS cozida apresentou-se mais clara que a CMS crua (Figura 1), em ambos tratamentos e nos diferentes períodos. Esses dados estão em acordo com os achados de SREENATH *et al.* (2008), que encontraram valor de L^* de 38,9 para a cavala indiana crua e de 63,1 após o seu pré-cozimento. O aumento no valor de L^* é relatado na literatura como resultado da lixiviação do tecido conectivo contendo colágeno, localizado entre as fibras musculares, durante o processo de aquecimento (DUNAJSKI, 1979; SIKORSKI *et al.* 1984).

CHARLEY e GOERTZ (1958), em estudo sobre os efeitos da temperatura sobre as características do salmão, observaram que após o processo térmico a superfície das amostras apresentava-se recoberta por um coágulo de coloração branca, fato também observado neste estudo.

Os valores de a^* se mostraram menores após a cocção para ambos tratamentos, aos 7 e 10 meses de armazenamento. Tais achados corroboram os encontrados por BHATTACHARYA *et al.* (1994) e SREENATH *et al.* (2008), que também encontraram menores valores de a^* nas amostras cozidas, quando comparadas às cruas. Os primeiros autores afirmam que as altas temperaturas, bem como, o tempo de cocção, diminuem os valores de a^* .

Os valores de b^* se apresentaram maiores após o cozimento, nos tratamentos A e B, tanto aos 7 quanto aos 10 meses, caracterizando um aumento do tom amarelado em relação às amostras cruas. KONG *et al.* (2007) explica que o aquecimento resulta em desnaturação da mioglobina e na oxidação de pigmentos carotenoides.

A avaliação organoléptica, quanto ao odor, realizada aos 7 meses, indicou que apenas uma das amostras do tratamento A apresentou odor levemente rançoso. As amostras do tratamento B tiveram seu odor classificado como suave e característico. Aos 10 meses de

estocagem tanto as amostras do tratamento A quanto as do Tratamento B apresentaram odor suave. De acordo com NEIVA (2003), o processo de obtenção da CMS aumenta a área superficial da partícula cárnea, expondo-a ao oxigênio. Tal situação propicia o desenvolvimento de compostos de baixo peso molecular, responsáveis pelo odor característico de ranço. TOKUR *et al* (2006) relataram que a qualidade sensorial da CMS de carpa espelho diminuiu de maneira significativa ao longo dos cinco meses de armazenamento, entretanto as amostras permaneceram frescas durante este período.

Ao longo da estocagem A e B mostraram aumento na força de ruptura. As amostras do tratamento A apresentaram força de cisalhamento maior em relação à B, indicando maior resistência ao corte, provável enrijecimento das amostras estocadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Segundo CARECHE e TEJADA (1991), o aumento na força de cisalhamento, durante estocagem congelada, ocorre devido a perda de qualidade do produto, indicando que a CMS de merluza com valores de dimetilamina acima de $12\text{ mg DMA-N.}100\text{ g}^{-1}$ apresentaram aumento perceptível deste parâmetro.

MONTERO e BORDERIAS (1990) também observaram aumento na força de cisalhamento ao longo da estocagem, tanto em amostra crua quanto em cozida. Entretanto, a amostra cozida apresentou este aumento de maneira mais acentuada.

Para filés de bacalhau armazenados a -30°C , CARECHE *et al.*, (1998) observaram que a força de cisalhamento não apresentou tendência de aumento ao longo da estocagem. Entretanto, nos filés armazenados a -20°C , foi observado um aumento da semana 8 até a semana 36, declinando posteriormente até o final do armazenamento. Essa diminuição foi atribuída à perda da coesividade, que propicia que a amostra passe de maneira mais fácil através das lâminas da célula Kramer.

CONCLUSÃO

A CMS obtida a partir da categoria Mistura, composta por espécies da família Sciaenidae, a saber, corvina, betara e castanha - riscada, apresentou-se com ótimo rendimento cárneo e importante aporte proteico com reduzido teor de gordura, o que propicia a estocagem em baixas temperaturas. Ambas temperaturas de estocagem sob congelamento, comercial e doméstico, mantiveram os aspectos físicos e químicos da qualidade, sobretudo preservando as características sensoriais e de frescor ao longo dos 10 meses de estudo. O armazenamento a -83°C promoveu uma melhor aparência e consistência quando comparado a -20°C .

A categoria Mistura aqui estudada possui viabilidade técnica mostrando potencial como matéria-prima para a obtenção CMS e elaboração de produtos mais sustentáveis e de valor agregado. Tais informações técnicas poderão colaborar com um futuro regulamento de

identidade e qualidade para a CMS de pescado, bem como, respaldar as indústrias com informações que possibilitem a padronização dos processos produtivos e matérias primas alternativas, além de promover a redução de perdas na pesca marinha.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

BENITES, C.I.; SOUZA-SOARES, L.A. Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável. *Archivos de Zootecnia*, v.59, p. 447- 450, 2010.

BHATTACHARYA, S.; CHOUDHURY, G.S.; STUDEBAKER, S. 1994 Color changes during thermal processing of pacific chum salmon. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 3(1): 39-48.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. 1959 A rapid method of total lipid extraction purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8): 911-917.

BRASIL, 1981 PORTARIA Nº 01, DE 07 DE OUTUBRO DE 1981. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: Métodos físicos e químicos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 13 de outubro de 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de aves, bovinos e suínos. Instrução Normativa nº 4 de 31 março de 2000. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 05 abr. 2000.

BRASIL (2003) INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 62, DE 26 DE AGOSTO DE 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Diário Oficial da União (DOU)* de 24 de novembro de 2005, Página 87 da Seção 1.

BRASIL, 2005 INSTRUÇÃO NORMATIVA N 53, DE 22 DE NOVEMBRO DE 2005. Estabelece o tamanho mínimo de captura de espécies marinhas e estuarinas do litoral sudeste e sul do Brasil. *Diário Oficial da União (DOU)* de 24 de novembro de 2005, Página 87 da Seção 1.

BRASIL, 2010 DECRETO Nº 459, de 10 de setembro de 2010. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para Peixe Congelado. *Diário Oficial da União*, Brasília, 14 de setembro de 2010, Nº 176, Seção 1, p.03-04.

BRASIL, 2011 INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 25, de 2 de junho de 2011. Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de Pescado e seus Derivados. *Diário Oficial União*, Brasília, 03 de junho de 2011, Nº 106, Seção 1, p.34-39.

BRASIL. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (R.I.I.S.P.O.A). DECRETO Nº 9.013, DE 29 DE MARÇO DE 2017b. BRASIL: Ministério da Agricultura - *Diário Oficial da União*; Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 24 de julho de 2020.

CAC - Codex Alimentarius Commission. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Committee on Food Hygiene. Food Hygiene, supplement to Volume 1B-1997. Norma del codex para pescados no eviscerados y eviscerados congelados rápidamente. *Codex Stan 36-1981*, Rev. 1-1995.

CARECHE, M.; TEJADA, M. 1991 Effect of added lipids on the texture of minced hake (*Merluccius merluccius* L.), megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis* W.) and sardine (*Sardina pilchardus* W.) during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 193: 533-537.

CARECHE, M.; DEL MASO, M.L.; TORREJÓN, P.; TEJADA, M. 1998 Importance of frozen storage temperature in the type of aggregation of myofibrillar proteins in cod (*Gadus morhua*) fillets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 1539-1546.

DUNAJSKI, E. 1979 Texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, 10: 301-318.

FAO, FIDA e PMA. O Estado da Insegurança Alimentar no Mundo. Fortalecimento de um ambiente favorável para a segurança alimentar e nutrição. Roma, FAO. 2014a. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4037o.pdf>. Acessado em: 05 de outubro de 2019.

FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (2014b). CODEX STAN.165-1989 Standard for quick frozen blocks of fish fillet, minced fish flesh and mixtures of fillets and minced fish flesh Codex Stan 165-1989 adopted in 1989. Revised in 1995. Amendments 2011, 2013, 2014. Rome, 11 p. World Health Organization: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: http://www.fao.org/input/download/standards/111/CXS_165e.pdf. Accessed on: 26 Jun 2020.

FAO. 2019. A third assessment of global marine fisheries discards. Pérez Roda, M.A. (ed.), Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M. and Medley, P. 2019. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633. Rome, FAO. 78 pp.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. Available at: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Accessed on: 19 Jun 2020.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. 1985 Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo: IMESP. 533p.

JESUS, R.S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. 2001 Estabilidade química e microbiológica de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21(2):144-148.

KONG, F.; TANG, J.; RASCO, B.; CRAPO, C.; SMILEY, S. 2007 Quality changes of salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) muscle during thermal processing. *Journal of Food Science*, 72(2): 103-111.

LAROSA, G. 2011 Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais. Araraquara. 92f. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100878/larosa_g_dr_arafcf.pdf?sequence=1. Acesso on:11 ago.2020.

MARTINS, W.S.; OETTERER, M. Correlation between the nutritional value and price of eight species of fish marketed in the State of São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.36, n.4, p.277-282, 2018. Available at: <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/923>. Acesso em:11 Ago.2020.

MÉLO, H.M.G.; GALVÃO, S.M.R.; SILVA, J.G.; MACIEL, M.I.S.; MOREIRA, R.T.; ANDRADE, S.A.C. 2014 Qualidade do fishburger de carne mecanicamente separada de tilápia do nilo adicionado de fibra de trigo e óleo de milho. *Revista ARS Veterinária*, 30(1):21-31.

MONTERO, P.; BORDERIAS, J. 1990 Behaviour of myofibrillar proteins and collagen in hake (*Merluccius merluccius* L.) muscle during frozen storage and its effect on texture. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 190: 112-117.

MORAES, C.; CAMPOS, S. D. S. 1993. Carne de Pescado Separada Mecanicamente da ictiofauna acompanhante da captura do Camarão Sete-barbas. Obtenção e utilização do bloco congelado. Colet. ITAL, Campinas, v. 23(1), p.56-67.

NEIVA, C. R. P. 2003. Obtenção e caracterização de minced fish de sardinha e sua estabilidade durante estocagem sob congelamento. São Paulo. 78f. (Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, USP). Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-25112015-170407/pt-br.php>. Acesso em: 11 ago. 2020.

NEIVA, C. R. P. 2008. Processamento, avaliação nutricional e aceitabilidade de produtos a base de pescado desidratado: sopa e biscoito. 167f. (Dissertação de Doutorado. Universidade de São Paulo, USP 2008). Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6133/tde-20022020-105814/publico/DR_865_Neiva_2008.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

NEIVA, C.R.P. Carne Mecanicamente Separada (CMS). In: GONÇALVES, A.A. Tecnologia do Pescado - Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p. 201.

NEIVA, C. R. P.; MACHADO, T. M.; FURLAN, E. F.; SCHATTAN, R.B.; COSTA, E. L.; TOMITA, R. Y. Aceitação de preparações à base de carne mecanicamente separada (cms) de pescado na alimentação escolar. Proceedings do VII SIMCOPE. Inst. Pesca, São Paulo (ONLINE), v. 36, p. 62-71, 2018.

OLIVEIRA-FILHO, P.R.C. 2009 Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo. Jaboticabal. 115f. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://www.acervodigital.unesp.br/handle/unesp/174907?mode=full>. Acesso em: 07 mar. 2016.

OETTERER, M. Proteínas do pescado – processamento com intervenção na fração protéica. In: Oetterer, M; Regitano-D’Arce, MAB; Spoto, MHF. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri, SP: Manole; 2006. p.99-134.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. Higiene dos Alimentos – Textos Básicos / Organização Pan-Americana da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2006. 64 p.

PIGOT, G.; TUCKER, B. 1990 Sea Food Effects of Technology on Nutrition. Nova York: Marcel Dekker. 390p.

QUIRINO-DUARTE, G.; SOUZA, M.R.; CARNEIRO, M.H.; SERVO, G.J.M. 2009 Composição quali-quantitativa da categoria “mistura” na pesca de arrasto duplo de portas médio desembarcada nos municípios de Santos e Guarujá, São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 35 (3): 461-4749. Disponível em: <<https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/874>>. Acessado em: 04 Ago 2020.

PIRES, D.R.; OLIVEIRA SILVA, P.P; AMORIM, E.; OLIVEIRA G.M. 2013 Espécies de pescado subexploradas e seu potencial para elaboração de subprodutos com valor agregado. Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (Mossoró – RN - BRASIL), 8(5): 148 - 157, (Edição Especial).

SARY, C.; FRANCISCO, J.G.P.; DALLABONA, B.R.; MACEDO, R.E.F.; GANECO, L.N.; KIRSCHNIK, P.G. 2009 Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. Ciências Agrárias e Ambientais, 7(4):423-432.

SEAFOOD BRASIL. Anuário Sefood Brasil. 2019 São Paulo, 100 p. Available at: <http://www.seafoodbrasil.com.br/anoario-peixebr-2020-crescimento-de-49-da-piscicultura-nacional-> Accessed on: 30 jun. 2020.

SIKORSKI, Z. E.; SCOTT, D. N.; BUISSON, D. H.; LOVE, M. 1984 The role of collagen in the quality and processing of fish. *Food Science and Nutrition*, 20(4): 301-343.

SOUZA, F.C.A.; JESUS, R.S.; DUNCAN, W.L.P.; AGUIAR, J.P. L. 2013 Efeito do congelamento na composição química e perfil de aminoácidos da carne mecanicamente separada de peixes amazônicos. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 4(1):57-61.

SREENATH, P.G.; ABHILASH, C.N.; RAVISHANKAR, R.; ANANDAN, R.; SRINIVASA GOPAL, T.K. 2008 Heat penetration characteristics and quality changes of indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) canned in brine at different retort temperatures. *Journal of Food Process Engineering*, 32: 893-915.

TACON, A.G.J; DANIEL LEMOS, D. AND METIAN, M. 2020. Fish for Health: Improved Nutritional Quality of Cultured Fish for Human Consumption. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, Available at: <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1762163>. Accessed on: 04 Aug 2020.

TENUTA, A, FILHO; JESUS, RS. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. *Boletim SBCTA*. 2003 jul./dez.; 37(2): 59-64.

TOKUR, B.; OZKÜTÜK, S.; ATICI, E.; OZYURT, G.; OZYURT, C.E. 2006 Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18°C). *Food Chemistry*, 99: 335-341.

US Department of Agriculture (USDA). 2018. Composition of Foods: raw, processed, prepared. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legacy April 2018, Slightly revised July 2018. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.

VYNCKE, W. 1970 Evaluation of the Direct Thiobarbituric Acid Extraction Method for Determining Oxidative Rancidity in Mackerel (*Scomber scombrus* L.). *Fette Seifen Anstrichmittel*, 77(6): 239–240.

UHLMANN S. S.; ULRICH, C.; KENNELLY, S.J. 2019. The European Landing Obligation. Reducing Discards in Complex, Multi-Species and Multi-Jurisdictional Fisheries. Springer Open. 438p. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8>. Accessed on: 04 Aug 2020.

“

Desenvolvimento de um sorvete rápido elaborado com polpa em pó de goiaba reconstituída, obtida pelo processo FOAM-MAT

| Pâmela Larissa de Araújo **Justino**
| UFPB

| Robson Rogério Pessoa **Coelho**
| EAJ/UFRN

| Ana Paula Costa **Câmara**
| EAJ/UFRN

| Tiago José da Silva **Coelho**
| EAJ/UFRN

RESUMO

A busca por alimentos mais nutritivos e saudáveis tem impulsionado o desenvolvimento de alimentos enriquecidos e que ofereçam benefícios à saúde ou funcionalidade. Gelados comestíveis, também denominados sorvetes, são sobremesas cujo consumo vem crescendo nos últimos anos, sobretudo aqueles modificados. Dessa forma, o trabalho apresenta o desenvolvimento de um sorvete rápido elaborado com polpa em pó de goiaba reconstituída, obtida pelo método foam-mat. Para tanto, foram testadas 2 formulações, utilizando-se ingredientes (leite condensado e creme de leite) com e sem lactose. Os resultados de algumas propriedades físicas e químicas (pH, brix e acidez total titulável, enquadram o sorvete proposto na legislação pertinente. Já a análise sensorial, revelou altos índices de aceitação do produto, com valores superiores a 69% em todos os parâmetros utilizados. Além disso, as 2 formulações testadas, obtiveram percentuais elevados (57% de certamente compraria para o sorvete com lactose, e 40% sem lactose) de intenção de compra.

Palavras-chave: Gelados; Lactose; Polpa em Pó; Sobremesa.

INTRODUÇÃO

Os estudos com enfoque no aproveitamento de frutas e sua incorporação na elaboração de produtos derivados são crescentes, o que decorre, em grande parte, por serem consideradas alimentos com relevante qualidade nutricional. As frutas, de modo geral, estão relacionadas com manutenção da saúde, prevenção e redução de doenças degenerativas. Entre tantas espécies, destacam-se a goiaba e a acerola, por desempenharem funções importantes na alimentação, principalmente, devido ao seu valor nutricional, funcional e sensorial (YAHIA, 2011).

O Brasil é um país privilegiado por sua diversidade de clima e solo, garantindo uma produção de frutas bastante diversificada, sendo um dos principais produtores e exportadores de várias espécies nativas e exóticas, muitas ainda não aproveitadas em todo o seu potencial (CÁCERES, 2003).

Várias frutas, tais como, tamarindo, abacaxi, maracujá, manga, cajá, goiaba e graviola, têm uma especial preferência na dieta dos consumidores brasileiros (CÁCERES, 2003), devido aos seus constituintes nutricionais e variedade de aromas e sabores. Atualmente, os produtos em pó, obtidos, por exemplo, de polpas de frutas, são cada vez mais utilizados pela indústria nacional de alimentos, uma vez que o processamento reduz significativamente os custos com embalagens, transporte, armazenamento e conservação (COSTA et al., 2003).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, resolução RDC n. 266, sorvete ou gelado comestível é “um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo”.

Devido às suas propriedades nutricionais, os sorvetes consistem em uma excelente fonte de energia, proteína, carboidratos e lipídios (ALMEIDA, 2016). Já os sorvetes modificados, podem atender uma demanda por produtos especialmente modificados, para oferecer aos consumidores com alguma restrição alimentar como os diabéticos e os intolerantes à lactose, além daqueles com adição de ingredientes funcionais.

MATERIAL E MÉTODOS

1 - ELABORAÇÃO DO PRODUTO

O presente trabalho foi desenvolvido nas instalações da Unidade de Processamento de Frutas e Hortaliças da Escola Agrícola de Jundiá. As frutas utilizadas para a produção da polpa e as demais matérias primas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho foram dispo-

nibilizadas pela Escola. A elaboração do produto divide-se em três grandes etapas: Produção da polpa de Goiaba, Obtenção da polpa em Pó e posteriormente, a elaboração do sorvete.

A polpa de goiaba utilizada em todo o trabalho foi obtida na Unidade de Processamento de Frutas e Hortaliças, da Escola Agrícola de Jundiáí/UFRN. Na segunda parte do trabalho, ocorreu o processo de produção da polpa em pó (Figura 1), através da secagem da polpa de goiaba em camada de espuma (*foam-mat drying*). Para a obtenção da espuma, foram adicionados 1% de agente emulsificante (Emulsificante Portogel), e igual quantidade de estabilizante (Liga Neutra).

Figura 1. Fluxograma de elaboração da polpa em pó de goiaba, pelo método *foam-mat drying*.



A elaboração do sorvete foi iniciada pela reconstituição da polpa em pó de goiaba, onde foram utilizadas 25g da polpa, juntamente com 250ml de água previamente aquecida a 60°C, e, em seguida mais 250ml de água fria (batidos com intervalos de 2 minutos). Em uma batedeira orbital doméstica, a polpa de goiaba reconstituída (hidratada) foi misturada com leite condensado (395g) e creme de leite (200ml), sendo a mistura agitada por 2 minutos. A mistura foi posteriormente colocada em vasilhas plásticas com capacidade de 500 ml e levadas ao freezer (-5°C). A mistura voltou para a batedeira após o início do congelamento, identificado pela formação de cristais de gelo, sendo agitada por 5 minutos. Após a batidura, a mistura foi novamente envasada e retornada para o freezer para completar o processo de congelamento.

Através do processo descrito (Figura 2), foram elaborados dois sorvetes com as mesmas quantidades de matéria-prima (polpa de goiaba reconstituída) e ingredientes (creme de leite e leite condensado), sendo um elaborado com ingredientes sem lactose.

Figura 2. Fluxograma de elaboração dos sorvetes.



2 - ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial do produto, foi realizada a partir do método afetivo em teste de aceitação em escala hedônica, as amostras foram codificadas com três algarismos aleatórios, eles: 123 (sem Lactose) e 125 (com Lactose). A análise foi realizada com 30 provadores não treinados, cada provador recebeu uma amostra de cada produto em um copo plástico descartável, possuindo capacidade de 50 mL, com acessório para a degustação. Antes da análise, o provador era instruído a ingerir um pouco de água mineral ou comer biscoito água e sal, que estavam ao seu lado, para limpar o palato bucal. Além da intenção de compra, caso o produto fosse encontrado à venda no mercado, os provadores foram incentivados a escrever sua opinião a respeito do produto, em relação a aparência, textura, aroma, sabor, coloração, doçura e impressão global, utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos: 9- Gostei muitíssimo; 8-Gostei muito; 7-Gostei moderadamente; 6-Gostei ligeiramente; 5-Indiferente; 4-Desgostei ligeiramente; 3-Desgostei moderadamente; 2-Desgostei muito; 1-Desgostei muitíssimo. E a intenção de compra: 1-Certamente não compraria; 2-Provavelmente não compraria; 3-Indiferente; 4-Provavelmente compraria 5-Certamente compraria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

O pH e acidez são parâmetros essenciais na conservação de alimentos, e estão relacionados diretamente com o controle da atividade microbiana. O teor de sólidos solúveis segundo Instituto Adolfo Lutz (2008), tem como finalidade determinar a concentração de sólidos solúveis em soluções aquosas de açúcar. Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de pH, acidez titulável e sólidos solúveis dos sorvetes.

Tabela 1. Resultado da caracterização físico-química das amostras de sorvete.

AMOSTRA	pH	Sólidos Solúveis (°Bx)	Acidez Total Titulável(g/100g)
123 (s/lactose)	7,8±0,00	30,7±0,47	0,183±0,00
125 (c/ lactose)	7,7±0,14	28,0±0,16	0,164±0,00

OBS.: Média±Desvio Padrão

Os sorvetes analisados podem ser considerados básicos, uma vez apresentaram um valor de pH acima de 7,0. Esse valores podem dever-se a presença do leite condensado e do creme de leite, utilizados nas formulações testadas, como comprovado por Costa et al., (2016), que encontraram para o leite condensado des três marcas, em média, valores de pH iguais a 6,74; 6,86 e 6,61, assemelhando-se também, aos valores relatados por Brondi et al. (2011), que registrou valores médios de 6,27.

Os sólidos solúveis totais dos sorvetes variaram entre 28,0, para o sorvete sem lactose, e 30,7, para o sorvete com lactose. Morzelle et al. (2012) elaboraram sorvetes de frutos do cerrado e encontraram valores de brix que variaram de 28,5 a 29,75 para curriola e mangaba, respectivamente. Segundo esses autores, o teor de sólidos solúveis no sorvete pode ser elevado quando comparado ao fruto in natura possivelmente devido à presença de leite e outras fontes de sólidos solúveis acrescentados. O teor encontrado no sorvete de mangaba (29,75°Brix) elaborado pelos autores, poderia ser explicado pela elevada quantidade de açúcares presentes em sua polpa in natura. No presente estudo, além da contribuição individual da polpa de goiaba, houve a adição de leite condensado, o que, com certeza, incrementou os valores obtidos para os sólidos solúveis.

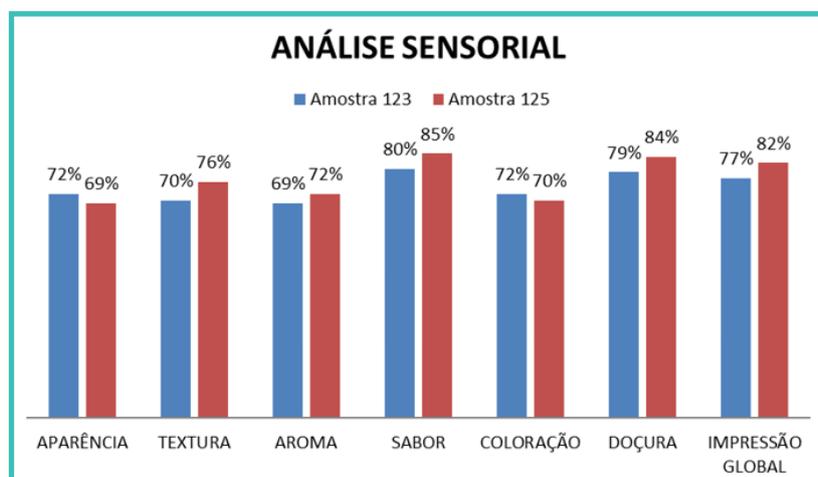
Comparando os resultados obtidos das análises físico-químicas dos sorvetes sem lactose (123) e com lactose (125) (Tabela 1), pode-se observar que os valores do pH, Sólidos Solúveis e Acidez Total Titulável, se apresentaram bastante semelhantes entre os dois tipos de sorvetes rápidos propostos. Almeida et al. (2016), em estudo com sorvete de mangaba com e sem lactose, ressaltam a importância da acidez, que inclusive pode influenciar na pigmentação desse alimento. No estudo, os autores citados o pH do sorvete com formulação especial (sem lactose) foi ligeiramente maior (6,27) que do sorvete tradicional (5,81), resultados um pouco contrários ao trabalho aqui proposto. Os autores salientam que, em relação à acidez, a formulação tradicional teve a acidez maior, coerente com seu pH (0,19 mg ácido cítrico/ 100g), que a formulação sem lactose e diet (0,11 mg ácido cítrico/100g), o que pode-se também observar no presente trabalho. O pH e acidez de sorvetes, em geral está diretamente relacionado aos saborizantes utilizados, no entanto, neste caso o único saborizante foi a própria polpa de goiaba. O pH está relacionado às características gustativas dos sucos e pode ser influenciado principalmente pela variabilidade genética de diferentes cultivares ou da região onde são colhidos os frutos (SILVA JUNIOR, 2004).

Segundo a legislação brasileira, os gelados comestíveis devem atender os valores mínimos de 28% de sólidos totais (BRASIL, 1999, 2005). Com relação à análise de sólidos solúveis os valores encontrados representam os compostos que são solúveis em água e os resultados obtidos foram de 30,7 e 28,0 °Brix, estando de acordo com os valores estabelecidos na legislação. Para acidez titulável e pH, não existem valores de referência determinados pela legislação.

2 - ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados da análise sensorial dos dois sorvetes de polpa de goiaba em pó, um sem lactose (123), e o outro com lactose (125), realizada com 30 provadores, com idades entre 14 e 21 anos, onde 60% eram homens e 40% mulheres, estão representados na Figura 3.

Figura 3. Aceitação dos provadores diante a análise sensorial, de sorvete de goiaba, produzido com polpa em pó reconstituída e obtida pelo processo foam-mat drying.



*Amostra 123 = sem lactose; Amostra 125 = com lactose

Comparando os níveis de aceitação das amostras, observam-se boas porcentagens, em sua maioria acima de 70% de aceitação para ambas as amostras. Na maioria das características (Textura, Aroma, Sabor, Doçura e Impressão Global) a amostra com lactose (125) destacou-se aproximadamente com 5% a mais de aceitação que a amostra sem lactose (123), assim evidenciando a preferência dos provadores.

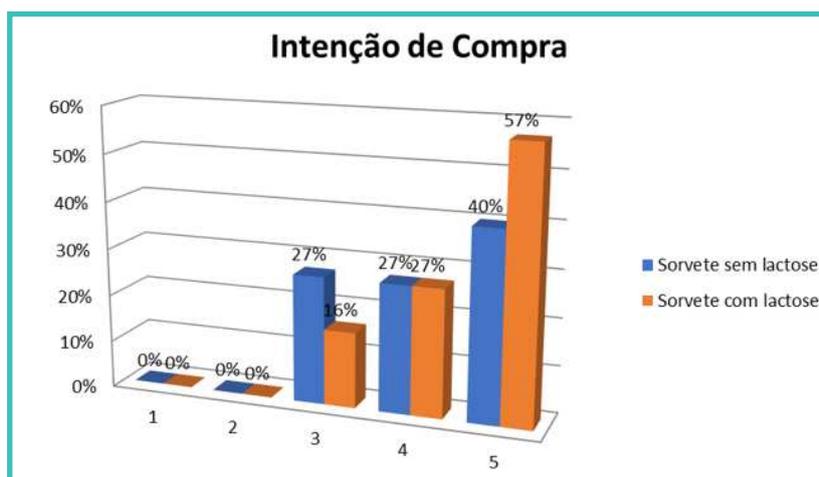
Com resultados bastante semelhantes ao atual trabalho, Almeida et al. (2016), constataram que, cerca de 77% dos provadores detectaram diferenças entre as formulações, de um sorvete “diet” e sem lactose de mangaba. Quando questionados sobre o potencial de consumo do produto de cada formulação, os autores citados, obtiveram uma média para o sorvete tradicional de 6 e para o sorvete sem lactose e diet de 4. Como a escala variou de 1 a 7, os autores consideram que ambos os sorvetes possuem boa aceitação entre consumidores, mesmo a formulação sem lactose e diet.

Já Munhoz et al. (2019), obtiveram, para amostras de sorvete de jaca uma boa aceitabilidade sensorial com todos os atributos com notas superiores a 6 “gostei ligeiramente”.

Nos atributos aroma, sabor, doçura e qualidade global as amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), sendo as aquelas com lactose que obtiveram as melhores notas, comportamento bem semelhante ao obtido no presente trabalho. Em um estudo sensorial, conduzido por Ambrósio-Ugri e Akashi (2013) indicou que o sorvete de cupuaçu formulado com baixo teor de lactose apresentou uma média de nota de 6,803, o que, segundo as autoras, sugere uma opinião entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente. O sorvete de cupuaçu formulado sem lactose apresentou uma média de nota de 6,666, que indica uma opinião similar à amostra comparada. Essa proximidade de opiniões também foi verificada no presente estudo, onde as diferenças entre as avaliações das amostras com e sem lactose, nunca ultrapassaram os 5%.

Na Figura 4, estão apresentados os valores médio referentes a intenção de compra dos provadores, do sorvete de goiaba, produzido com polpa em pó reconstituída obtida pelo processo foam-mat drying.

Figura 4. Intenção de compra dos provadores para o sorvete de goiaba, produzido com polpa em pó reconstituída e obtida pelo processo foam-mat drying.



Para melhor visualizar possíveis diferenças na intenção de compra das amostras, foi construído um histograma da distribuição das frequências das respostas dos provadores. Na escala hedônica, a categoria “indiferente” (valor 3) é considerada como uma região de relação afetiva do provador com o produto, dividindo a escala em duas outras regiões: a região de aceitação com os valores; 5 (certamente compraria) e 4 (provavelmente compraria) que juntas comprovam a maior aceitação com 84% para o sorvete com lactose (amostra 125), enquanto o sorvete sem lactose possui a aceitação mais baixa com 67%, e a região de rejeição do produto com os valores; 1 (certamente Não compraria) e 2 (provavelmente não compraria) que juntas comprovam o índice de rejeição, o que não foi o caso de nenhum dos produtos, como apresentado na Figura 4.

Conforme Perrone et al. (2011), um elevado teor de Brix pode influenciar na aceitação do produto, pois está diretamente relacionado com o sabor. Como pode-se perceber não

foi o caso do presente trabalho, já que na Tabela 1, a amostra 123, possui o teor de Brix um pouco acima em relação a amostra 125, porém na intenção de compra (Figura 4), a amostra 125 teve a maior aceitação segundo os provadores com 57%.

Produzindo um sorvete de abacaxi com hortelã com ingredientes sem lactose, nas mesmas condições propostas no presente trabalho, ou seja, um sorvete rápido, Freitas et al., (2018) observaram que cerca de 48% dos provadores “Certamente compraria” o sorvete testado, enquanto 38,1% “Provavelmente comprariam” o produto, resultados esses, que encontram semelhança com os obtidos no presente estudo, onde 40% dos provadores “Certamente comprariam” o sorvete de goiaba sem lactose, e 27% “Provavelmente comprariam”.

CONCLUSÕES

A proposta de desenvolvimento e elaboração de formulações de um sorvete rápido elaborado com polpa em pó de goiaba reconstituída e ingredientes com e sem lactose, agradou aos provadores, o que pode ser confirmado pelos elevados índices de aceitação e intenção de compra da análise sensorial.

O estudo resultou na elaboração de um sorvete rápido sem lactose, atendendo ao público com necessidades especiais (sem lactose) e trazendo uma opção de alimento funcional.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Direção da Escola Agrícola de Jundiá/UFRN, pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.B. da S. et al. Elaboração e avaliação sensorial de sorvete diet e sem lactose de mangaba endêmica do Cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 3, p. 38-41, 2016.

AMBRÓSIO-UGRI, M.C.B.; AKASHI, M.S. aceitação sensorial de sorvete de cupuaçu com baixo teor de lactose. *Revista Tecnológica*, v. 22, p. 53-60, 2013

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 37, de 1 de outubro de 2018. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, p.23, 08 out. 2018. Seção I. 2018b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 23 set. 2005. Seção 1. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18825&word=> Acesso em: 19 de set. de 2019.

BRONDI, J. Z. et al., Avaliação físico-química de diferentes marcas de leite condensado. *Higiene Alimentar*, v. 25, p. 305-306, 2011.

CÁCERES, M. C. Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do "blend" misto a base da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e suco de beterraba (*Beta vulgaris*). 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Cam-

pinas, 2003.

OSTA, J. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, A. L. M. L. Isotermas de adsorção de pós de beterraba (*Beta vulgaris* L.), abóbora (*Cucurbita moschata*) e cenoura (*Daucus carota*) obtidos pelo processo de secagem em leito de jorro: estudo comparativo. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 5-9, 2003.

COSTA, G.E. do A. F. et al., Análises físico-químicas e quimiométrica de leites condensados. In: CONGRESSO NACIONAL DE QUÍMICA, 56, 2016, Belém. Anais... Belém: ABQ, 2016. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/10/9603-23069.html#:~:text=O%20pH%20encontrado%20para%20o,valores%20m%C3%A9dios%20de%206%2C27>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

FREITAS, T.K.T. Elaboração de sorvete de abacaxi (*ananas comosus*) com hortelã (*Mentha*) sem lactose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS, 26, 2018, Belém. Anais Eletrônicos. Belém: SBCTA. p.4750-4755.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Primeira edição digital.

MORZELLE, M.C. et al., Caracterização físico-química e sensorial de sorvetes à base de frutos do cerrado. *Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"*, Jul/Ago, nº 387, 67: 70-78, 2012

MUNHOZ, C.L. et al. Aceitabilidade sensorial de sorvetes de jaca (*artocarpus heterophyllus*) com e sem lactose. In: ENCONTRO ACADÊMICO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5, 2019, Campo Grande. Anais...Campo Grande: FACFAN/UFMS. p. 51-55.

PEREDA, J.A.O. RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M. D. S. *Tecnología de alimentos*, Porto Alegre: Artmed, 2005. V.2.

PERRONE, I. T. et al. Influência de diferentes espessantes nas características sensoriais do doce de leite para confeitaria. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 66, n. 379, p. 45-50, 2011.

SANKAT, C. K; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v. 37, n.1, p 217-525, 2004.

SILVA JUNIOR, J. F. A cultura da Mangaba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 1, p. 1-192, 2004.

SOLER, M.P.;VEIGA, P.G. Sorvetes. Campinas: ITAL/CIAL, 2001. 68 p. (Especial, 1).

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. *Análise Sensorial de Alimentos*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

YAHIA, E. (2011). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruit*. (1. ed.). Cocona to mango: Woodhead Publishing.

“

Desenvolvimento e aceitação sensorial de empanado de frango do tipo nuggets com substituição de proteína de soja Por farinha de feijão caupi (*vigna unguiculata*)

João Trajano da **Silva Junior**
FTT

Bruna Raminelli de **Oliveira**
FTT

Anne Beatrice da **Silva**
FTT

Rúbner Gonçalves **Pereira**
FTT

RESUMO

A legislação brasileira para o setor de derivados cárneos permite a adição de proteínas não cárneas em alguns produtos, sendo a proteína de soja a mais adicionada. Apesar da viabilidade técnica e econômica, a soja possui sabor e aroma característicos, que podem causar estranhamento ao paladar. Assim, outras proteínas podem ser utilizadas, sejam de origem animal (caseinatos, proteínas do soro de leite e ovalbumina) ou de origem vegetal (trigo, aveia, grão de bico e feijões). O feijão caupi tem potencial, pois corresponde a aproximadamente 20% da produção total de feijões do país, além de possuir baixo custo de cultivo e produção. Como a literatura aponta que essa leguminosa possui alto valor nutritivo, benefícios tecnológicos e sensoriais, o objetivo deste trabalho foi substituir a proteína de soja por farinha de feijão caupi nas formulações empanado de frango. Para o desenvolvimento dos empanados com feijão caupi (EF) e com soja (controle: ES), os ingredientes da formulação foram misturados, a massa foi moldada, empanada, pré-frita e congelada até o momento das análises. A caracterização físico-química da farinha e dos empanados consistiu nas determinações de pH e atividade de água e dos teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas. A avaliação sensorial consistiu nos testes de diferença do controle e de intenção de compra. Verificou-se que a aplicação de farinha de feijão caupi foi eficaz no caráter tecnológico e nas características físico-químicas dos empanados. Nos testes sensoriais, os provadores perceberam diferença entre EF e ES ($p < 0,05$), mas pela característica do teste não se sabe em quais atributos. Além disso, nos testes de intenção de compra, ES obteve 84% de aceitação, enquanto que EF teve resultado insatisfatório, com apenas 36%. Dessa forma, são necessários mais estudos a fim de se otimizar a formulação em termos de todos os atributos sensoriais

Palavras-chave: Feijão-Fradinho; Proteína Vegetal; Desenvolvimento de Produto.

INTRODUÇÃO

Com uma vasta diversidade de produtos cárneos encontrados no mercado, os mais consumidos são os embutidos e os reestruturados, pois são alimentos de conveniência e de grande abrangência popular (OLIVEIRA et al., 2013). Destaca-se o empanado de frango, um dos mais populares produtos e com elevado consumo em larga faixa etária de idade, que consiste em pedaços de frango ligados e moldados, submetidos às operações de empanamento, pré-fritura e congelamento.

A indústria de carnes tem procurado por aditivos que tragam benefícios nutricionais e tecnológicos aos seus produtos. Pesquisas envolvendo a aplicação de proteínas vegetais em produtos cárneos têm sido realizadas com a finalidade de agregar saudabilidade e melhorar a estrutura física e percepção sensorial dos produtos (SALGADO et al., 2005).

Atualmente, a proteína vegetal mais empregada na produção de derivados cárneos é de soja, que apesar da facilidade de seu emprego, tem grande residual sensorial e conta com controvérsias nutricionais. O sabor da soja, exótico ao paladar do brasileiro, é a principal causa para a limitada aceitabilidade de seus derivados pelo consumidor (MANDARINO, 2018). Segundo estudos de Behrens e Silva (2004), as indústrias alimentícias devem investir nos aspectos sensoriais de produtos derivados de soja, a fim de levantar expectativas positivas nos consumidores e estimular a compra e o consumo destes produtos.

Na última década, diversos estudos foram realizados utilizando farinhas ricas em proteínas vegetais alternativas em substituição da soja, em produtos cárneos com o objetivo de promover o enriquecimento nutricional do produto, causar menor interferência sensorial, e indiretamente, uma maior ingestão de fibras pelos consumidores (CRUZ, G A. D. R. et al, 2003).

Entre as fontes de proteína vegetal disponíveis no Brasil, podemos destacar o feijão caupi. Segundo a Embrapa (MEIO-NORTE, 2002), a produção de feijão caupi está se expandindo no mercado brasileiro, pois é um produto de baixo custo operacional, boa adaptabilidade sazonal e que apresenta bom perfil tecnológico, sensorial e nutritivo, com quantidades significativas de proteínas (23 a 25% em base seca), destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídeos, em média 2% (FROTA; SOARES; AREAS, 2010; FREIRE FILHO et al. 2011, RIOS et al., 2018). Por conter níveis considerados de fibras em torno de 18% (SALGADO et al, 2005), o emprego deste feijão auxilia tecnologicamente na formação de emulsão e eleva a digestibilidade dos produtos, além de ajudar na redução do nível de colesterol (CRUZ, G A. D. R. et al, 2003). Em estudos in vivo com roedores, foi verificado que o consumo de dieta a base de feijão caupi integral proporcionou uma redução no colesterol total de 49% e colesterol não-HDL de 54%. (GOMES; REIS; SILVA, 2012). Esta leguminosa contém aminoácidos que regulam o sistema imunológico e o metabolismo, tais como arginina, valina e metionina em quantida-

des maiores do que as encontradas na soja. Além disso, a metionina estimula a produção de creatina, que melhora a recuperação muscular e tem propriedades antioxidantes (MAIA et al, 2000).

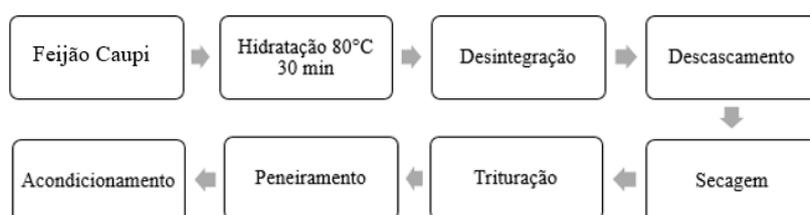
Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi substituir a proteína de soja por farinha de feijão caupi nas formulações de empanado de frango, avaliando a composição centesimal, a qualidade microbiológica e a aceitação sensorial

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção e caracterização da farinha

Foram utilizadas amostras de feijão caupi obtidos no comércio local da cidade de São Bernardo do Campo. O fluxograma de produção da farinha é apresentado na figura 1.

Figura 1: Fluxograma de produção de farinha de feijão caupi.



As etapas de hidratação, desintegração e descascamento seguiram a metodologia de Gomes et al (2012). A secagem foi realizada em estufa ventilada a 65 °C, por 4 horas, com fluxo de ar de aproximadamente 4,0 m/s. De acordo com Leal et al (2013), a secagem do feijão deve ser realizada até que o produto atinja o teor de água máximo entre 10 a 12% (base seca) aproximadamente. Após este período, o produto permaneceu nas bandejas com o sistema de aquecimento de ar desligado até o seu resfriamento e, por fim, o feijão passou novamente por moagem em moinho semi-industrial para padronização de suas medidas e peneirados em peneira de 35 mesh, equivalente a 0.5 mm.

A farinha obtida foi acondicionada a vácuo em sacos plásticos (Nylon Poli, transparente, liso) à temperatura ambiente até o momento das análises.

Desenvolvimento de Empanado de frango

Para o desenvolvimento de empanado de frango tipo nuggets, foi realizada pesquisa em literatura para definição da formulação. A partir da metodologia de Rocha (2015) e dos testes preliminares, definiu-se a formulação do empanado padrão - EP (Tabela 01).

Para a formulação de empanado de frango com feijão caupi (EF) – Tabela 01, foi utilizado o mesmo percentual de ingredientes, substituindo apenas a proteína de soja pela farinha de feijão, levando em consideração a porcentagem máxima que pode ser adicionada pela legislação (4% de proteína vegetal). Portanto, a formulação EF possui menor teor de proteínas em comparação EP, pois a proteína de soja concentrada utilizada possui 45% de teor proteico em sua composição.

Tabela 01. Formulação de empanado de frango.

Ingredientes	Percentual (%)	
	EP	EF
File de peito de frango	83,21	83,21
Pele	8,13	8,13
Sal comum	1,69	1,69
Proteína concentrada de soja	4,00	0
Farinha de feijão caupi	0	4,00
Fosfato monocalcico	0,40	0,40
Cebola em pó	0,76	0,76
Alho em pó	0,76	0,76
Pimenta do reino	0,17	0,17
Açúcar	0,23	0,23
Glutamato monossódico	0,45	0,45
Eritorbato de sódio	0,20	0,20

EP – Empanado Padrão com soja; EF – Empanado com feijão caupi.

O procedimento experimental da produção de empanado de frango (Figura 2) foi realizado segundo Olivo (2006), com adaptações.

Figura 2. Fluxograma de produção de empanado de frango.



O peito de frango e a pele foram moídos em moedor de carnes (CAF 22 Inox), com um disco de 8 mm. Em seguida, os ingredientes foram misturados em moinho semi industrial por 2 minutos e a massa resultante foi separada em pequenas porções e moldada manualmente. Em seguida ocorreu o processo de empanamento, composto pela aplicação do líquido de empanamento e a adição das farinhas de cobertura (OLIVO, 2006; NUNES, 2006).

O processo de empanamento teve a formulação baseada em Loewe (1990) utilizando os ingredientes da tabela 02.

Tabela 02. Formulação de empanamento.

Ingredientes do Líquido de empanamento	Percentual %
Farinha de rosca	20,00
Farinha de trigo	20,00
Farinha de milho	20,00
Água gelada	37,00
Bicarbonato de sódio	3,00
Ingredientes da Farinha de cobertura	Percentual %
Farinha de rosca	100

Após essas etapas ocorreu o processo de pré-fritura por 1 minuto e, por fim, o produto foi submetido ao congelamento a temperatura de -17 °C e armazenamento a vácuo a fim de conservar o produto até a realização das análises físico-químicas, microbiológicas e testes sensoriais (OLIVO, 2006; NUNES, 2003; BOCCI, 2007).

Análises físico químicas

A farinha de feijão caupi obtida e os produtos desenvolvidos foram submetidos às análises físico-químicas e microbiológicas, em triplicata em cada repetição do experimento.

A caracterização físico-química das amostras consistiu nas determinações de pH e atividade de água e dos teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas, segundo metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2009). A quantificação de carboidratos foi realizada por diferença entre 100% e a somatória dos níveis de proteínas, lipídeos, umidade e cinzas.

A análises foram realizadas nos laboratórios da Faculdade de Tecnologia Termomecânica. O pH foi medido utilizando pHmetro (Logen Scientific, modelo LS300-0). A atividade de água foi determinada utilizando-se higrômetro Decagon (AquaLab, modelo Lite HS), calibrado a 25 °C. A umidade foi determinada por secagem em estufa (Toledo do Brasil, modelo MB 35). O teor de cinzas foi determinado segundo o método de resíduo por incineração em forno mufla (Edgcon 3p, EDG 300). A determinação do teor de lipídeos foi realizada segundo método de soxhlet (modelo te-044, Tecnal), e a determinação do teor de proteínas foi efetuada segundo o método de micro-Kjeldahl, para a quantificação de nitrogênio total.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas uma semana antes da análise sensorial, e consistiram em determinação de coliformes totais, coliformes à 45 °C, contagem de bolores e leveduras, *Salmonella* e *Bacillus cereus*, seguindo os procedimentos descritos pela American Public Health Association (APHA, 2001).

Análise sensorial

Para a avaliação sensorial do empanado de frango foram realizados dois testes em conjunto, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1993), sendo o primeiro, o teste de diferença do controle, que teve como objetivo avaliar se existia diferença significativa ($p < 0,05$) entre a formulação padrão e a formulação utilizando farinha de feijão caupi, e o segundo, o teste de intenção de compra. Para o teste de diferença do controle cada provador recebeu três amostras, sendo uma delas a padrão codificada com a letra P, e duas amostras codificadas com 3 dígitos aleatórios, sendo uma amostra com feijão caupi e uma amostra padrão. Ao provador foi solicitado que provasse as amostras codificadas comparando cada uma com o padrão e indicasse a partir de uma escala estruturada de 9 pontos (0 = nenhuma diferença, 9 = extremamente diferente), o grau de diferença existente entre a amostra P e as amostras codificadas.

No teste de intenção de compra cada provador avaliou separadamente as duas amostras codificadas, sendo uma padrão e uma com farinha de feijão caupi e avaliou utilizando escala estruturada de 5 pontos (5 = certamente compraria, 1 = certamente não compraria), a intenção de compra de cada amostra.

Os resultados obtidos pelo teste de diferença do controle foram analisados estatisticamente pelo teste F da Análise de Variância - ANOVA, para identificação da existência de diferença significativa ($p \leq 0,05$) das formulações de empanado de frango.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal

Nas tabelas 04 e 05 estão apresentados a composição centesimal e parâmetros físico químicos de farinha de feijão caupi e empanado de frango, respectivamente.

Tabela 04. Composição centesimal (%) e parâmetros físico químicos de farinha de feijão caupi (base seca).

Análises	Resultado
Umidade	7,460% \pm 0,073
Cinzas	1,625% \pm 0,012
Lipídios	2,200% \pm 0,302
Proteínas	25,943% \pm 0,423
Carboidratos totais	62,770%
Atividade de água	0,262 \pm 0,001
pH	6,820 \pm 0,036

*Valores expressos em médio desvio padrão.

Os valores obtidos estão dentro dos intervalos apresentados em literatura, de acordo com Frota (2010). O teor de umidade apresentado é inferior a 15%, valor máximo estabelecido pela legislação para farinhas, o que é favorável ao aumento da estabilidade ao longo do armazenamento (BRASIL, 2005). Os resultados confirmam o perfil nutritivo da farinha do grão e seu potencial tecnológico, uma vez que a quantidade de proteínas é elevada (25,94%). Além disso, há prevalência na quantidade de carboidratos presentes (62,77%), composto principalmente por amido e na forma de fibra, que segundo Shiga, et al (2009) é constituída por pectina, celulose e hemicelulose que atuam como agentes espessantes e estabilizantes, auxiliando na retenção de água e melhorando a textura do produto.

Tabela 05. Composição centesimal (%) e parâmetros físico químicos de empanado de frango.

Análises	Resultados (%)	
	EP	EF
Umidade	59,200a ± 0,141	59,100a ± 0,208
Cinzas	2,998a ± 0,042	2,670a ± 0,370
Lipídios	5,715a ± 0,924	5,245a ± 0,863
Proteínas	17,512a ± 0,231	16,043a ± 0,771
Atividade de água	0,871a ± 0,001	0,869a ± 0,001
Ph	5,520a ± 0,011	5,580b ± 0,005

EP – Empanado padrão com soja; EF – Empanado com feijão caupi

*Valores expressos em médio desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste F da ANOVA.

Os resultados de composição centesimal do produto e parâmetros físico químicos apresentam valores semelhantes a outros estudos, como o de Rocha (2015) para empanado de frango.

Para empanados, a Instrução Normativa nº6 de 15 fevereiro de 2001, não estabelece valores máximos e mínimos para os teores de lipídeos, proteínas e umidade (BRASIL, 2001); no entanto para o teor de umidade ao redor de 59% e A_w menor que 0,90 apresentado pelo empanado é satisfatório quanto a sua vida útil, uma vez que, de acordo com estudos de DAMODARAN et al. (2010), empanados com teor de umidade até 63,4% são caracterizados como produtos com atividade de água intermediária, o que retarda o seu processo de deterioração.

Análises microbiológicas

Nas tabelas 07 e 08 estão apresentados os resultados microbiológicos de farinha de feijão caupi, e empanado de frango, respectivamente.

Tabela 07. Resultados das análises microbiológicas da farinha de feijão caupi.

Análises	Resultado	Tolerância
Coliformes Totais (NMP/g)	Ausente	10 ² UFC/g
Coliformes a 45°C (NMP/g)	Ausente	10 ² UFC/g
Bolores e Leveduras (UFC/g)	< 10 ⁻¹	-
Salmonela	Ausente	Ausente
Bacillus Cereus	< 100	5. 10 ³ UFC/g

O teor de coliformes totais e coliformes as 45° C, *Salmonella* e *Bacillus cereus* para a farinha de feijão caupi produzida (Tabela 07) se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Para as análises de bolores e leveduras, observam-se valores da ordem 2 a 6 UFC/g, sendo valores não significativos microbiologicamente não havendo padrão na legislação.

Tabela 08. Resultados das análises microbiológicas de empanado de frango.

Análises	Tolerância	EP	EF
Coliformes a 45°C (NMP/g)	10 ³	Ausente	Ausente
Coliformes a 45°C (NMP/g)	10 ³	Ausente	Ausente
Bolores e Leveduras (UFC/g)	-	<10-1	<10 ⁻¹
Salmonela	Ausente	Ausente	Ausente

EP – Empanado padrão com soja; EF – Empanado com feijão caupi;

Para o produto obtido, o conteúdo de coliformes totais e coliformes as 45° C, e *Salmonella* encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), indicando que o produto foi elaborado de acordo com as boas práticas de fabricação. Assim como no caso da farinha, não há especificação de tolerância na legislação para as análises de bolores e leveduras, ainda assim observam-se valores baixos, da ordem 2 a 6 UFC/g.

Análise sensorial

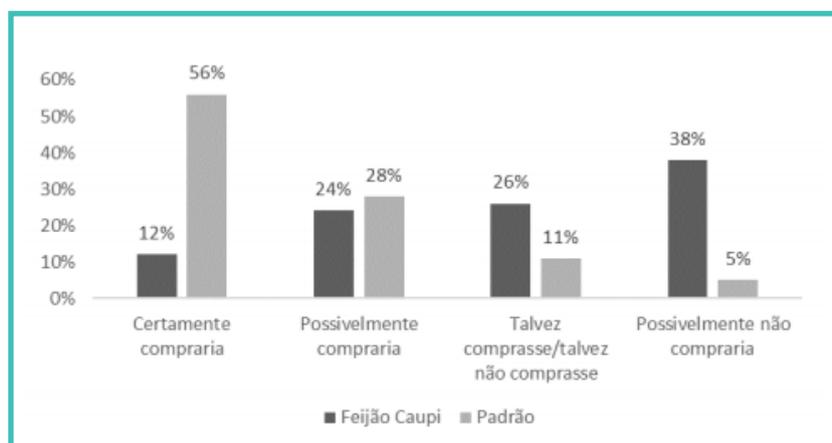
Participaram do teste sensorial de empanado de frango, respectivamente 44 e 61 provadores não treinados, consumidores de produtos cárneos, com idade entre 19 e 50 anos, sendo 49,18% do sexo feminino e 50,82% do sexo masculino.

A partir dos resultados da ANOVA para o teste sensorial de comparação geral do teste F de controle das amostras de empanado de frango, observou-se que a amostra com utilização de farinha de feijão caupi difere significativamente ($p < 0,05$) do padrão. A média das notas obtidas na análise sensorial para EP foi 3,00, enquanto a EF foi 6,00, sendo consideradas diferentes a 5% de probabilidade pelo teste F da ANOVA.

Uma vez que a diferença entre as amostras EP e EF foi percebida pelos provadores,

se entende que a aplicação de feijão caupi neste produto necessita de adequações, sendo necessário mais estudos e novas avaliações sensoriais para entender em quais atributos os produtos diferem. O resultado do teste de intenção de compra de empanado de frango está apresentado na Figura 4.

Figura 04. Intenção de compra de empanado de frango padrão e empanado de frango com utilização de farinha de feijão caupi.



A partir da figura 04 é possível verificar que a amostra EP obteve 84% de aceitação, enquanto que EF teve resultado insatisfatório, com apenas 36%.

Durante o estudo foi notado que o empanado EF apresentou sabor mais acentuado com notas condimentadas, após alguns dias do processo de congelamento, esta diferença sensorial de sabor de condimentação não aconteceu com o EP. Alguns provadores reportaram essa diferença no campo de comentários da ficha da análise sensorial, e justificaram a não intenção de compra associada a isso. O resultado reforça a necessidade de mais estudos no desenvolvimento deste produto.

CONCLUSÃO

A metodologia confirmou que a farinha de feijão pode ser aplicada na fabricação de empanado de frango dos pontos de vista, legais, tecnológico, físico-químico e microbiológico. Em relação ao perfil sensorial, os provadores perceberam diferença significativa entre EF e EP ($p < 0,05$), mas pela característica do teste não se sabe em quais atributos. Além disso, nos testes de intenção de compra, EP obteve 84% de aceitação, enquanto que que EF teve resultado insatisfatório, com apenas 36%. Dessa forma, são necessários mais estudos a fim de se otimizar a formulação em termos de todos os atributos sensoriais.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association – Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4^a ed. Washington DC: APHA, 2001. Disponível em: <<https://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>>. Acesso em: 22 out. 2018. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial dos alimentos e bebidas. Terminologia – NBR 12806. São Paulo, 1993.

BOCCI, G. S. Gestão por Processos e LeanManufacturing Associada a Controle Estatístico de Processo Online em uma Indústria de Produtos Empanados a Base de Frango. Santa Maria, RS, 2007. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/12/TDE-2007-07-17T104248Z-708/Publico/Gisele%20Bocci.pdf> Acesso em: 12 ago. 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados. Instrução normativa n.º 6, de 15 de fevereiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 setembro de 2005. Aprova as categorias de Alimentos e Embalagens Dispensados e com obrigatoriedade de Registro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005. Disponível em: Acesso em: 02 fev. 2019

CRUZ, G. A.D. R. et AL. Protein quality and in vivo digestibility of different varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Brazilian Journal of Food technology, Campinas, v. 6, n. 2, p. 157-162, 2003.

DAMODARAN, S et al. Química de alimentos de Fennema. 4 ed. Porto Alegre: Artemed, 2010.

FROTA, Karoline de Macêdo Gonçalves; MORGANO, Marcelo Antonio; SILVA, Marta Gomes da. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. 2009. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia Alimentos, 2 Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, Campinas, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v30s1/3183.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

FROTA, Karoline de Macêdo Gonçalves; SOARES, Rosana Aparecida Manólio; AREAS, José Alfredo Gomes. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 2, n. 28, p.470-476, jun. 2008. Semestral.

GOMES, Glêce Milene Santana et al. OBTENÇÃO DE FARINHA DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 14, n. 1, p.31-36, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev141/Art1414.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Versão eletrônica. São Paulo. 2008. Disponível em: <https://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

LEAL, MaiaraJaianne Bezerra et al. Características físico-químicas de farinhas de duas cultivares de feijão-caupi (*vigna unguiculata* l. Walp): brstumucumaque e brsaracê. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 3., 2013, Recife. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/85327/1/038b.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

MAIA, F M. M. et al. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin – inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp Cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, v. 80, n. 4, p. 453-458, 2000.

MAPA. Produtos de Origem Animal. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/produtos-de-origem-animal>>. Acesso em: 29 out. 2018.

MEIO-NORTE, Embrapa. Cultivo do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina: Embrapa, 2002. 108 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80707/1/sistemaproducao-2.PDF>>. Acesso em: 21 maio 2019.

NUNES, T. P. et al. Aceitação Sensorial de Reestruturados Empanados Elaborados com Filé de Peito de Galinhas Matrizes de Corte e Poedeiras Comerciais. *Ciênc. Tecnologia Alimentos* Campinas, out.-dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n4/19.pdf>> Acesso em: 31 de out. 2018.

OLIVEIRA, Débora Francielli de et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. *Brazilian Journal Of Food Technology*, [s.l.], v. 16, n. 3, p.163-174, set. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232013005000021>.

OLIVO, R. O Mundo do Frango: Cadeia Produtiva da Carne de Frango. Criciúma, SC: Editora do autor, 2006.

ROCHA, Yana Jorge Poliezzzer. Aplicação de fibra de ervilha em produtos carneos. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

SALGADO, M. S.; GUERRA, N. B.; ANDRADE S. A. C.; LIVEIRA, A. V. S. Caracterização físico-química do granulo do amido de feijão caupi. *Ciencia Tecnologia dos Alimentos*, Campinas, v. 25, n.3, p. 525-530, 2005.

SHIGA, T. M.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Effect of cooking on non-starch polysaccharides of hard-to-cook beans. *Carbohydrate Polymers*, Barking, v. 76, p. 100-109, 2009.

“ Development of a thermogenic drink from whey

Adaelson Firmino da **Silva Junior**
IFF

Alcides Ricardo Gomes de **Oliveira**
IFF

Cassiano Oliveira da **Silva**
IFF

Welder Magalhães **Cascardo**
IFF

Letícia de Souza **Oliveira**
IFF

RESUMO

O Brasil ocupa a posição de maior produtor e exportador de café a nível mundial e fica em segundo lugar no ranking de consumo do mesmo. O café é um alimento que trás uma prerrogativa de assistência à saúde, pois encontramos nele a cafeína, que ao ser ingerida e absorvida pelo organismo, contém efeitos benéficos à saúde, podendo auxiliar na perda de peso, suprir a fome temporariamente, além do efeito termogênico, e possui a viabilidade de auxiliar no desempenho de pessoas submetidas a exercícios regulares durante a prática destes. Assim como o café, como fonte de cafeína, as proteínas do soro de queijo podem ser utilizadas para auxiliar no desempenho de pessoas submetidas a exercícios regulares, isso se deve fato de possuírem aminoácidos essenciais. A bebida foi desenvolvida a partir de uma base de ingredientes que são soro de leite em pó, café solúvel em pó e adoçante, que foram diluídos em água para a mistura dos demais aditivos necessários à construção da bebida pronta para o consumo. O soro de leite em pó adicionado foi processado pelo método de desidratação “*foam-mat*”. O processo de secagem *foam-mat*, em três tratamentos diferentes, resultou em amostras com teores de proteínas 8,42%; 10,76% e 8,47% respectivamente dos tratamentos A, B e C, mostrando uma variação possivelmente ligada a concentração de emulsificante e estabilizante utilizados em cada tratamento. A análise de lipídio obteve 11,14%; 4,69; e 9,41; dos tratamentos, sendo na ordem de A, B e C. Na análise de umidade têm-se 4,92%; 8,28% e 6,63%. Em relação a aW chegou-se ao resultado de 0,11%; 0,11% e 0,10%. Já na densidade obteve-se os valores de 4,30; 2,67 e 2,32. O produto final resultou numa bebida gelada, onde foi empregada o tratamento B, mais o café solúvel e cafeína anidra. Com a pesquisa de mercado notou-se um interesse neste produto, além de ser considerado pelo público um produto funcional e inovador.

Palavras-chave: Bebida termogênica; Soro de leite, Cafeína.

INTRODUÇÃO

A cafeína uma metil-xantina, tem a característica de poder auxiliar de forma positiva no desempenho físico de atletas ou de indivíduos que estejam realizando um exercício de resistência física, por isso, é comumente encontrada em bebidas de suplementação para estes grupos de consumidores. (MEDICAL NEWS TODAY, 2017).

O soro de leite é um subproduto rico em proteína gerado a partir da fabricação de queijos e ultimamente está ganhando força na sua reutilização na área alimentar, devido seu alto valor agregado e características funcionais e bioativas (SANTIN, 2004).

Uma pesquisa realizada em ratos Wistar constatou que a suplementação na alimentação com as proteínas do soro ou "*whey protein*", possui eficiência no controle de ganho de peso atrelada ao treinamento físico de sobrecarga, e além do controle de peso, também obteve-se resultado otimista na hipertrofia muscular em exercícios de nado forçado com sobrecarga (JOEL et al., 2016).

A junção dos benefícios do café, possuindo cafeína e as proteínas do soro de leite pode ser considerado algo bastante versátil ao atleta consumidor, sendo utilizado como uma bebida pré-treino e também pós treino.

Este segmento de suplemento a base de soro de leite vem aumentando ao longo dos anos, no qual apenas em 2015 o mercado mundial movimentou US \$ 8,2 milhões, especificamente com os suplementos a base do soro. Está previsto que de 2016 até 2021 o mercado irá sofrer um aumento de 7,2% na comercialização destes produtos (RESERCH, 2018).

Com base nessas informações, este estudo procura realizar a combinação do café com soro de leite, que seria descartado após produção de queijos, para confecção de uma bebida termogênica, saborizado café, voltada ao público esportivo que busca alternativas de produtos com característica termogênica e proteica.

REVISÃO DE LITERATURA

Cafeína

A cafeína detém efeitos benéficos à saúde, dentre eles, pode auxiliar na perda de peso ou evitar o ganho do mesmo, por suprir temporariamente a fome, assim como o efeito de termogênese, fazendo o corpo gerar mais calor a partir da digestão dos alimentos consumidos. Além disso, também é capaz de aumentar o desempenho físico em exercícios de resistência (MEDICAL NEW TODAY, 2017); além de melhorar o potencial de resistência e redução do esforço (EFSA, 2018).

A cafeína também auxilia no desempenho dos exercícios de resistência, provavelmente devido a melhora na mobilização de ácidos graxos e conservar o glicogênio no corpo (KADAM; PATIL; KAUSHIK, 2010).

O corpo absorve a cafeína em até 45 minutos após o consumo e seus efeitos podem chegar ao pico máximo em até 1 hora e permanecer de 4-6 horas, alterando a forma do funcionamento do cérebro. A cafeína possui estrutura parecida com a Adenosina, substância presente em todas as células do corpo. A célula nervosa interpreta a cafeína como uma molécula de adenosina, de forma que a cafeína se liga na célula no lugar da adenosina (MEDICAL NEWS TODAY, 2017).

Soro de leite

O soro possui um alto valor proteico, em especial α -lactalbumina, contendo uma quantidade mais elevada que na clara do ovo ou albumina do soro bovino. A α -lactalbumina detém uma alta concentração de aminoácidos de cadeia ramificada, de 23% a 25%, do que qualquer outra fonte proteica, e esses aminoácidos são de interesse para atletas, pois, são os primeiros a serem utilizados durante o processo de catabolismo muscular (MIRANDA, 2018).

Segundo Hulmi, Lockwood e Stout (2010), há vários estudos que demonstram que a suplementação sozinha do whey ou acompanhada de carboidratos, de imediato após o fim do exercício de resistência, pode ampliar a resposta da hipertrofia muscular em adultos saudáveis. Também é possível que o soro aumente a capacidade de recuperação de treinos pesados e possivelmente reduzir lesões musculares e dores, logo, com o tempo isto pode auxiliar na adaptação do treinamento e diminuir o excesso de treino.

Não só após, mas o consumo do whey antes do treino auxilia no aperfeiçoamento da resposta anabólica, melhorando a síntese proteica e diminuindo sua degradação (FISCHBORN, 2009).

Segundo estudos de Tipton et al. (2007), o consumo das proteínas do soro antes ou 1h após o treino, resultou numa resposta anabólica superior quando comparada a outros suplementos. Já de acordo com Hulmi (2006), ingerir o whey antes e após a prática de exercícios acarretou na prevenção da redução da expressão de miostatina e miogenina, o que beneficia a hipertrofia muscular.

Termogênese

Recentemente o uso de suplementos termogênicos vem sendo apontado como uma das formas mais utilizadas para redução de gordura no corpo, pois, além dessa função, também prometem um auxiliar na melhora do desempenho atlético e aumentar a taxa de

oxidação da gordura corporal (PEÇANHA; FRIGERI; FILHO, 2016).

Trata-se de um processo de conversão dos nutrientes calóricos em energia térmica, de suma importância, à termorregulação, manutenção do metabolismo e controle do peso, além do aumento da taxa metabólica basal através do sistema nervoso simpático (STOHS; BADMAEV, 2016).

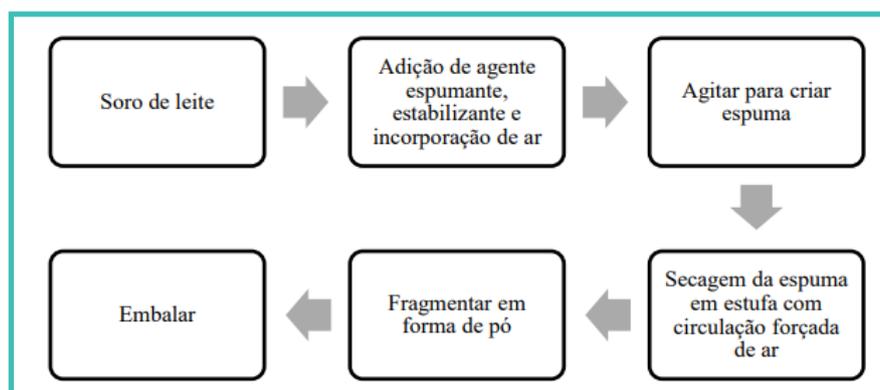
A separação da cadeia respiratória nas mitocôndrias é tida como o principal motivo que leva à termogênese, o que acaba sendo utilizado por meios farmacológicos e nutricionais para regular a mesma. A função da cadeia respiratória é levar elétrons com o aumento dos potenciais de oxidação, assim diminuindo o oxigênio molecular em H₂O. Durante este processo gera-se energia que acaba sendo utilizada para bombear prótons da matriz mitocondrial ao espaço intermembranoso, produzindo uma força motriz do próton, que, consequentemente ativa a ATP síntese e estimula conversão de ADP e fosfato inorgânico ao ATP (ROSENBAUM et al., 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

Produção do soro de leite em pó

O soro de leite foi coletado a partir da produção no setor de laticínios do Instituto Federal Fluminense - *campus* Bom Jesus do Itabapoana. Após a coleta, processou-se conforme a metodologia para secagem de acordo com o fluxograma da Figura 2, uma forma inspirada e adaptada do método utilizado por Kadam, Patil e Kaushik (2010).

Figura 2. Fluxograma de secagem *foam-mat*.



Fonte: Kadam, Patil e Kaushik (2010).

Foram elaboradas duas formulações para secagem do soro, na qual variou-se a quantidade de estabilizante e emulsificante utilizado, sendo a amostra “A” com 0,5% na formulação e “B” com 2%; a amostra “C” foi a espuma gerada após repouso do soro “B” posteriormente

ao processo de incorporação de ar.

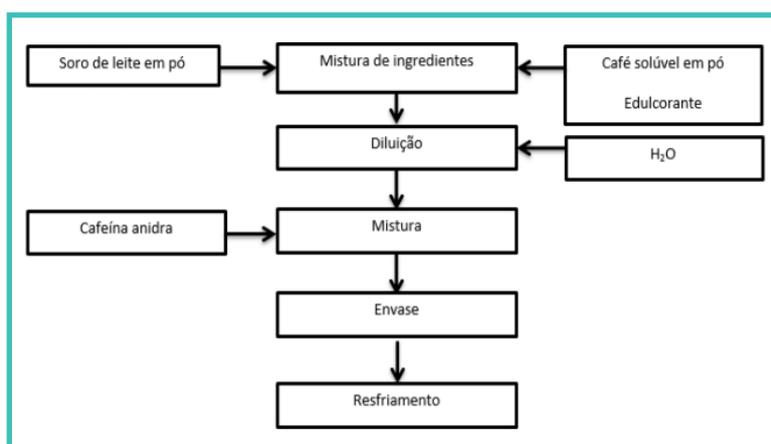
Café solúvel

O café solúvel empregado no desenvolvimento da bebida foi adquirido em mercado local, proveniente de marca comercial cuja função é aromatizar e adicionar cafeína a bebida no qual será analisada quanto ao seu teor de cafeína para calcularmos a quantidade de cafeína anidra a ser adicionada na bebida final para que seus teores fiquem similar a bebida energética que segundo a legislação Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005 que é 35/100ml.

Produção da bebida

Para produção da bebida juntou-se os ingredientes para tal, seguindo o fluxograma presente na Figura 3.

Figura 3. fluxograma de produção



A formulação escolhida para o desenvolvimento da bebida é na composição de 1/1 para quantidade de soro em pó “B” e café, mais edulcorante para diminuir o amargor do produto. O produto final foi apresentado na forma de bebida gelada.

Análises físico-químicas

Umidade

A análise de umidade utilizada nas amostras foi realizada de acordo com os padrões do Instituto Adolfo Lutz (1985), por secagem direta em estufa a 105 °C durante 6h. Realizou-se a determinação do teor de água em triplicata.

Cálculo:

$$X = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} * 100$$

Onde:

X = umidade em %

Mi = massa inicial, em g

Mf = massa final, em g

Lipídios

Foi utilizada a metodologia de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985) para análise de lipídios por extração por meio de Soxhlet, onde o aparelho ficou em funcionamento por 6h. A quantificação do teor de lipídios foi realizada em triplicata.

Cálculo:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{lipídeos (\% p/p)}$$

Onde:

N = massa de lipídeos (g)

P = massa da amostra (g)

Densidade

A densidade foi aferida de acordo com a metodologia de Okezie e Bello (1998), onde se utilizou uma proveta de 10 mL, e foi realizado em triplicata das amostras A, B e C.

Proteína

Para determinar a quantidade de proteínas, utilizou-se o método Kjeldahl modificado, em triplicata, nos padrões do Instituto Adolfo Lutz (1985).

$$\text{Cálculo: } \frac{(Vb - Va) \times f \times 0,01 \times 0,014 \times 5,3 \times 100}{P} = \text{protídeos por cento (p/p)}$$

Onde:

Vb = volume de NaOH gasto na titulação do branco (mL)

Va = volume de NaOH gasto na titulação da amostra (mL)

f = fator de correção da solução de NaOH

P = massa da amostra em g

A verificação da atividade de água foi realizada a partir do medidor LabSwift – aw da empresa Novasina.

Pesquisa de Mercado

A pesquisa de mercado foi realizada utilizando a plataforma Formulários do Google, sendo compartilhado através das redes sociais Whatsapp e Instagram.

No formulário foi apresentado um pequeno texto explicativo:

Ingerir o whey antes e após a prática de exercícios acarreta na prevenção da redução da expressão de miostatina e miogenina, o que beneficia a hipertrofia muscular.

A cafeína detém efeitos benéficos à saúde, dentre eles, pode auxiliar na perda de peso ou evitar o ganho do mesmo, por suprir temporariamente a fome, assim como o efeito de termogênese, fazendo o corpo gerar mais calor a partir da digestão dos alimentos consumidos. Além disso, também é capaz de aumentar o desempenho físico em exercícios de resistência, além de melhorar o potencial de resistência e redução do esforço.

Tendo em vista estas informações, foi desenvolvida uma bebida com potencial termogênico a base de café, adicionada de whey (proteínas do soro de leite), sendo o mais natural possível.

Logo em seguida foram apresentadas as seguintes questões:

1. Em uma escala de 0 (nada interessante) a 10 (muito interessante), o quão interessante você achou este produto?
2. Em uma escala de 0 a 10, em que 1 é nada útil e 10 é muito útil, o quanto você achou esse produto útil?
3. Você compraria este produto? (0 a 10)
4. Por que você deu esta nota na questão anterior?
5. Dos adjetivos abaixo, na sua opinião, qual melhor descreve este produto?

a. Inovador;

b. Funcional;

c. Inútil;

d. Legal;

e. Útil;

f. Desnecessário;

g. Sem graça;

h. Curioso;

Necessário;

j. Imitação;

k. Sensacional;

l. Incrível

A atividade de água influencia no crescimento microbiano, e também da estabilidade dos alimentos, devido as reações enzimáticas, de oxidação, hidrolítica e de escurecimento, o que interfere diretamente em parâmetros sensoriais do produto (HARDMAN, 1987; BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2007).

O soro em pó obteve diferença significativa da atividade de água apenas no tratamento “A”, e se diferenciando das demais. Não foi encontrado na literatura resultados da atividade de água proveniente da secagem do soro de leite por meio do método *foam-mat*, para que se realizasse uma comparação. Mas comparando com a a_w ideal para operação do soro de leite seco em *spray dryer*, que é 0,15 segundo Perrone et al. (2016), a atividade de água deste trabalho encontra-se abaixo.

Os valores de lipídeo obtidos são estatisticamente diferentes entre si, sendo o tratamento B com 2% de emulsificante e estabilizante, com a menor quantidade dentre eles, e o “A” com a maior. Nota-se que quanto menor a quantidade de emulsificante e estabilizante utilizado, maior é a quantidade de lipídeo residual no pó. Os valores do presente trabalho são distantes dos encontrados por Silva (2016); possivelmente esta diferença foi causada pela qualidade do leite utilizado e o processamento empregado na produção do queijo.

Todos os resultados obtidos mostram-se bem distantes de marcas comerciais de *Whey Protein*, que variam de 61% à 70%, possuindo uma inferior quantidade de a_w e proteína, assim como quantidades superiores de lipídeos. O teor de umidade ficou com valores aproximados. Estas comparações foram feitas com os resultados de Santos (2015).

Na figura 4 é possível observar o resultado final do processo de secagem do soro com a metodologia *foam-mat*.

Figura 4. Soro em pó.



Produto final

A elaboração do produto final culminou numa bebida legada a base de café, juntamente com o soro de leite em pó e adicionado de cafeína anidra, na quantidade de 210 mg em 150 mL de bebida. O pó depois de solubilizado na bebida a deixou com uma característica mais densa e turva. Na figura 5 é possível observar a bebida finalizada, porém, não envasada.

Escolheu-se que a bebida fosse gelada devido seu apelo esportivo, pois o produto teria uma característica de frescor.

Figura 5. Bebida gelada



As propriedades físico-químicas do produto podem ser encontradas na tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas do produto final.

Tratamento	Proteína (%)	Lipídeo (%)	Umidade (%)
A	8,82	6,205	489,46
B	9,18	2,695	491,14
C	8,04	5,055	490,315

Examinando a Tabela 2, nota-se que o tratamento “B” originou uma bebida com maior quantidade de proteína e menor quantidade de lipídio em relação aos demais tratamentos. Além disto, com o tratamento “B” a bebida ficou mais fluída, provavelmente pela menor quantidade de lipídeos, que deixou a amostra com tratamento “A” mais densa e com uma maior turbidez. Estes fatores levaram à escolha do tratamento “B” para bebida padrão.

Pesquisa de mercado

Na pesquisa de mercado, obteve-se 87 respostas, onde predominou-se a faixa etária de 18 a 25 anos, 65,5%.

Pode-se observar, na Figura 6, as respostas para primeira pergunta da pesquisa de mercado.

Figura 6. Em uma escala de 0 (nada interessante) a 10 (muito interessante), o quão interessante você achou este produto?

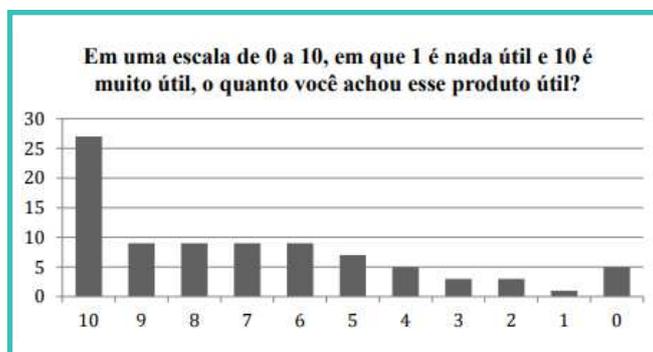


Aqui é possível examinar que, de acordo com as respostas recebidas é notável que

há um público considerável, dentro da pesquisa, que demonstra considerar interessante o produto.

No Figura 7 é possível observar as respostas referentes para a pergunta 2 na pesquisa de mercado.

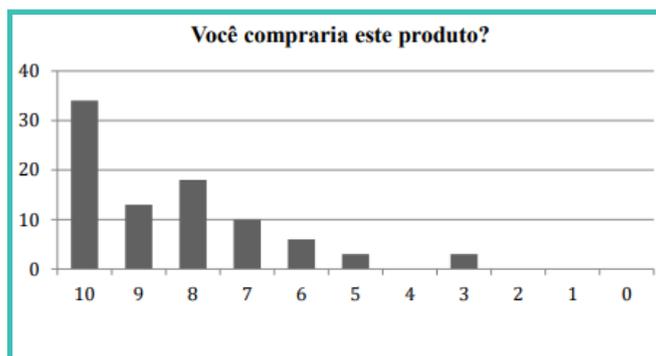
Gráfico 7. Em uma escala de 0 a 10, em que 0 é nada útil e 10 é muito útil, o quanto você achou esse produto útil?



Na pergunta 2 há uma certa homogeneidade nas respostas adquiridas. Nota-se que grande parte das respostas indicam que o produto possui utilidade no contexto em que se apresenta, sendo um resultado satisfatório e esperado.

Referente à pergunta 3 do formulário, pode-se examinar os resultados na Figura de número 8.

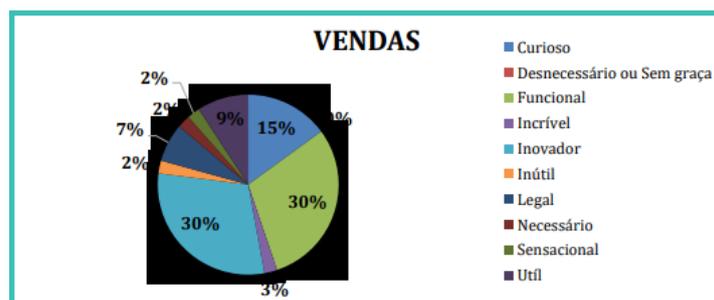
Figura 8. Você compraria este produto?



Neste gráfico pôde-se observar uma maior variação nos padrões de respostas, e levando em consideração as respostas descritas no formulário, é possível entender que parte do público que respondeu a pesquisa pratica exercícios, mas não tem interesse em suplementação, e alguns não praticam exercícios físicos regularmente. Mas as respostas indicam um resultado satisfatório e esperado, mostrando interesse na aquisição do produto.

Em relação a pergunta 5, onde pode-se observar no gráfico 1, é possível ver que as definições de produto que mais se destacaram demonstram que o produto é inovador e funcional na concepção dos participantes.

Gráfico 1. Descrição do produto.



Na pergunta 6 foi indagado sobre o conhecimento de um produto similar ao desenvolvido neste trabalho. Percebeu-se que grande parte dos participantes não conhecem um produto semelhante a este, e uma quantidade significativa mostrou não saber responder a pergunta; Uma minoria respondeu conhecer produtos parecidos. Observa-se com mais facilidade estas informações no gráfico 2.

Gráfico 2. Conhecimento de produtos similares.



CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados obtidos através de análises físico-químicas de umidade, lipídios, proteína e atividade de água, e uma pesquisa de mercado, nota-se que o presente trabalho logrou êxito em sua produção, assim como resultados satisfatórios em relação à pesquisa de mercado. O produto obteve baixo teor de proteína, pois não foi possível realizar a concentração da mesma antes da secagem, devido limitações tecnológicas, mas demonstra potencial de viabilidade, motivando a continuação da pesquisa em demais vertentes. No geral, o presente trabalho trouxe resultados positivos, da etapa de secagem do soro até a produção da bebida gelada.

REFERÊNCIAS

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Notícias. Disponível em: <www.abiq.com.br>.

AGNOLETTI, B. Z. Avaliação das Propriedades Físico-químicas de Café Arábica (*coffea arabica*) e Conilon (*coffea canephora*) Classificados quanto a Qualidade da Bebida. 2015. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFES, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.

ANALYSIS AND FORECAST, 2015. 2018. Disponível em: <<https://www.zionmarketresearch.com/>>.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; FONTANA JÚNIOR, A. J.; SCHMIDT, S. J.; LABUZA, T. P. Water activity in foods – Fundamentals and Applications. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, 2007.

BRASIL, Food Ingredients. Proteínas do soro do leite: Dossiê de Proteínas. Dossiê de Proteínas, [s. l.], p.26-49, mar. 2017. Disponível em: <revista-fi.com.br>.

BRASIL, Food Ingredients. Estabilizantes, [s. l.], p. 42-48, mar. 2010. Disponível em: <revista-fi.com.br>.

BRASIL, E-commerce. O Perfil do Consumidor Online de Suplementos Alimentares. 2017. Disponível em: <www.ecommercebrasil.com.br/noticias/perfil-consumidor-online-suplementos-alimentares>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.

Instrução normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, tipo B, tipo C, pasteurizado, cru refrigerado, coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. Diário Oficial da União, Brasília, 18 set. 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução nº 12, março de 1978. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, mar. 1978.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA.

Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 28 de outubro de 1997.

CAETANO, M. Lácteos: Produção de Queijo deve crescer 2,5% neste ano com aumento do consumo. Diário do Comércio Indústria & Serviços – DCI. 12 abr. 2018. Disponível em:<www.dci.com.br/industria/producao-de-queijo-deve-crescer-2-5-neste-ano-com-aumento-do-consumo-1.698571>.

CCCV. Centro do Comércio de Café de Vitória. O Café. 2018. Disponível em:<www.cccv.org.br/institucional/historia-cafe>.

CHAVAN, R. S.; SHRADDHA, R. C.; KUMAR, A.; NEWALADE, T. Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications. Journal of Food Processing & Technology. [s.l.], 2015, 1-8p.

DANTAS, S. C. M. Desidratação de Polpas de Frutas pelo método foam-mat. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.

DUARTE, L. V. Alimentos Funcionais. 2. ed. Porto Alegre: Artes e Ofícios, 2007, 402 p.

EFSA. European Food Safety Authority. Cafein. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/>>.

FUJITA, A. G.; SILVA, U. S. L. G.; NAVARRO, A. C. Consumo de suplementos alimentares entre educadores físicos da cidade de São Paulo. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. São Paulo,

v. 4, n. 20, p. 130-138, 2010.

GOMES, A. M.; et al. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de atividades físicas de uma academia de cananéia – SP. Revista Saúde em Foco, [s. ?], n. 9, p. 335- 363, 2017.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. de; PAULA, H. de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. Revista de Nutrição da Puccamp, [s. l.], v. 19, n. 4, p.1-8, ago. 2016.

HARDMAN, T. M. Water and food quality. 1 ed. Londres: Elsevier, 1987.

HULMI, J. J.; LOCKWOOD, C. M.; STOUT, J. R. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. Nutrition&Metabolism, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 1 - 10. 2010.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Cafeicultura: Café Arábica. 2017.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Programa de Análise de Produtos: relatório final sobre a análise em suplementos proteicos para Atletas – whey protein. 2014. Disponível em:<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/relatorio_whey_final.pdf>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 42-43.

JOEL, R. L. C., et al. Uso de diferentes dosagens de suplementação com Whey protein sobre a hipertrofia muscular, variação Ponderal e consumo de ração. Jornada de Nutrição, Bauru, p. 1-8, 2016.

KADAM, D. M.; PATIL, R. T.; KAUSHIK, P. Drying of Foods, Vegetables and Fruits, v.1, Singapore: [s. l.], p. 111-124, 2010.

ROSENBAUM, M.; LEIBEL, R. L.; HIRSCH, J.; GALLAGHER, D. A. Long-term persistence of adaptive thermogenesis in subjects who have maintained a reduced body weight. The American Journal of Clinical Nutrition, [s.l.], p. 906-912, 2008.

LYNCH, S. The differential effects of a complex protein drink versus isocaloric carbohydrate drink on performance indices following high-intensity resistance training: a two arm crossover design. Journal of the International Society Sports Nutrition. [s.l.]. p. 1 - 10, 2013.

MAHAH, K., ESCOTT-STUMP, S., RAYMOND, J. L. [tradução COANA, et al.]. Krause: alimentos, nutrição e dietologia. 13. ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, 1227 p.

MAPA. Café no Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>.

MATIELLO, J. B. Café conillon: Como plantar, tratar, colher, preparar e vender. Rio de Janeiro: UFV, 1998, 162 p.

MEDICAL NEWS TODAY. What does caffeine do to your body? 2017. Disponível em: <<https://www.medicalnewstoday.com/>>.

MIRANDA, R. M. S. Formulação de uma bebida à base de soro de leite com péptidos bioativos. 2018. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - ULisboa, Universidade de Lisboa.

MOLLEA, C.; MARMO, L.; BOSCO, F. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy

Industry. Food Industry, Torino, p. 549-588, 2013.

SANKAT, C. K.; CONSTAIGNE, F. Foaming and drying behavior of ripe bananas. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, Elsevier, London, v. 37, n. 1, p. 217-525, 2004.

OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E.; COSTA, J. M. C. Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acrocomia aculeata*) powder. *Journal of Food Science and Technology*, v.1, p.1-7, 2012.

OPENSTAX, Faculdade. *Biology*. Houston: OpenStax College, 2013, 1525 p.

PERRONE, I, T., et al. Soro em pó: estado vítreo e condições de operação do Spray Dryer. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 71, n. 2, p. 106-118, abr/jun, 2016. PUBCHEM. Caffeine. 2018. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>>.

RESERCH, Z. M. Whey Protein Market (Whey Protein Concentrate (WPC), Whey Protein Isolate (WPI) and Hydrolyzed Whey Protein (HWP) for Dietary Supplement, Pharmaceutical and Clinical Nutrition, Bakers and Confectionaries, Snacks and Dairy Products and Others Application-Global Industry Perspective, Comprehensive. 201?. Disponível em: <<https://www.zionmarketresearch.com/report/whey-protein-products-market>>.

SANKAT, C. K.; CONSTAIGNE, F. Foaming and drying behavior of ripe bananas. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, Elsevier, London, v. 37, [n. 1], p. 217-525, 2004

SANTIN, J. Benefícios do Soro do Leite para a Saúde. MilkPoint, mar. 2004. Disponível em: <www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/beneficios-do-soro-do-leite-para-a-saude-18419n.aspx>. Acesso em: 30 out. 2018.

SANTOS, R. F. Propriedade protéica e calórica de suplementos alimentares a base de whey protein. 2015. 38 p. Curso de Especialização em Gestão da Qualidade em Tecnologia de Alimentos – Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR. Franciso Beltrão.

SILVA, A. C. B. Estudos da viabilidade da secagem de polpa de maracujá (*passiflora edulis*) pelo método foam mat. 2015. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal Fluminense do Rio Grande do Norte, Instituto Federal Fluminense de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Norte, 2016.

SILVA, D. J. P. da. Resíduos na indústria de laticínios. 2011. 19 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Ambiental, Departamento de Tecnologia de Alimentos Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Mg.

SILVA, J. E. Thermogenic Mechanisms and Their Hormonal Regulation. *American Physiological Society*, [s. l.], p. 435-464. 2016.

SILVA, T, S., et al. Obtenção de soro de leite em pó pelo processo Foam Mat Drying. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e X CIGR Section IV international Technical Symposium, 2016. Anais.... Gramado: FAURGS, 2016. p.205-209

SHMERLING, R. H. Health benefits of coffee and a proposed warning label. Harvard Medical School. 2018.

STOHS, J. S.; BADMAEV, V. A Review of Natural Stimulant and Non-stimulant Thermogenic Agents. *Phytotherapy Reserch*, [s. l.], p. 732-740, 2016.

UNIFESP/EPM, Departamento de Psicologia. Cafeína. 2018. Disponível em: <<https://www2.unifesp.br/dpsicobio/drogas/cafe.htm>>. Acesso em: 22 out. 2018.

“

Edible coating based on whey milk and cassava starch: impact on the quality and shelf-life of minimally processed papayas

Ana Paula **Andrade**
UFC

Paula Raquel Alves **Nogueira**
ESTÁCIO

Danielle Alves da Silva **Rios**
UNICHRISTUS

Milena Lidiani Bomfim de **Melo**
UNICHRISTUS

RESUMO

An alternative to minimizing the use of plastic packaging and the undesirable microbiota would be the use of active packaging, such as edible coatings, which interact positively with food and contribute to an improvement in the quality and shelf life of themselves. The aim of this study was evaluate the action of edible coatings made with whey and cassava starch, applied on papaya, in order to observe the impact on the quality and shelf life of the fruit. Minimally processed papayas were divided into three treatments: TC (control), TS (whey coated) and TF (coated with cassava starch) and submitted to psychotropics research, determination of soluble solids and color analysis at time intervals 0, 3, 6 and 9 days. The results showed that the two coatings applied were efficient in the control of microbial growth and maintenance of soluble solids content in the fruit, which may favor the use of this technology in order to increase the microbiological quality and safety of the product.

INTRODUCTION

Papaya is one of the main fruits ingested in Brazil, being commercialized from North to South's country. It is a good source of vitamins and minerals, as well as aiding in the digestive process. Although its higher consumption being *in natura*, this is limited by the difficulty in the peeling and inadequacy of the existing packaging in the market, reducing fruit consumption. Because of that, a viable alternative would be the use of mini-processing techniques, allowing its consumption on different occasions and its use in different food services (DURIGAN & DURIGAN, 2011; REETZ et al., 2015; TREICHEL et al., 2016;). The minimally processed are foods that are in their production capacity. However, the meat consumption is the responsible for exposure of cellular tissues, increasing metabolism, metabolic rate and ethylene production (BRASIL, 2014; REETZ et al., 2015; TREICHEL et al., 2016;). An alternative to minimize changes in these processes would be an edible coating use.

An edible coating is defined as a thin comestible layer formed upon a food or between food components, in order to inhibit the migration of moisture, oxygen, carbon dioxide, aromas and lipids. The application of edible coatings on fruits, highlighting the climacteric fruits such as papaya, contribute for enhanced O₂ barrier, reduction the respiratory rate and, consequently, delay senescence (CERQUEIRA et al., 2010; SANTOS et al., 2015; LIMA, 2015; FERNANDES, 2015; CORDEIRO, 2018).

Coatings based on whey milk and manioc starch have been used with positive effect upon the most varied fruits and vegetables. However, there are few studies about their application in minimally processed papaya. Thus, the main objective of this work was to evaluate the use of edible coatings of manioc starch and whey milk in minimally processed papayas.

MATERIAL AND METHODS

The papayas used in the research were of the Formosa type in stage 1 of maturation, with up to 15% of the yellow surface, containing 3 cm of peduncle, to prevent infections (OLIVEIRA, 2010). For the papaya coatings, two raw materials were used: manioc starch and whey milk, which were acquired in the local commerce of the Fortaleza-Ceará.

Preparation of Feedstock

After acquisition, the papayas were washed with running water jets, immersed in neutral liquid detergent for 3 minutes. After rinsing, they were sanitized with 200 mg. L⁻¹ sodium hypochlorite for 5 minutes. After this process, the papayas were debarked and cut, so submitted to sanitization one more time with sodium hypochlorite 200 mg. L⁻¹ for 3 minutes. The

papayas were divided into three treatments: control treatment (TC), starch treatment (TF) and treatment with whey (TS).

Preparation of Coatings

Manioc Starch (2%): 20 g of cassava starch was dissolved in 300 mL of cold distilled water, supplemented with 1 L of hot distilled water. The solution, when it reached 70 °C, gelled the starch, making it viscous and ready for application (FLORES CASTAÑEDA, 2013).

Whey Milk: 500 mL of whey was used added to 500 mL of distilled water to make up to one liter. 1,5 mL of glycerin was added to give consistency and facilitate the adhesion of the solution to the fruit (OLIVEIRA et al., 2008)

After elaboration of the solutions, the papayas were immersed to form the coatings. After drying, the fruits with their respective treatments were packed in polystyrene pots with a capacity of 140 mL (75 mm x 50 mm) and stored at a temperature of around 5 °C. Subsequently, the following analyzes were performed: microbiological, color and total soluble solids on storage days 0, 3, 6 and 9.

Microbiological Analysis

We carried out the study of molds and yeasts, as well as of psychotropics in 25 g of sample (SILVA et al., 2001). The results of the microbiological analyzes were compared to the parameters established by Normative Instruction No.1 of 07/01/2000 of the Ministry of Agriculture (BRASIL, 2000).

Determination of Soluble Solids

Samples from each treatment were homogenized and the juice obtained from this this homogenization was determined the total soluble solids contents, using NOVA digital DR refractometer 30. The results were expressed in °Brix (PEREIRA, 2006).

Color Analysis

For the color analysis of the papaya pulp minimally processed with the different treatments, was used Minolta CR-400 colorimeter, to determine the reflectance of the samples, and the read values for the color coordinates of the color system L* (luminosity), A* (red or green) and B* (yellow or blue). Starting with the coordinates, was possible to determine the total difference (ΔE) of color according to Equation 1:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

The ΔE represents the difference between each color coordinate of the sample at time zero and the stored sample (OLIVEIRA et al., 2015).

RESULTS AND DISCUSSION

Microbiological Analysis

During the period evaluated, the presence of psychotropic was not detected in any of the samples, indicating good hygienic sanitary conditions (Table 1).

TABLE 1. Results of the determination of psychotropics (UFC.g⁻¹) of minimally processed papaya with different treatments

Treatment	Storage Time (days)			
	0	3	6	9
Control Treatment (TC)	0	2,1x10 ³	5,6x10 ³	8x10 ³
Starch Treatment (TF)	0	1,1x10 ³	1,5x10 ³	4,3x10 ³
Whey Treatment (TS)	0	1,6x10 ³	1,7x10 ³	1,4x10 ³

Source: survey data

The Normative Instruction No.1 of January 7, 2000 of the Ministry of Agriculture sets the maximum limit of 5.0×10^3 UFC.g⁻¹ of molds and yeasts for fruit pulps in natura. Samples of the control treatment in the 6th and 9th days were higher than the limit established by the Ministry of Agriculture, being outside the hygienic sanitary pattern.

The presence of starch and whey coatings interfered with the growth of molds and yeasts, presenting smaller values than the control sample. An explanation for the antimicrobial activity of polysaccharide-based coatings is the polymer molecules would interlace around the bacteria, generating a physical barrier and preventing the penetration of essential nutrients for microbial growth (ASSIS et al., 2009). For MARTIM-DIANA (2006) the bovine whey milk presents an antimicrobial effect due to its low pH, presence of lactic acid, that can penetrate the cell causing its death. In addition, the whey contains thermoresistant bacteriocins and other bioactive peptides. TRIGO et al. (2012), analyzed the effect of coatings-based on polysaccharides in minimally processed papaya and found there was any difference between the control and coated samples. However, on the 12th day there was a significant increase in all treatments. In another study by PIZATO (2013) where the application of xanthan gum coatings to 'Royal gala' apples was assessed, smaller amounts of molds and yeasts were obtained compared to the control sample. OLIVEIRA et al. (2008) analyzed the effect of whey milk with different concentrations of strawberries and found up to the 4th day the levels of molds and yeasts remained at 0 CFU.g⁻¹, increasing from the 6th day.

The positive effect of coatings on fungal growth may be associated with good adherence of starch molecules and whey proteins in minimally processed papaya, thereby achieving the

preclude microbial metabolism.

Determination of Soluble Solids

In relation to the soluble solids, a variation was observed in the first days that the control treatment decreased in relation to the treatments with coatings. On day 6, TC start to increase the TSS content, while the coatings start be reduced. Despite the initial increase, minimally processed papayas coated with starch and whey effectively delayed the TSS content compared to the control treatment. On day 3, papaya control presented 10,1 °Brix increasing to 11,05 °Brix on day 6. The papaya with TF and TS maintained the SST content always inferior to the TC, reaching maximum values of 8,4 °Brix and 10,7 °Brix, respectively. (Table 2).

Table 2. Average of the results of the analyzes of the total soluble solids content (°Brix) in minimally processed papaya with different treatments

Treatment	Storage Time (days)			
	0	3	6	9
Control Treatment (TC)	10,5 ± 0,3*	10,1 ± 0,6	11,05 ± 1,25	11,15 ± 0,85
Starch Treatment (TF)	9 ± 0,6	9,15 ± 1,05	8,75 ± 0,25	8,4 ± 0,1
Whey Treatment (TS)	10,95 ± 0,45	11,2 ± 1,2	10,65 ± 0,75	10,7 ± 0,7

Source: survey data

*Standard deviation

A study by TRIGO (2010), that evaluated the effect of starch, alginate and CMC on papaya, showed that these coatings resulted in minimally processed papaya with lower levels of SST when compared to the control treatment. However, the whey applied on 'Sunrise soil' papaya showed higher values of total soluble solids compared to the control treatment (OLIVEIRA et al., 2009).

Color analysis

The minimally processed papaya showed color variations throughout the evaluated period. We observed a reduction in the means of luminosity in the MP with the treatments in relation to the control treatment, when compared between the initial and final time. This reduction in luminosity may indicate dimming of the same (Table 3)

Table 3. Parameters of the color result L* and ΔE of minimally processed papaya with different treatments

Treatment	Storage Time (days)			
	0	3	6	9
Intensity Brightness (L*)				
Control (TC)	37,82±1,14*	38,53±1,75	37,97±2,59	42,21±2,07
Starch (TF)	41,22±1,21	37,53±0,75	39,72±1,82	40,93±0,57
Whey (TS)	45,25±1,41	42,35±1,34	44,37±2,11	40,1±3,43
ΔE				
Control (TC)	-	5,09±3,96	7,46±0,36	6,93±1,12
Starch (TF)	-	7,69±4,38	6,63±4,72	4,54±3,67
Whey (TS)	-	4,56±5,08	4,45±0,33	7,3±7,87

Source: survey data

*Standard deviation

In order to analyze the luminosity in a minimally processed papaya with polysaccharide coatings, CORTEZ-VEGA et al. (2013), observed there was a loss of brightness, comparing the initial and final period, making them darker. In another study carried out using manioc starch prepared with clove and cinnamon extract in mangoes, SERPA et al. (2014) reported a decrease in brightness in the fruit pulp, making it darker.

The aliment color is one of the first parameters of quality evaluated by consumers, being fundamental to the acceptance of the product, even before its consume. This parameter is used as a tool to accept or reject food (CARRILHA & GUINEA, 2010).

The total color difference (ΔE) over the assessed period increased in TC and TS, representing a decrease in the color of the samples in relation to the values obtained in time 0. OLIVEIRA et al. (2015) evaluated the color degradation of fresh fruits, and verified that all analyzed fruits (mango, banana, guava and papaya) increased in the values of ΔE , representing that there were significant losings of the color of the samples in relation to the values obtained in time zero.

CONCLUSION

The use of edible cassava starch and whey milk in minimally processed papayas were efficient in the control of microbial growth and maintenance of soluble solids content in the fruit, which may favor the use of this technology in order to increase the microbiological quality and safety of the product.

REFERENCES

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE; FORATO, L. A. (2009). O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. Bol. Pesq. e Desenv. 29. 23p.

BASTOS, M. DO S. R. Frutas minimamente processadas: aspectos de qualidade e segurança.

Fortaleza (2007). Ser. Docum..103.59p.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2014.

BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 7 jan. 2000, do Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, n. 6, 10 jan. 2000. Seção I, p. 54-58. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas.

CARRILHA, F.; GUINÉ, R. Avaliação da cor de peras secadas por diferentes métodos (2010). Livro de Resumos e CD-Rom das Actas do 1º Encontro Português de Secagem de Alimentos.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiaba com filmes proteicos e de quitosana (2011). *Bragantia*.70 (1) p.216-221.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio (2005). Ed.UFLA. Lavras. 783p.

CORTEZ-VEJA, W. R.; INAJARA, B. B. P.; PRENTICE, C.; BORGES, C. D. Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana (2013). *Semi. Ciênc. Agrar.* 4 (4), p. 1753-1764.

DURIGAN, M. F. B.; DURIGAN, J. F. Processamento de mamão: Mercado nacional e Técnicas de produção (2011). In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO. Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

FLORES CASTAÑEDA, L. M. Avaliação da quitosana e fécula de mandioca (2013). 130f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GONÇALVES, A. I. S. R. Efeito da Aplicação de Revestimentos Comestíveis Enriquecidos em Antioxidantes na Conservação de Frutos Minimamente Processados. 2007. 106f. Dissertação (Mestrado em: Controle de Qualidade e Toxicologia de Alimentos) – Universidade de Lisboa.

KROCHTA, J.M.; JOHNSTON, M. Edible and biodegradable polymer films: challenger and opportunities (1997). *Food Technol.* 51 (2), p. 61-74.

MARTIN-DIANA, A.B., RICO, D., FRIAS, J., MULCAHY J., HENEHAN, G.T.M. Whey Permeate as a Bio-Preservative for Shelf Life Maintenance of Fresh-Cut Vegetables (2006). *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 7(1-2), p. 112-123.

OLIVEIRA, E. B. DE L. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimentos naturais. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado de Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Acre.

OLIVEIRA, E. B. DE; GURJÃO, F. F.; GOUVEIA, D. S.; ROCHA, A. P. T.; NUNES, E. N. Cinética de degradação de cores de frutas frescas refrigeradas (2011). *Rev.Agrotec* 36 (1), p. 183-189.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S. DA; BISPO, A. S. DA R.; SANTOS, D. B. DOS; SANTOS, S. B. DOS; SANTOS, V. J. DOS. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca (2006). *Ciênc. Agrotec.* (30)6, p. 1116-1119.

PIMENTEL, J. D. R.; SOUZA D. S.; OLIVEIRA, T. V.; OLIVEIRA, M. C.; BASTOS, V. S.; CASTRO, A. A. Estudo da conservação de mamão Havaí utilizando películas comestíveis a diferentes temperaturas (2011). *Sci.Plên.* (7)10.

PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R.; HERNÁNDEZ, C. P.; BORGES, C. D. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas (2013). Semin.-Cienc. Agrar. (34)1, p. 253-264.

REETZ, E.R.; KIST, B.B.; SANTOS, C.E. dos; CARVALHO, C. de; DRUM, M. Anuário Brasileiro da Fruticultura (2015). Editora Gazeta. Santa Cruz do Sul. 104 p.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSOBUIZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela (2014). Rev. Ceres 61(6) p. 975-982.

SILVA, E. DE O.; PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, L. T. Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas (2011). Ser. Docum. 139. 71p.

SOUZA, B. S. de; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; TEIXEIRA, G. H. de A Conservação de mamão 'Formosa' minimamente processado armazenado sob refrigeração (2005). Rev. Bras. Frutic. 27 (2) p. 273-276.

TRIGO, J. M. Qualidade de mamão Formosa minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis. 2010. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência: Ciência e tecnologia de alimento)- Escola Superior de Agricultura.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados (2012). Braz. J. Food Technol. 15 (2) p. 125-133.

TREICHEL, M, KIST, B.B, SANTOS, C.E, CARVALHO, C, BELING, R. R. (2016). Anuário Brasileiro de Fruticultura. Editora Gazeta. Santa Cruz do Sul. 88p.

“ Efeitos do processamento térmico na composição química de sementes de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Pedro César Andrade do **Nascimento**
UFPE

Gerlane Souza de **Lima**
UFPE

Viviane Lansky **Xavier**
UFPE

Guilherme Matheus Pessoa de **Arruda**
UFPE

Marisilda de Almeida **Ribeiro**
UFPE-CAV

Margarida Angélica da Silva
Vasconcelos
UFPE

Melissa Moser de Araujo **Lopes**
UFPE

Thayza Christina Montenegro **Stamford**
UFPE

RESUMO

A jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) é uma fruta originária da Ásia e encontrada em grande parte do território brasileiro. É a maior fruta comestível do mundo e dela, podem ser aproveitadas sua polpa e suas sementes. Estas últimas, podem ser consumidas cozidas, assadas ou torradas e constituem uma fonte considerável de fibras, proteínas, vitaminas e minerais, além de compostos bioativos. A proposta deste estudo foi analisar as alterações observadas em sementes de jaca submetidas ao processamento térmico utilizando o calor como agente principal, avaliando seus impactos na composição química das sementes, bem como seus fatores antinutricionais. Os resultados sugerem que o calor pode assegurar a inocuidade das sementes frente ao seu perfil de fatores antinutricionais, embora reduza o teor de alguns macronutrientes. Contudo, as sementes submetidas ao calor ainda possuem uma boa composição nutricional, agregando valor e aumentando as perspectivas de consumo integral da jaca.

Palavras-chave: Tratamento térmico; Composição dos alimentos; Desenvolvimento tecnológico

INTRODUÇÃO

A jaca é um fruto pertencente à família Moraceae, subfamília Artocarpoideae, gênero *Artocarpus* e espécie *Artocarpus heterophyllus* L. (BASSO, 2017). Sua árvore, a jaqueira, é uma fruteira originária da Ásia, principalmente de sua região Sudeste, que por volta do século XVI alcançou a África e os trópicos (HAQ, 2006; PRAKASH et al., 2009). Atualmente, sua distribuição mundial se estende desde o Sudeste Asiático, parte da China, norte da Austrália, florestas do Oeste Africano, ilhas do Caribe e partes dos Estados Unidos e do Brasil (GOSWAMI; CHACRABATI, 2016; TEJPAL; AMRITA, 2016).

A jaqueira ocorre, no Brasil, em regiões quentes e úmidas do país, particularmente no Norte, no Nordeste e em parte do Sudeste, indo do Pará ao Rio de Janeiro, onde predomina o clima tropical úmido (SAIRAEBa, 2004; SOUZA et al., 2009). A sua adaptação ao território brasileiro se deu graças à grande produção anual de frutos, o clima, o solo propício, a ausência de predadores específicos e por servir de alimento a várias espécies de animais nativos (PEREIRA & KAPLAN, 2013).

A jaqueira é uma árvore de grande porte, com altura variando entre 8 e 25 metros e um diâmetro de tronco entre 3 e 7 metros (GOSWAMI; CHACRABATI, 2016). Uma árvore madura pode produzir até 700 frutos em um ano e cada fruto pode atingir cerca de 50 quilos, com um comprimento variando entre 60 e 90 cm (AAPARI, 2012). Cada fruto é formado por uma parte externa (casca) e quatro partes internas (polpa ou bagos, mesocarpo, pedúnculo e sementes), segundo Swami et al. (2012).

A jaca possui uma divisão especial de acordo com a textura dos tecidos vegetais de sua polpa. Segundo Oliveira (2009) e Goswami & Chacrabati (2016), a jaca do tipo 1, conhecida no Brasil como “jaca mole” e na Ásia como “*ghila*”, possui bagos pouco rígidos e bastante doces, sendo utilizados para produção de compotas e sobremesas. Já a jaca do tipo 2, conhecida como “jaca dura” ou “*khaja*”, possui uma casca mais firme e fibrosa, com bagos mais duros e menos adocicados.

Composição química da polpa e das sementes de jaca

A composição química da polpa da jaca pode apresentar divergências nos estudos, devido a variações de cultivo, grau de maturação e variedade do fruto. Tejpal & Amrita (2016) e Shafiq et al. (2017) relatam um elevado teor de umidade (70-80% de água), açúcares totais e minerais como fósforo e ferro em polpas de jacas. Os carboidratos são os principais macronutrientes encontrados na polpa do fruto (13-25%), com a frutose, a glicose e a sacarose como os principais açúcares (ANAYA-ESPARZA et al., 2018). A polpa da jaca também é considerada boa fonte de fibras (SHARMA et al., 2015).

O perfil de ácidos graxos da polpa da jaca inclui os ácidos palmítico, oleico, esteárico, linoleico, linolênico, láurico e araquidônico, com seus teores oscilando de acordo com as variedades de textura do fruto. A presença de fitoesteróis, com ação benéfica à saúde, também é relatada em alguns estudos. Destaque para o β -sitosterol, lanosterol, estigmasterol e campesterol. (PENG et al., 2013; HARI et al., 2014; SHARMA et al., 2015).

Mukprasirt (2004) relata teores elevados de vitaminas A e C, tiamina, riboflavina e niacina em polpas de jaca. A presença destes nutrientes é corroborada por Mandave et al. (2018), que além das vitaminas, destacou os minerais cálcio, potássio, ferro, sódio e zinco como presentes na polpa da jaca. Compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides, lignanas, isoflavonas, saponinas e taninos também foram encontrados na polpa de jaca. As concentrações desses nutrientes podem aumentar ou diminuir de acordo com o estágio de maturação do fruto. (DE FARIA, 2009; SWAMI, 2012; SHARMA et al., 2015; VAZHACHARICKAL et al., 2015).

Cada polpa ou bago de jaca envolve uma semente que mede entre 2 e 3 cm de comprimento, que em conjunto podem somar de 100 a 500 sementes por fruto, correspondendo por cerca de 10 a 15% da massa total da jaca (MADRUGA et al., 2014; MANDAVE et al., 2018). Estas sementes são amplamente comestíveis nos locais onde a fruteira é cultivada, podendo ser torradas ou cozidas, com fins nutricionais e/ou medicinais (BALIGA et al., 2011; GUPTA et al., 2011). Por este motivo, sua composição química e possíveis benefícios à saúde vêm sendo bastante discutidos.

Albuquerque (2011), ao fazer a composição nutricional das sementes de jaca mole e dura no estado da Paraíba, destacou que as sementes da variedade mole possuem teores de proteínas (7,98%) superiores aos da variedade dura (5,56%). Abedin et al. (2012) também reporta valores maiores de proteína em sementes de jaca mole, em comparação a sementes de jaca dura. A proteína jacalina perfaz mais de 50% da composição proteica das sementes e está associada a possíveis melhoras imunológicas (GUPTA et al., 2011; VAZHACHARICKAL et al., 2015).

Segundo Mandave et al. (2018), as sementes de jaca possuem vitaminas, minerais e fitonutrientes com propriedades já reconhecidas como anticancerígenas, anti-hipertensivas e antioxidantes. Alguns grupos de flavonoides e triterpenos foram isolados, e posteriormente, identificadas as presenças de alcaloides, fenóis, taninos, saponinas e esteroides nestas sementes (HARI et al., 2014). Gupta et al. (2011) relatam valores consideráveis de potássio, sódio e zinco em 100 g de sementes analisadas. Já Goswami & Chacrabati (2016), em estudo recente, reportaram as presenças de tiamina, riboflavina, vitamina A e vitamina C.

O teor de amido de uma semente de jaca vai depender da variedade do fruto, bem como do local onde a fruteira se desenvolve. Madruga et al. (2014) quantificaram 92,8% de amido

em sementes de jaca “mole” e 94,5% em sementes de jaca “dura”, em frutos de jaqueiras do estado da Paraíba. Já em estudo com jacas provenientes do México, Madrigal-Aldana (2011) encontrou um teor de amido (81,16%) abaixo dos valores encontrados por Zhang et al. (2016) (entre 99,06 e 99,17%), que analisou jacas provenientes da China.

Consumo de sementes de frutas

O interesse da população mundial por questões ligadas ao meio ambiente e à segurança alimentar passa por sua relação com o consumo de alimentos naturais, saudáveis, fontes de nutrientes funcionais, e que sejam economicamente viáveis (BISSACOTTI; LONDERO, 2016). Dentro deste cenário, a ingestão de subprodutos de frutas, como as sementes, se torna uma prática cada vez mais comum entre os consumidores, caracterizando um mercado promissor (ABREU, 2015).

A composição química de sementes de diversas frutas mostra que os seus teores de macro e micronutrientes, bem como outros constituintes, são maiores do que os encontrados em outras partes das frutas, como a polpa (ABREU, 2015). Esta afirmação reflete numa maior atenção dada aos estudos com subprodutos vegetais, especialmente as sementes, visto que possuem propriedades nutricionais e funcionais de alto valor biológico e medicinal (BISSACOTTI; LONDERO, 2016).

Silva et al. (2014) identificaram a presença de compostos bioativos em algumas frutas brasileiras, como a acerola (*Malpighia emarginata*), a goiaba (*Psidium guajava*), o mamão (*Carica papaya*), o maracujá (*Passiflora edulis*), o sapoti (*Manilkara zapota*) e a graviola (*Annona muricata*), e concluíram que as sementes destas frutas possuíam teores de β -caroteno, licopeno, antocianinas e flavonoides amarelos maiores que os relatados nas respectivas polpas. O consumo destes compostos está relacionado a diversos benefícios à saúde, graças às suas propriedades antioxidantes (PUGLIESE, 2010).

Em uma revisão da literatura sobre o potencial dos subprodutos de frutas na indústria, Kowalska et al. (2017) destacam o uso das sementes como fontes de compostos benéficos à saúde humana, com ênfase nas sementes de uva (*Vitis vinifera*), maçã (*Malus domestica*) e abacate (*Persea americana*), ricas em fibras, antioxidantes, fitoesteróis, antocianinas, flavonas, elagitaninos e resveratrol. Os autores também relatam que os óleos extraídos destas sementes possuem uma alta capacidade antioxidante, devido aos seus compostos fenólicos, carotenoides e tocoferóis.

Em virtude de suas características nutricionais, as sementes da jaca se destacam na culinária de diversas partes do mundo, especialmente na Ásia. Estudos mostram que estas sementes são ricas em carboidratos, principalmente amido e fibras; proteínas, formadas por aminoácidos essenciais, como lisina, isoleucina, leucina e valina; além de possuírem um

conteúdo mínimo de lipídeos, podendo ser incluídas em dietas balanceadas ou em preparações de alimentos funcionais (GUPTA et al., 2011; MIAH et al., 2017; ZHANG et al., 2018).

Em países como Indonésia e Índia, as sementes da jaca, cozidas e torradas, são amplamente utilizadas na preparação de pratos doces e salgados, incluindo sobremesas, geleias, chips, biscoitos e pães (SWAMI et al., 2012; MANDAVE et al., 2018). Uma vez que estas sementes possuem uma vida de prateleira muito curta, o seu uso na forma de farinha surge como um substituto ao produto *in natura*, facilitando sua utilização em produtos de panificação e em produtos extrusados, além de concentrar seus macronutrientes, constituindo um grande potencial na alimentação humana (CHAKRABORTY et al., 2013; ARPIT et al., 2015; CHEOK et al., 2016).

A utilização da farinha de sementes de jaca como ingrediente principal visa a melhora nas características organolépticas, funcionais e nutricionais de diversas preparações, como barras de cereais (MEETHAL et al., 2017), pães artesanais (ZUBAIR et al., 2017) e comidas típicas do Sudeste Asiático, como o *Payasam* (espécie de arroz doce, tipicamente indiano) (AJISHA et al., 2018). No Brasil, destacam-se as produções de pão francês (SANTOS et al., 2012); quibes (LANDIM et al., 2012); biscoitos amanteigados (VICENTINI, 2015); e a incorporação das sementes de jaca na produção de cerveja artesanal (DOS SANTOS et al., 2018). Recentemente, as sementes de jaca foram utilizadas com o intuito de mimetizar o aroma natural do chocolate, através da torra das sementes, sendo possível sua aplicação na fabricação de bebidas à base de café e chocolate, como os *capuccinos* (SPADA et al., 2017; SPADA et al., 2018).

O processamento térmico e seus efeitos nos alimentos

O uso do calor é um procedimento culinário extensivamente empregado nos alimentos, visando uma melhora da sua palatabilidade, textura e características nutricionais, seja através da gelatinização do amido, da desnaturação proteica ou da inativação de toxinas e compostos termolábeis (NAVES et al., 2011; ABREU, 2015; JUÁREZ-BARRIENTOS et al., 2017).

Os processos de torra e fervura estão entre os métodos de processamento térmico mais aplicados na indústria de alimentos. Segundo Mariod et al. (2012), a torra é o tratamento térmico que utiliza o calor por indução para desenvolver as cores, sabores e flavors típicos de cada alimento, auxiliando nas mudanças inerentes à composição química deles, modificando seu valor nutricional e permitindo uma maior conservação. Já Olanipekun et al. (2015) e Juárez-Barrientos et al. (2017) conceituam a fervura como o ato de cozer os alimentos em água borbulhante, favorecendo sua hidratação, com possível desnaturação proteica e enzimática, solubilização de minerais e degradação de vitaminas e compostos tóxicos. Contudo, é necessário certificar que o processamento térmico aplicado nos alimentos

seja adequado para assegurar estas modificações (NAVES et al., 2011).

Diversos autores reportam os efeitos destes métodos de processamento térmico em sementes de frutas. Talabi et al. (2016) relatam que o processo de fervura é capaz de reduzir, significativamente, os teores de compostos antinutricionais, da mesma forma que reduz a quantidade de minerais e vitaminas em sementes de abacate. Batista et al. (2016), analisando os efeitos do processamento térmico em sementes de frutas do Cerrado brasileiro (mangaba (*Hancornia speciosa*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), jatobá (*Hymenaea stigocarpa*) e araticum (*Annona crassiflora*)), concluíram que o calor foi eficaz na redução de fatores antinutricionais destas sementes, resultando em uma baixa toxicidade das mesmas. A composição nutricional de sementes de fruta-pão (*Artocarpus communis*) foi avaliada por Okorie (2010), após o emprego de dois tipos distintos de processamento térmico. O autor concluiu que a torra conseguiu reter mais nutrientes que a fervura, quando avaliados os teores de vitaminas, minerais, proteínas e fibras das sementes.

Os efeitos do processamento térmico em sementes de jaca podem ser observados em diversos estudos recentes. Eke-Ejiofor et al. (2014) relatam que o processo de torra empregado tornou as proteínas das sementes de jaca mais biodisponíveis, além de melhorar sua capacidade de retenção de água e diminuir a capacidade de absorção de óleo, propriedades funcionais importantes na culinária. Amaechi; Ngozi (2016) avaliaram os efeitos da fervura na composição de aminoácidos de sementes de jaca, reportando que o processo utilizado aumentou a disponibilidade de alguns aminoácidos essenciais (arginina e leucina), mas diminuiu a disponibilidade de outros, como lisina, histidina e metionina. Já Juárez-Barrientos et al. (2017) afirmam que a fervura não foi capaz de reduzir, significativamente, os teores de proteínas e fibras das sementes de jaca, o que pode levar a uma melhora nas propriedades funcionais das mesmas, quando utilizadas em preparações, seja como ingrediente principal ou coadjuvante.

CONCLUSÃO

Foi observado, com os resultados coletados neste estudo, que a jaca possui um alto potencial alimentício, podendo ser utilizadas desde a sua polpa até suas sementes. Embora o calor seja capaz de alterar o valor dos macronutrientes das sementes submetidas à cocção, estas ainda possuem uma boa composição nutricional, o que agrega valor a este subproduto, aumentando as perspectivas de aproveitamento integral da jaca.

REFERÊNCIAS

ABEDIN, M. S. et al. Nutritive compositions of locally available jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* L.) in Bangladesh. *International Journal of Biosciences*, v.2, n.8, p.1-7, 2012.

- ABREU, P. A. A. Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado. 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- AJISHA, K. H. et al. Development and evaluation of raw jackfruit and jackfruit seed based instant Payasam mix. *Indian J. Sci. Res.*, v.19, n.1, p.10-15, 2018.
- ALBUQUERQUE, F. S. M. Estudo das características estruturais e das propriedades funcionais do amido de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) variedades mole e dura. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, 2011.
- AMAECHE, N. C.; NGOZI, E. O. Effect of boiling on amino acid composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seed from South East Nigeria. *Journal of Advances in Food Science & Technology*, v.3, n.4, p.175-181, 2016.
- ANAYA-ESPARZA, L. M. et al. Effects of Minimal Processing Technologies on Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Quality Parameters. *Food And Bioprocess Technology*, [s.l.], v. 11, n. 9, p.1761-1774, 30 jun. 2018.
- ARPIT, A.; JOHN, D. Effect of different level of jackfruit seed flour on the quality characteristics of chocolate cake. *Res. J. Agric. & Forestry Sci.* 3:6-9, 2015.
- ASIA-PACIFIC ASSOCIATION OF AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTIONS Jackfruit Improvement in the Asia-Pacific Region – A Status Report. Asia-Pacific. Bangkok: Association of Agricultural Research Institutions. p.128, 2012.
- BALIGA, M. S. et al. Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam (jackfruit): A review. *Food Research International*, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1800-1811, ago. 2011.
- BASSO, A. M. Estudo da composição química da jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) desidratada, in natura e liofilizada. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 2017.
- BATISTA, K. A. et al. Thermal inactivation studies on toxic seeds from fruits of the Brazilian Central Plain. *Food Science And Technology*, [s.l.], v. 36, n. 4, p.577-582, 2016.
- BISSACOTTI, A. P.; LONDERO, P. M. G. Pumpkin seeds: prospecting for human consumption and technological use. *Disciplinarum Scientia*, v.17, n.1m p.111-124, 2016.
- CHAKRABORTY, P. et al. Study on utilization of jackfruit seed flour and defatted soy flour mix in preparation of breakfast cereal by twin-screw extrusion technology. *Discovery*, 4:32-37, 2013.
- CHEOK, C.Y. et al. Current Trends of Tropical Fruit Waste Utilization. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 58(3): 335-361, 2016.
- DE FARIA, A. F.; DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) determined by HPLC-PDA-MS/MS. *Plant Foods for Human Nutrition Journal*, v.64, p.108-115, 2009.
- EKE- EJIOFOR, J., BELEYA, E. A.; ONYENORAH, N.I. The effect of processing methods on the functional and compositional properties of jackfruit seed flour. *Internat. J. Nutri. & Food Sci.*, 3:166-173, 2014.
- GOSWAMI, C.; CHACRABATI, R. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In> PREEDY, V.R.; SIM-

- MONDS, M.S.J. (Org.). Nutritional Composition of Fruit Cultivars, E.U.A.: Elsevier, Cap. 14, p.317-335, 2016.
- GUPTA, D. et al. Phytochemical, nutritional and antioxidant activity evaluation of seeds of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *International Journal of Pharma and Bio Science*. v. 2, 2011.
- HARI, A., REVIKUMAR, K.G.; DIVYA, D. *Artocarpus*: A review of its phytochemistry and pharmacology. *J. Pharma Search*, 9 (1): 7-12, 2014.
- HAQ, N. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In J. T. WILLIAMS, R. W. SMITH; Z. DUNSIGER (Eds.), *Tropical fruit trees*. Southampton, UK: Southampton Centre for Underutilised Crops, University of Southampton, 2006.
- JUÁREZ-BARRIENTOS, J. M. et al. Effects of boiling on the functional, thermal and compositional properties of the Mexican jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed jackfruit seed meal properties. *Emirates J. Food & Agric.*, 29: 1-9, 2017.
- KOWALSKA, H. et al. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends In Food Science & Technology*, [s.l.], v. 67, p.150-159, 2017.
- LANDIM, L. B. et al. Formulation of Meatballs with Jackfruit Seed Flour, *Cient Ciênc Biol Saúde*, v.14, n.2, p.87-93, 2012.
- MADRIGAL-ALDANA, D. L. et al. Isolation and characterization of Mexican jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch in two mature stages. *Starch*, v.63, p.364- 372, 2011.
- MADRUGA, M. S. et al. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*, v. 143, p. 440–445, 2014.
- MANDAVE, P.; BOBADE, H.; PATIL, S. Jackfruit seed flour: Processing technologies and applications. *Internat. J. Agric. Engg.*, 11(Sp. Issue): 149-154, 2018.
- MARIOD, A. A. et al. Effects of roasting and boiling on the chemical composition, amino acids and oil stability of safflower seeds. *International Journal Of Food Science & Technology*, [s.l.], v. 47, n. 8, p.1737-1743, 2012.
- MEETHAL, S. et al. Effect of Addition of Jackfruit Seed Flour on Nutritional, Phytochemical and Sensory Properties of Snack Bar. *Current Research In Nutrition And Food Science Journal*, [s.l.], v. 5, n. 2, p.154-158, 2017.
- MIAH et al., Evaluation of amino acid profile of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed and its utilization for development of protein enriched supplementary food. *Journal of Noakhali Science and Technology University (JNSTU)*, v.1, n.1, p.77-84, 2017.
- MUKPRASIRT, A.; SAJJAANANTAKUL, K. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) compared with modified starches. *International Journal of Food Science & Technology*, 39, 271–276, 2004.
- NAVES, L. P. et al. Nutrients and functional properties in pumpkin seed (*Cucurbita maxima*) submitted to different processings. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.30, n.1, p.185- 190, 2011.
- OKORIE, S. U. Chemical composition of *Artocarpus communis* (breadfruit) seed flour as affected by processing (boiling and roasting). *Pakistan Journal of Nutrition*, v.9, n.5, p.419-421, 2010.
- OLANIPEKUN, O. T. et al. Effect of boiling and roasting on the nutrient composition of kidney beans

seed flour. *Sky Journal of Food Science*, v.4, n.2, p.24-29, 2015.

OLIVEIRA, L. F. Efeito dos parâmetros do processo de desidratação de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) sobre as propriedades químicas, físico-químicas e aceitação sensorial. *Seropédica*, RJ, 121 p. 2009.

PENG, S. et al. Comparative analysis of volatile compounds between jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) peel and its pulp. *Advanced Materials Research*, 781- 784, 1413–1418, 2013.

PEREIRA, V. J.; KAPLAN, M. A. C. *Artocarpus* um gênero exótico de grande bioatividade. *Floresta e Ambiente*, [s.l.], v. 20, n. 1, p.1-15, 2013.

PRAKASH, O. et al. *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit): an overview. *Pharmacognosy Reviews* 3(6), 2009, 353-358.

PUGLIESE, A. G. Compostos fenólicos do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e do cupulate: Composição e possíveis benefícios. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SAIRAEBA – Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia, Cultura – Jaca, Governo da Bahia, 2004.

SANTOS, D. B. et al. Desenvolvimento de pão francês com a adição de farinha de caroço de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.). *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15, p.597- 602, 2012.

SHAFIQ, M. et al. Evaluation of phytochemical, nutritional and antioxidant activity of indigenously grown jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Journal of Scientific Research*, 9(1), 135–143, 2017.

SHARMA, A.; GUPTA, P.; VERMA, A. K. Preliminary nutritional and biological potential of *Artocarpus heterophyllus* L. shell powder. *Journal of Food Science Technology*, 52(3), 1339–1349, 2015.

SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, [s.l.], v. 143, p.398-404, jan. 2014.

SOUZA, T. S. et al. Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.): aplicação de modelos matemáticos. *Acta Scientiarum Technology*, v.31, n.2, 2009.

SPADA, F. P. et al. Optimization of Postharvest Conditions To Produce Chocolate Aroma from Jackfruit Seeds. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, [s.l.], v. 65, n. 6, p.1196-1208, 2017.

SPADA, F. P. et al. Physicochemical characteristics and high sensory acceptability in cappuccinos made with jackfruit seeds replacing cocoa powder. *Plos One*, [s.l.], v. 13, n. 8, p.1-20, 2018.

SWAMI, S. B. S. et al. Jackfruit and Its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews of Food Science and Food Safety*, v.11, p.565-576, 2012.

TALABI, J. Y. et al. Nutritional and antinutritional compositions of processed avocado (*Persea Americana* Mill) seeds. *Asian J. Plant Sci. Res.*, v.6, n.2, p.6-12, 2016.

TEJPAL, A.; AMRIT, P. Jackfruit: A Health Boon. *International Journal of Research in Ayurveda Pharmacy*, v.7, n.3, p.59-64, 2016.

VAZHACHARICKAL, P. J. et al. Chemistry and medicinal properties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*): A Review on current status of knowledge. *International Journal of Innovative Research and Review*, v.3, n.2, p.83-95, 2015.

VICENTINI, M. S. Biscoitos amanteigados isentos de açúcar de adição elaborados parcialmente com polpa e semente de jaca. Dissertação – Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

ZHANG, Y. et al. Characterizations of high purity starches isolated from five different jackfruit cultivars. *Food Hydrocolloids*, v.52, p. 785-794, 2016.

ZHANG, Y. et al. Structural characterization of starches from Chinese jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Food Hydrocolloids*, [s.l.], v. 80, p.141-148, jul. 2018.

ZUBAIR, M. A. et al. Nutrient Composition and Quality Evaluation of Composite Bread with Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Seed Flour. *Research & Reviews: Journal of Food Science and Technology*, v.6, n.2, p.40-48, 2017.

“

Effect of different drying methods on physical-chemical characteristics and drying time of mixed açai, strawberry and acerola pulp

Carolina Tatagiba da **Rocha**
UFES

Pollyanna Ibrahim **Silva**
UFES

Katia Silva **Maciel**
UFES

Luciano José Quintão **Teixeira**
UFES

Mila Marques **Gamba**
UFES

Milton de **Jesus Filho**
UFES

Sergio Henriques **Saraiva**
UFES

RESUMO

The pulp drying to production of fruit powders allows its preservation for a long time, allowing its use in the manufacture of instant beverages among other applications of industrial interest. This study aimed to compare three drying methods: freeze-drying of pulp mix, freeze-drying of pulp mix in foam; and foam mat drying of pulp mix in a cabinet dryer at 60 °C. Drying parameters in the freeze-dryer and in the cabinet dryer were studied. Drying time, moisture, water activity, solubility and vitamin C of powders were determined. Powder coloration was assessed using the CIELAB scale in Konica Minolta colorimeter (CM-5). The morphology of powders was evaluated by scanning electron microscopy. Based on the results, the drying time of freeze-drying of pulp mix in foam was smaller than the drying time of freeze-drying of pulp mix. The drying method influenced the moisture content, water activity and solubility of dry products. The foam mat drying at 60° C promoted greater loss of vitamin C and reddish pigments, as well as increased browning caused by chemical reactions. A more porous structure was observed in the freeze-drying processes. Such results were expected once freeze-drying causes less loss of vitamin C. The foaming process made the freeze-drying faster by increasing the surface area and porosity of the pulp mix. It is concluded that the freeze-drying of pulp mix in foam was the best of the evaluated methods to drying of pulp mix of açai, strawberry and acerola.

Palavras-chave: Mixed Fruit Pulp; Powdered Products; Drying Methods.

INTRODUCTION

Dehydration to produce powdered fruit allows its longer preservation and waste reduction (Macedo et al., 2020). In addition is a key raw material for obtaining other products in the food industries (Carvalho et al., 2017). The use of mixed fruit pulps to produce powdered products offers the advantages of enabling supplementation with nutrients from different fruits, balancing high acidity and developing new flavours (Ribeiro et al. 2018).

The choice of drying method is important because it may affect the nutritional quality, appearance and flavour characteristics. In foam mat drying, a foaming agent is added to liquid and soft foods to transform them into stable foam following an aeration process (Tavares et al., 2019). The foam that is formed is dried using hot air in a tray dryer at atmospheric pressure. The presence of air bubbles in the foam matrix renders the foam porous, thereby increasing the surface area for evaporation (Lobo et al., 2017). Consequently, this drying process is faster than traditional dehydration using hot air, which promotes reduced loss of nutrients and smells. The reduced processing time is advantageous because drying is one of the most time and energy consuming processes in the food industry (Doymaz and Ismail, 2011).

The use of hot-air drying for food dehydration may cause loss of nutrients and undesirable sensory changes (Omolola et al., 2017). In contrast, freeze-drying occurs at temperatures lower than room temperature and without liquid water, thereby preventing the loss of volatile nutrients and compounds through chemical reactions (Rawson et al., 2011) and minimising damage to the structure, texture and appearance of the product.

In freeze-drying, the product is frozen, and the amount water in the product is subsequently reduced by sublimation followed by desorption, thus yielding a porous structure (Ishwarya and Nandharamakrishnan, 2015). The main limitation of freeze-drying is the high cost of the process, which is associated with slow drying rates, vacuum maintenance and the energy required for sublimation (Barresi et al., 2009).

The preparation of foam for freeze-drying may be an alternative for decreasing the long processing times. However, few studies regarding foam freeze-drying have been presented in the literature (Muthukumaran, Ratti and Vijaya, 2008; Raharitsifa and Ratti, 2010a; Raharitsifa and Ratti, 2010b). Additional studies are therefore necessary to elucidate the mechanisms involved in the method because many parameters are affected by the structural and porosity changes in the material (Raharitsifa and Ratti, 2010b) due to the incorporation of air into foods that is necessary to form the foam.

Raharitsifa and Ratti (2010a) studied the thickness of the layer to be freeze-dried and successfully reduced the processing time of foamed apple juice compared with that of non-foamed juice when the sample volumes of juice or foam to be dried were equal. However, no studies that assessed whether foam preparation can contribute to increase the drying

rate for a given sample weight were found in a literature review. Furthermore, the effects that adding the foaming agent to mixed fruit pulp has on the physicochemical and nutritional characteristics of the dried product have not been studied.

The present study aimed to compare the colour properties, physicochemical characteristics and vitamin C content of freeze-dried and foam mat dried mixed fruit pulp to identify the best process for preparing powdered mixed fruit pulp. Additionally, the effect of the foam preparation before freeze-drying on the drying time and on the characteristics of the dry product was evaluated.

MATERIALS AND METHODS

Preparation of mixed fruit pulp

Unpasteurised, frozen strawberry (*Fragaria vesca*), acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) and açai berry (*Euterpe oleracea* Mart.) pulps purchased from a local market vendor in Alegre, Espírito Santo (ES), Brazil, were used to prepare the mixed fruit pulp. The pulps were thawed and mixed in equal ratios (1/3 each), which were established in previous studies.

Foam preparation

To prepare the foam, 300g of mixed fruit pulp were placed in a bowl and albumin, which was used as a foaming agent, was added at 5% concentration (w/w). The pulp and albumin mixture was stirred using a domestic mixer at full speed for 20 min. Next, samples of the foam that was formed were dried in either a freeze-dryer or a foam mat dryer.

Freeze-drying

Freeze-drying was conducted using a FreeZone 2.5 litre benchtop freeze-dryer (LAB-CONCO). Prior to freeze-drying, the pulp mixture (20 g) and foam (20 g) were placed in freeze-dryer glass flasks and frozen in a freezer (BRAND) at -40 °C for 24 hours. After freezing, the flasks that contained the frozen samples were removed from the freezer and immediately placed in the freeze-dryer. The condenser temperature was -55°C, and the chamber pressure was 0.014 mBar. The flasks were weighed every 2 hours until they reached constant weight. The dried pulp and foam were removed from the flasks, ground and packed into aluminium

containers to prevent light exposure, thus completing the process.

Foam mat drying at 60°C

The foam (300 g) was spread on a 10mm-high stainless steel tray and placed in a convective dryer (Polidryer) at 60°C. To construct the drying curves, the tray was weighed over time, outside the drying chamber, until it reached a constant weight. After the drying process, the dehydrated material was ground and packed into aluminium containers to prevent light exposure. This procedure was also performed on the mixed fruit pulp with hot air and without addition of the foaming agent to prepare a control sample.

Equilibrium moisture content and assessment of the time necessary for drying

Equation 1 was used to describe the free moisture variation over time:

$$RU = \frac{X_t - X_\infty}{X_0 - X_\infty} = e^{-kt^n} \quad (1)$$

where RU is the free moisture ratio; X_t is the moisture value on a dry basis of the food at time t ; X_∞ is the moisture value on a dry basis after the equilibrium is reached, *i.e.*, the value that the food moisture approaches as the time t approaches $+\infty$, and X_0 is the food moisture value on a dry basis at time zero. The experimental data were fitted with mathematical models.

According to the proposed model, the free moisture ratio ranged from 1 (time zero) to zero (as time tended to infinity). Because the zero value for the free moisture ratio is actually a horizontal asymptote, the end time of the procedure cannot be defined as the time at which the free moisture ratio is zero because this time would be infinite. Thus, the end of the process can be defined as the time at which the free moisture ratio reached a value that is sufficiently close to zero. To compare the times required for the drying process using the different treatments, the end time was defined as the time at which the free moisture ratio reached a value of 0.01. Thus, the drying time could be calculated from the model obtained for each curve.

Analysis performed with the powdered mixed fruit pulp

To determine the moisture, 1 g of homogenised sample was spread on a metal capsule that was previously dried in an oven at 105°C. The samples were dried in an oven at 105°C until a constant weight was reached (AOAC, 1995).

The water activity was determined using an Aqualab 3TE thermo-hygrometer (Decagon

Devices Inc, Pullman, Washington, USA) at 25°C.

The solubility assessment method was adapted from Eastman and Moore (1984). A total of 1 g of powdered product was added to 100 mL of distilled water and homogenised using an AGI 103 mechanical stirrer (Nova Ética) at a speed of 1.550 xg for 5 minutes. The solution was placed in tubes and centrifuged for 15 minutes at 10.956 xg. A 25 mL supernatant aliquot was placed on previously weighed Petri dishes and dried at 105 °C under atmospheric pressure until a constant weight was reached. The solubility was expressed using Equation 2.

$$s(\%) = \frac{P_f}{P_a} 400 \quad (2)$$

where S is the solubility, P_f is the evaporation residue weight (g) and P_a is the sample weight (g).

The colour of the samples was measured according to Caner and Aday (2009). The colours of the treated (powder) and untreated (mixed fruit pulp and foam) samples were measured using a CM-5 colourimeter (Konica Minolta). The device was calibrated using black and white references. The colour was expressed using the CIELAB scale (with parameters L^* , a^* and b^*). The L^* parameter represents the brightness, which ranges from black/dark (0) to white/bright (100); a^* represents the variation from red to green (the value becomes more positive as the colour approaches red); and b^* represents the variation from yellow to blue (the value becomes more positive as the colour approaches yellow). The colour coordinates C^* (chroma), h^* (hue) and total colour difference (ΔE) were calculated according to Equations 3, 4 and 5.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$h^* = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (4)$$

$$\Delta E = ((L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2)^{1/2} \quad (5)$$

In the above equations, L_0 , b_0 and a_0 are the untreated sample values (for mixed fruit pulp and foam). The powders prepared from the foam were compared with the foam prior to drying, and the powders prepared from the mixed fruit pulp were compared with the mixed fruit pulp prior to drying.

Scanning electron microscopy was performed to assess the particle morphology. The dried sample was mounted on the stub using double-sided tape and then taken to a Balzers Union FDU 010 sputter coater. The metallised sample was observed using a JSM-6010 LA scanning electron microscope (JEOL) at 350x magnification.

Vitamin C assessment

The powders prepared after dehydrating the mixed fruit pulp and foam were reconsti-

tuted at a 1:20 ratio (1g of powder: 20g of distilled water) to perform the following analyses:

The vitamin C assessment method was adapted from the official method of the Association of Official Analytical Chemists (1995), which consists of reducing a coloured substance, 2,6-dichlorophenolindophenol, in titration with a solution that contains ascorbic acid. A 10 mL aliquot of extraction solution (metaphosphoric-acetic acid) was added to 10 mL of the reconstituted sample and centrifuged at 5000 rpm for 15 minutes. 2 mL aliquot of the supernatant was added to a 25 mL volumetric flask, and the remainder of the volume was filled with distilled water. Then, 2 mL of the diluted solution were pipetted and again added to a 25 mL volumetric flask; the remainder of the volume was filled with distilled water. Finally, 2 mL of the new diluted volume were added to 5 mL of extraction solution and titrated using a solution of 2,6-dichlorophenolindophenol diluted in distilled water (1:10). The volume of 2,6-dichlorophenolindophenol spent was used to calculate the vitamin C content.

Statistical analyses

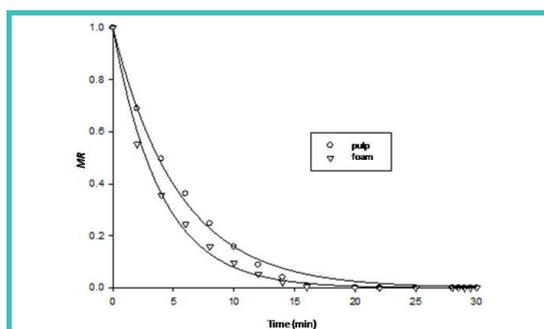
The experiment was conducted using a completely randomised design with 3 replicates. The model parameters of the drying curves were fitted using non-linear regression. The physicochemical properties were compared using analysis of variance (ANOVA) and, whenever necessary, Tukey's multiple comparisons test. A 5% significance level was adopted in all statistical procedures.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of foaming agent addition on freeze-drying parameters

The freeze-drying curves are similar to the conventional drying curves (Figure 1). This result was expected because both freeze-drying and conventional drying involve simultaneous transfer of heat and mass, and the transport mechanisms are similar in both cases. Figure 1 shows the freeze-drying curve obtained in the present study for the exponential model.

Figure 1. Freeze-drying curve of pulp (T2) and foam (T1).



The initial moisture content was 87.66% for the foam and 92.92% for the pulp. After freeze-drying, the equilibrium moisture content was 3.25% and 11.11%, respectively. The drying time may be calculated using the exponential model

$$t_s = -\frac{\ln(0.01)}{k} \quad (6)$$

where t_s is the drying time, according to the criterion adopted.

Table 1 shows the fitted models, coefficient of determination values and drying times estimated using the fitted models according to the criterion adopted.

Table 1. Parameters fitted to the exponential model regarding the freeze-drying curves, coefficients of determination values and drying times estimated according to the criterion adopted (Eq. 6)

Raw material	Fitted model	r^2	t_s (h)
Pulp	$RU=e^{-0.184560 t}$	0.9955	24.95
Foam	$RU=e^{-0.253949 t}$	0.9961	18.13

The models were well fitted to the data, with a coefficient of determination of 0.99 (Table 1). The time to dry 20 g of foam (18.13 h) was shorter than that needed to dry the same weight of mixed fruit pulp (24.95 h). Thus, the preparation of foam for drying in a freeze-dryer enabled a reduction in the processing time of more than 6 hr. The moisture content of the freeze-dried foam (3.25%) was less than the content of the freeze-dried pulp (11.11%). A different result regarding the time could be found if the process were interrupted when the products achieved similar moisture content. In this manner, dried foam could reach the same moisture reached by dried pulp in an even shorter amount of time. Raharitsifa et al. (2010a) freeze-dried foam and apple pulp and observed an approximately 5-fold reduction in processing time when drying the foam prepared with albumin. This reduction is much greater than the one found in the present study. However, the authors kept the thickness (4 mm) of the material layer to be dried constant, whereas the material weight was kept constant in the present study. Because of the lower density of the foam, its weight was much less than the weight of the pulp for a fixed thickness, which explains the greater reduction in drying time.

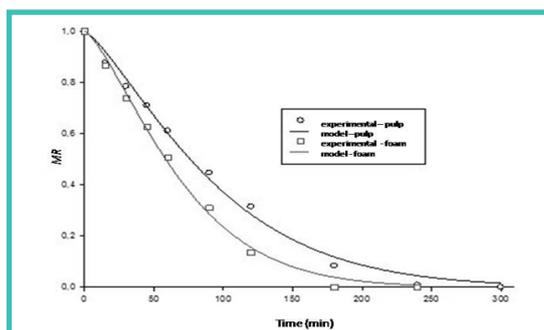
The choice to prepare foam before the freeze-drying process will also depend on the desired characteristics of the dried product because the addition of a foaming agent changes the properties of the material.

Effect of foaming agent addition on the 60°C drying parameters

The 60°C drying curves of the foam and mixed fruit pulp without the foaming agent are

shown in Figure 2.

Figure 2. Drying curves of foam and mixed fruit pulp at 60°C.



The initial moisture contents of the foam and pulp were 87.30% and 92.56%, respectively, and the final contents were 7.76% and 9.88%. The drying time may be calculated using the Page model:

$$t_l = \left(-\frac{\ln(0.01)}{k} \right) 1/n \quad (7)$$

where t_l is the drying time, according to the criterion adopted.

Table 2 shows the fitted models; coefficient of determination values and drying times estimated using the fitted models according to the criterion adopted.

Table 2. Parameters fitted to the model regarding the 60°C drying curves, coefficients of determination values and drying times estimated according to the criterion adopted (Eq. 2)

Material	Fitted Model	r^2	t_s (min)
Pulp	$RU=e^{(-0.002405t)^{1.307}}$	0.9941	324.24
Foam	$RU=e^{(-0.002585t)^{1.374}}$	0.9958	232.08

Table 2 indicates that the models were well fitted to the data, with a r^2 value equal to 0.99. The preparation of foam for subsequent drying decreased the processing time from approximately 324.24 minutes to 232.08 minutes. This reduction resulted from the higher rates of water removal in foam compared with pulp because water is present in foam in the form of thin films, which allows easy evaporation (Kandasamy et al., 2014). These same authors found a similar pattern when drying papaya foam and pulp. Thus, preparation of foam from mixed fruit pulp can decrease the conventional drying time.

Effect of treatments on powder solubility, moisture and water activity

There were significant differences in the moisture, water activity and solubility between treatments at the 5% significance level. Table 3 presents the Tukey's test results for these

variables.

Table 3. Tukey's test results for the moisture variable

Treatment	% Moisture *	Water activity	Solubility
FDF	3.25 ^c	0.15 ^c	0.51 ^{ab}
FDP	11.11 ^a	0.22 ^b	0.48 ^b
FMD	7.76 ^b	0.20 ^b	0.54 ^a
HAD	9.88 ^a	0.27 ^a	0.51 ^{ab}

* Means followed by the same letter in columns are not significantly different at the 5% significance level. Treatments: FFD – powder derived from foam freeze-drying (freeze-dried foam); FDP - powder derived from mixed fruit pulp freeze-drying (freeze-dried pulp); FMD– powder derived from foam mat drying at 60°C (foam mat drying); and HAD – powder derived from drying the mixed fruit pulp at 60°C (hot-air drying).

The solubility measured in all treatments was much less than that found by Dantas (2010) for foam mat dried pineapple (98%) and mango (91%) powders and by Ceballos, Giraldo and Orrego (2012) for freeze-dried soursop pulp (81.51% to 85.75%). This difference may have resulted from the high lipid levels that are present in açai berry powder, which are approximately 40.75% (Menezes et al., 2008).

Freeze-dried foam (FDF) exhibited the lowest mean moisture content, followed by foam dehydrated using foam mat drying (FMD). The mixed fruit pulps freeze-dried and hot-air-dried at 60°C exhibited the highest means and were not significantly different from each other. Thus, addition of the foaming agent arguably changed the equilibrium moisture content value to smaller values. This change may have resulted from the increased content of total solids due to the addition of the foaming agent. This effect may be advantageous because it could further increase the stability and storage capacity of powdered products. The moisture content of freeze-dried pulp (FDP) corroborated the results from other studies of freeze-dried products (Oliveira et al., 2011).

The moisture content measured when using foam mat drying (FMD) was similar to the values found by Krasaekoopt and Bhatia (2012) for yoghurt powder and Falade and Okocha (2012) for banana powder. Menezes et al. (2009) measured moisture content of 11.37% for green acerola powder that was oven-dried at 70°C. That result is similar to the one found in the present study for pulp dried at 60°C (HAD).

All treatments yielded moisture contents that were less than the maximum water activity values recommended for dehydrated foods (0.35 and 0.5). However, water activity that is as low as the one found in FDF is considered detrimental because of increased lipid oxidation reactions (Damodaran, Parkin and Fennema, 2010).

Effect of treatments on colour

Table 4 presents the Tukey's test results for the colour parameters (L*, a*, b*, C and

h) and calculated ΔE values. The ANOVA results indicated significant differences among the treatments at the 5% significance level using the F-test ($p < 0.05$) for all colour parameters (L^* , a^* , b^* , C and h). Thus, the drying method had a significant effect on the pulp colour.

Table 4. Tukey's test results for colour parameters (L^* , a^* , b^* , C and h) and calculated ΔE values

Treatment	Colour parameter					
	L^*	a^*	b^*	C	h	ΔE
P	12.85 ^f	20.48 ^a	4.39 ^c	21.10 ^{ab}	13.71 ^d	-
F	45.90 ^b	18.17 ^{ab}	4.44 ^c	18.64 ^{bc}	12.76 ^d	-
FDF	55.15 ^a	14.71 ^c	9.24 ^b	17.25 ^c	32.15 ^b	11.02
FDP	26.89 ^d	17.72 ^b	9.28 ^b	20.15 ^{ab}	28.11 ^{bc}	14.53
FMD	37.90 ^c	13.57 ^c	17.03 ^a	21.77 ^a	51.44 ^a	11.97
HAD	21.58 ^e	10.88 ^d	4.97 ^c	11.96 ^d	24.52 ^c	15.19

*Means \pm standard deviation followed by the same letter in columns are not different at the 5% significance level according to Tukey's test. Treatments: P - fresh pulp; F - foam; FDF – powder derived from foam freeze-drying (freeze-dried foam); FDP - powder derived from mixed fruit pulp freeze-drying (freeze-dried pulp); FMD – powder derived from foam mat drying at 60°C (foam mat drying); and HAD – powder derived from drying the mixed fruit pulp at 60°C (hot-air drying).

A colour difference is clearly visible to the naked eye when the total colour difference (ΔE) is greater than 1.5 (Ramos and Gomide, 2007). Thus, the colours of all of the dried products were clearly different from the untreated materials. The untreated materials exhibited an h angle in the red colour region, whereas the dried products exhibited a colour that was between red and yellow.

Regarding brightness (L^*), the foam colour was brighter than that of the pulp, and the products treated with FDF and FMD had higher brightness values than those treated with FDP and HAD. The colours of the materials treated with FDF were brighter than that of the foam, whereas those treated with FMD were darker in colour, thereby indicating that hot air contributes to darkening powders possibly because of the Maillard reaction of the sugars present in the pulp. Orak et al. (2014) also found higher brightness values for freeze-dried fruits than hot-air-dried fruits.

The red colour of the materials decreased regardless of the treatment applied, and the freeze-dried materials lost less red colour than those treated with hot air, possibly because of the loss of red pigments.

The assessment of the parameter b^* indicates that the untreated materials were not different from each other except in terms of the yellow colour. The yellow colour increased after all treatments except HAD. Heat contributes to yellow colour intensification (Argyropoulos, Heindl and Müller, 2011). The yellower colour of FMD compared with HAD may be explained by the greater contact surface with the hot air provided by the foam air bubbles. There was an increase in the yellowness of the freeze-dried products compared with the untreated materials. Orak et al. (2014) explain that this observation results from an accumulation of

carotenoids during dehydration in a freeze-drier rather than from Maillard reactions.

Effect of treatments on the vitamin C levels

The results of the ANOVA performed for vitamin C indicated a significant difference among treatments ($p < 0.05$). Table 5 presents the Tukey's test results for the vitamin C content.

Table 5. Tukey's test results for the variables vitamin C

Treatment	Vitamin C
1	291.83 ± 12.58 ^b
2	296.09 ± 32.04 ^b
3	263.76 ± 2.01 ^b
4	262.01 ± 16.74 ^b
5	184.02 ± 32.96 ^a
6	142.94 ± 12.65 ^a

*Means ± standard deviation followed by the same letter in columns are not different at the 5% significance level according to Tukey's test. Treatments: 1 – fresh mixed juice; 2 – fresh mixed juice supplemented with 5% albumin; 3– reconstituted fruit juice from freeze-dried mixed fruit pulp; 4 – reconstituted fruit juice from freeze-dried foam; 5 – reconstituted fruit juice from mixed fruit pulp dried at 60 °C; 6 – reconstituted fruit juice from powder derived from foam mat drying at 60 °C.

There was no significant difference in the vitamin C content of fresh juice (treatments 1 and 2) compared with freeze-dried juice (treatments 3 and 4). Thus, the freeze-drying process caused no significant losses of vitamin C. The use of low temperatures and vacuum may account for this result (Liaotrakoonet al., 2012).

Fruit juice that was reconstituted from powder yielded by the foam mat drying process (treatment 6) had significantly lower ascorbic acid levels than fruit juice that was reconstituted from freeze-dried foam (treatment 4). This difference may result from the oxidation reactions that are accelerated by the heating and aeration that occur in the foam mat drying process. Reconstituted fruit juice from the mixed fruit pulp dried at 60°C (treatment 5) exhibited the same pattern.

Similar results to those found in the present study were reported by Joshi et al. (2011), who used different methods to dry apple slices. The authors concluded that apples that were vacuum-dried at low-temperature exhibited no losses of ascorbic acid compared with fresh apples. However, the product dried at 70°C without using a vacuum exhibited a reduction in vitamin C levels of approximately 69%.

In contrast with the present study, Orak et al. (2014) observed a reduction in the vitamin C content of freeze-dried arbutus berries compared with the fresh fruit. That reduction may be explained by the small losses that occur during freeze-drying because of exposure to light and moisture (Liaotrakoon et al., 2012). However, the reduction in the vitamin C content

during freeze-drying that was observed by Orak et al. (2014) was less than that caused by hot air drying.

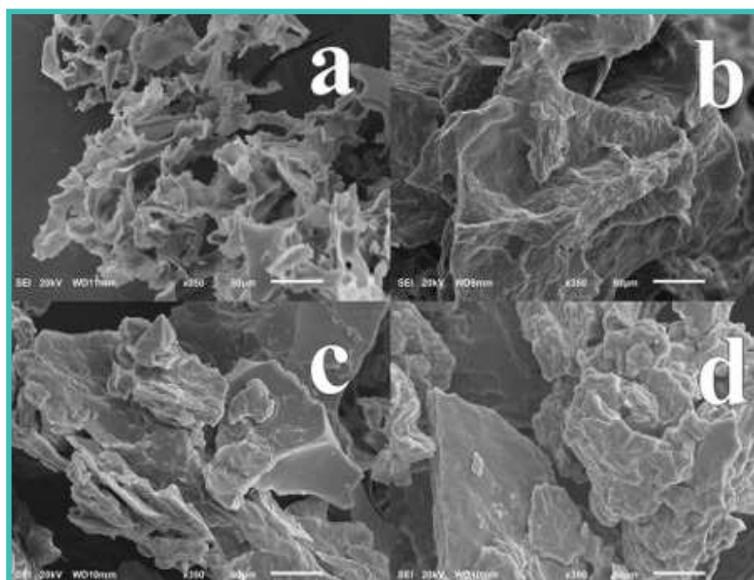
Some authors observed vitamin C losses that were greater than those found in the present study. Maharaj and Sankat (1996) reported a 70.3% loss for yams that were foam mat-dried at 60°C. Kadam et al. (2012) reported an ascorbic acid loss of 52.28% when drying pineapple foam prepared with albumin.

The addition of the foaming agent caused no change in the vitamin C content of fresh and reconstituted juices. A similar pattern was observed by Kadan, Wilson and Kaur (2010) in a study of mango drying.

Effect of treatment on morphology

Figure 3 shows scanning electron micrographs of the products dried using different drying methods.

Figure 3. Scanning electron micrographs of powdered mixed fruit pulp: (a) FFD: derived from foam freeze-drying (freeze-dried foam); (b) FDP: powder derived from mixed fruit pulp freeze-drying (freeze-dried pulp); (c) FMD: powder derived from foam mat drying at 60°C (foam mat drying); (d) HAD: powder derived from drying the mixed fruit pulp at 60°C (hot-air drying).



Analysis of the micrographs indicated that the sample derived from the FDF treatment (Figure 1a) had many cavities in its structure and an almost smooth surface. This morphology indicates that freeze-drying was able to maintain the pores, which were caused by the presence of air bubbles and existed in the foam matrix prior to drying (Pinto, 2012). Thus, the freeze-drying process did not cause matrix shrinkage. A similar morphology was observed in the sample that was submitted to the FDP treatment (Figure 1b), but the cavities were smaller because of the absence of air bubbles in the fresh pulp.

The FMD and HAD treatments resulted in very similar micrographs (Figures 1c and 1d),

which exhibit a dense structure and rough surface. This morphology may have been caused by the collapse and shrinkage of the foam matrix and pulp, phenomena that may occur during hot-air drying (Aguilera, Cuadros and Valle, 1998). These results corroborate the findings of Argyropoulos, Heindl and Müller (2011), thereby indicating that the type of drying affects the morphology of the dried material.

CONCLUSIONS

The preparation of foam from mixed fruit pulp for freeze-drying reduced the drying time when samples with the same weight were compared. The drying method and addition of albumin affected the moisture and water activity of the dried product. The sample solubility was less than that found in other studies for all treatments. The vitamin C content of the freeze-dried pulp was not different from that of the fresh pulp. The colours of the dried samples were visibly different from those of the fresh samples for all treatments. The methods that used hot air resulted in greater darkening and degradation of red pigments. Freeze-drying preserved the foam and pulp matrix structure, thereby resulting in more porous and brittle products. Under the study conditions, freeze-drying was the best method to dehydrate mixed fruit pulp with the least loss of quality.

REFERENCES

- Aguilera, J. M.; Cuadros, T. R.; Del Valle, J. M. (1998). Differential scanning calorimetry of low-moisture apple products. *Carbohydrate Polymers*, 37, 79-86.
- Argyropoulos, D.; Heindl, A.; Müller, J. (2011). Assessment of convection, hot-air combined with microwave vacuum and freeze-drying methods for mushrooms with regard to product quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 333–342.
- AOAC (1995). *Official methods of analysis*, 16th edn. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Barresi, A. A.; Pisanoa, R.; Fissorea D.; Rasettoa, V.; Velardi, S. A.; Vallanb, A.; Parvis, M.; Galanc, M. (2009). Monitoring of the primary drying of a lyophilisation process in vials. *Chemical Engineering and Processing*, 48, 408–423.
- Caner, C.; Aday, M. S. (2009). Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging. *Packaging Technology and Science*, 22, 115 – 122.
- Carvalho, A. V.; Mattietto, R. A.; Beckman, J. C. (2017). Estudo da estabilidade depulpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. *Brazilian Journal of Food Technology*. v. 20, e201602.
- Ceballos, A. M.; Giraldo, G. I.; Orrego, C. E. (2012). Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. *Journal of Food Engineering*, 111, 360–365.
- Damodaran, S.; Parkin, K. L.; Fennema, O. R. (2010). *Química de Alimentos de Fennema*. (4th

ed.). Porto Alegre: Editora Artmed.

Doymaz, I.; Ismail, O. (2011). Drying characteristics of sweet cherry. *Food and bioproducts processing*, 89, 31–38.

Eastman, J. E.; Moore, C. O. (1984). Cold water soluble granular starch for gelled food composition. U.S. Patent 4465702.

Falade, K. O.; Okocha, J. O. (2012). Foam-Mat Drying of Plantain and Cooking Banana (*Musa* spp.). *Food Bioprocess Technology*, 5, 1173–1180.

Joshi, A. P. K.; Rupasinghe, H. P. V.; Khanizadeh, S. Impact of drying processes on bioactive phenolics, vitamin c and antioxidant capacity of red-fleshed apple slices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35, 453–457.

Kadam, D. M.; Wilson, R. A.; Kaur, S. (2010). Determination of biochemical properties of foam-mat dried mango powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1626–1632.

Kadam, D. M.; Wilson, R. A.; Kaur, V.; Chadha, S.; Kaushik, P.; Kaur, S.; Patil, R. T.; Rai, D. R. (2012). Physicochemical and microbial quality evaluation of foam-mat-dried pineapple powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 1654–1659.

Kandasamy, P.; Varadharaju, N.; Kalemullah, S.; Maladhi, D. (2014). Optimisation of process parameters for foam-mat drying of papaya pulp. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2526–2534.

Krasaekoopt, W.; Bhatia, S. (2012). Production of Yogurt Powder Using Foam-Mat Drying. *AU Journal of Technology*, 15, 166-171.

Pinto, M. R. M. R. Obtenção de extratos de carotenóides de polpa de Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encapsulados pelo método de camada de espuma. *Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa*, 2012.

Liaotrakoon, W.; Clercq, N.; Lewille, B.; Dewettinck, K. (2012). Physicochemical properties, glass transition state diagram and colour stability of pulp and peel of two dragon fruit varieties (*Hylocereus* spp.) as affected by freeze-drying. *International Food Research Journal*, 19, 743-750.

Lobo, F. A.; Nascimento, M. A.; Domingues, J. R.; Falcão, D. Q.; Dolores Hernanz, D.; Heredia, F. J.; Araujo, K. G. L. (2017). Foam mat drying of Tommy Atkins mango: Effects of air temperature and concentrations of soy lecithin and carboxymethylcellulose on phenolic composition, mangiferin, and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 221, 258-266.

Macedo, L. L.; Vimercati, W. C.; Araújo, C. S.; Saraiva, S. H.; Teixeira, L. J. Q. (2020). Effect of drying air temperature on drying kinetics and physicochemical characteristics of dried banana. *Journal of Food Process Engineering*, e13451.

Maharaj, V.; Sankat, C. K. (1996). Quality changes in dehydrated dasheen leaves: effects of blanching pre-treatments and drying conditions. *Food Research International*, 29, 563-568.

Menezes, A. R. V.; Silva Júnior, A.; Cruz, H. L. L.; Araujo, D. R. A.; Sampaio, D. D. S. (2009). Estudo comparativo do pó da acerola verde (*Malpighia emarginata* D.C) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 11, 1-8.

Menezes, E. M. S.; Torres, A. T.; Srur, A. U. S. (2008). Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) freeze-dried. *Acta Amazonica*, 38, 311-316.

- Muthukumar, A.; Ratti, C.; Raghavan, V. G. S. (2008). Foam-Mat Freeze Drying of Egg White—Mathematical Modeling Part II: Freeze Drying and Modeling. *Drying Technology*, 26, 513-518.
- Oliveira, V. S.; Afonso, M. R. A.; Costa, J. M. C. (2011). Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti freeze-dried. *Revista Ciência Agronômica*, 42, p. 342-348.
- Omolola, A. O.; Jideani, A. I. O.; Kapila, P. F. (2017). Quality properties offruits as affected by drying operation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(1), 95–108.
- Orak, H. H.; Aktas, T.; Yagar, H.; Isbilir, S. S.; Ekin, N.; Sahin, F. H. (2014). Effects of hot air and freeze drying methods on antioxidant activity, colour and some nutritional characteristics of strawberry tree (*Arbutus unedo* L) fruit. *Food Science and Technology International*, 18, 391-402.
- Raharitsifa, N.; Ratti, C. (2010a). Foam-mat freeze-drying of apple juice part 1: experimental data and ann simulations. *Journal of Food Process Engineering*, 33, 268–283.
- Raharitsifa, N.; Ratti, C. (2010b). Foam-mat freeze-drying of apple juice part 2: stability of dry products during storage. *Journal of Food Process Engineering*, 33, 341–364.
- Ramos, E. M.; Gomide, L. A. M. G. (2007). *Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias*. Viçosa: Editora UFV.
- Rawson, A.; Tiwari, B. K.; Tuohy, M. G.; O'donnell, C. P.; Brunton, N. (2011). Effect of ultrasound and blanching pretreatments on polyacetylene and carotenoid content of hot air and freeze dried carrot discs. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 1172–1179.
- Ribeiro, C. M. C. M.; Magliano, L. C.; dos S. A.; Costa, M. M. A.; de, Bezerra, T. K. A.; Silva, F. L. H.; da Maciel, M. I. S. (2018). Optimization of the spray drying process conditions for acerola and seriguela juice mix. *Food Science and Technology*. v. 39.
- Tavares, I. M. C.; Castilhos, M. B. M.; Mauro, M. A.; Ramos; A. M.; Souza, R. T.; Gómez-Alonso, S.; Gomes, E.; Da-Silva, R., Herмосín-Gutiérrez, I.; Lago-Vanzela, E. S. (2019). BRS Violeta (BRS Rúbea × IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying. Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 298, 1249712.

“

Effect of ripeness stage of green walnut (*Juglans regia L.*) husk on antioxidant and antimicrobial activity of hydroethanolic extracts, affecting onto oxidative stability of mayonnaise

Daniela **Soto-Madrid**

Usach

Marlen **Gutiérrez-Cutiño**

Usach

Silvia B. **Matiacevich**

Usach

RESUMO

The green walnut husk (*Juglans regia* L.), is a waste from the walnut industry generated at harvest and has little use. However, it is a potential source of active compounds, antioxidants, and antimicrobials, which are essential for food preservation. Actually, in the food science area, the green walnut husk has been little studied as a food additive, as an economical source of natural additives. In this study, the effect of two ripeness stages of the green walnut husk (open and closed) on the antioxidant and antimicrobial activity of hydroethanolic extracts and their impact on the oxidative stability of a real food matrix (mayonnaise) was analyzed. The dried samples were characterized through proximal analysis, and then hydroethanolic extracts were obtained through ultrasound-assisted extraction. An optical and chemical characterization for polyphenol content and antioxidant activity in the extracts was performed. Furthermore, the oxidative stability in mayonnaise without additives and the antimicrobial activity against *Escherichia coli* was determined. The ripeness stage was significantly affected by the total polyphenol content and antioxidant activity of the extracts (closed husk TPC= 10.1 ± 0.3 mg GAE/g sample; DPPH= 3.21 ± 0.02 g trolox/g sample; open husk TPC= 4.8 ± 0.3 mg GAE/g sample; DPPH= 2.18 ± 0.03 g trolox/g sample). The best results were obtained for closed husk, to the more considerable amount of extracted polyphenols. This result demonstrated the potential of the green walnut husk, principally closed husk extract as an economical source of antioxidant and antimicrobial agents with potential use in the food industry.

Palavras-chave: Walnut green husk, Ripeness stage, Antioxidant activity, Antimicrobial activity, *Escherichia coli*.

INTRODUÇÃO

The walnut industry generates a large amount of waste during its harvest, which mainly corresponds to the green husk (exocarp and mesocarp), which is equivalent to approximately 20% of total walnut production (Chilenutt, 2017). This by-product is discarded or remains on the tree. However, several studies have shown that green walnut husk is rich in polyphenolic compounds with antimicrobial and/or antioxidant capacity (Oliveira *et al.*, 2008; Zhou *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2010), which are beneficial for food preservation. Therefore, walnuts green husk represents a natural source of active compounds (polyphenols) and is an ideal material for the extraction of these compounds for their potential use as natural additives, which can be an efficient and safe substitute for the replacement of synthetic additives. Nevertheless, to obtain active compounds from biological sources, extraction is a critical step due to process variability and complexity in terms of solubility, chemical structure, relative quantity in each sample and because there are not standardized extraction protocols (Galanakis, 2018).

In recent years, different extraction methods and process conditions have been used for polyphenol extraction from the green walnut husk (Oliveira *et al.*, 2008; Jakopic *et al.*, 2009; Cosmulescu *et al.*, 2010; Fernández-Agulló *et al.*, 2013; Soto-Maldonado *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020). The most common being ultrasound-assisted extraction (U.A.E.) using solvents, such as water, ethanol, and methanol (Fernández-Agulló *et al.*, 2013). The U.A.E. has gained importance due to its simple, efficient, and sustainable procedure. It allows better cellular penetration of solvents, shorter extraction times and a higher extraction performance of phenolic compounds from a plant matrix, even at lower temperatures compared to other extraction methods as conventional solid-liquid extraction (Deng *et al.*, 2017).

Phenolic compounds are secondary metabolites, which occur in abundance in all plant materials. They belong to a large and heterogeneous group of biologically active compounds, involving in physiological processes on fruit growth and affect different aspects of pre- and post-harvest fruit life (Usenik *et al.*, 2004). Their synthesis depends on numerous enzymes involved in different metabolic pathways (Jay-Allemand *et al.*, 2001), and their metabolism is wholly integrated into morphological and biochemical regulatory patterns of plants (Solar *et al.*, 2006). The content of phenolic compounds depends on many environmental conditions, such as geographical location and climatic conditions, as well as cultivar's genotype (Amaral *et al.*, 2004; Solar *et al.*, 2006). Therefore, it is essential to consider the ripeness stage for the extraction of phenolic compounds from the green walnut husk; however previous studies do not consider it (Oliveira *et al.*, 2008; Jakopic *et al.*, 2009; Fernández-Agulló *et al.*, 2013; Soto-Maldonado *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020).

In the food science area, green walnut husk was studied as additives with active properties in meat processing (Salejda *et al.*, 2016), and their extracts were applied to preserve the

quality of fresh walnuts during storage (Chatrabnous *et al.*, 2018). Finally, a more traditional application is the use of walnut husks to produce a Slovenian walnut liqueur, which is extremely rich in phenolic compounds and vitamins (Stampar *et al.*, 2006). Thus, it is necessary to explore new food systems for the application of natural additives based on green walnut husk as a source of low-cost active compounds.

Accordingly, this work aimed to evaluate the effect of two ripeness stages of the green walnut husk (open and closed) on the antioxidant and antimicrobial activity of hydro-ethanol extracts and their impact on the oxidative stability of a real food matrix (mayonnaise).

MATERIALS AND METHODS

Walnuts green husks were obtained from a walnut tree cultivation (*Juglans regia* L.), *Chandler* variety in April 2019 in Cuncumen, province of San Antonio, V Region, Chile. Mature trees in full production (6 years) were used to ensure homogeneity. Random sampling was carried out, from the center of 10 rows, avoiding the tree tips because they are the most exposed to environmental conditions and pests. Two types of samples were collected: (i) ripe walnut green husk: removed manually from the walnut (open stage) and (ii) unripe walnut green husk: removed mechanically by a vibration machine (closed stage) (Figure 1). The collected green walnut husks were dried in a forced-air oven (ZenithLab, DHG-9053 A, China) at 40 °C for 48 h, crushed and ground in a Thermomix equipment (Vorwerk, Germany), and stored at room temperature in glass bottles covered with aluminum foil, to protect samples from light.

Characterization of the raw samples was performed on the two representative samples of dried walnut green husks: open husk and closed husk. The moisture and carbohydrate content was determined according to methods of the Official Association of Analytical Chemistry (AOAC, 1995).

The hydroethanolic extracts of walnut green husks were obtained through ultrasound-assisted extractions (U.A.E.) (600 W, 20 kHz, 25 °C, 40 min) using absolute ethanol (Merck S.A. Santiago, Chile) as the solvent. U.A.E. was carried out in a 500 mL-beaker immersed in a cold-water bath to control the temperature. The extract was vacuum filtered, using Whatman N°1 filter paper. Then the solvent was evaporated under low-pressure conditions in a rotary evaporator (Buchi R-100, Flawil, Switzerland) at 40°C and resuspended in 25 mL of water per extraction to obtain hydroethanolic extracts.

The color of the green walnut husk was determined through image analysis using a computer vision system, according to the methodology reported by Matiacevich *et al.* (2012). Color variations between each sample (open husk and closed husk) were calculated using the CIEDE2000 equation (Luo *et al.*, 2001). A colorimetric assay (Singleton *et al.* 1999) es-

estimated the total phenolic content (TPC) of the extracts. Antioxidant activity was determined through the effect of scavenging 2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl (DPPH) according to the method reported by Brand-Williams *et al.* (1995).

On the other hand, oxidative stability was determined in a real food matrix (mayonnaise without additives). Mayonnaise was elaborated in the laboratory by mixing 250 mL of commercial vegetable oil, fresh egg (one unit), a spoonful of vinegar, and a pinch of salt, following the guidelines recommended in the instruction manual for Thermomix equipment (Vorwerk, Wuppertal, Germany). The oxidative stability of the mayonnaise with or without (control) the addition of the extracts in a proportion of 1:1 (w/w) was measured using an accelerated oxidative stability test (Rapidox, Anton Paar, Germany), by increasing oxygen pressure and temperature. Oxidation conditions for temperature and oxygen pressure were 120 °C and 700 kPa, respectively. Induction time was recorded when 10% of oxygen pressure drop was detected (Difonzo *et al.*, 2018). Oxidative stability was expressed in time units (min) as the difference between oxidizing times of mayonnaise with and without extracts.

Antimicrobial activity was evaluated through the growth kinetics analysis of *Escherichia coli* ATCC 25922 (Institute of Public Health, Chile) in the presence of extracts from green walnut, following the methodology described by Celis-Cofré *et al.* (2012). Briefly, a mixture (200 µL) containing: Mueller Hinton broth (Biokar Diagnostics, France) concentrated (10X), fresh bacteria at a concentration of 1×10^6 U.F.C. mL⁻¹ and extracts from green walnut husk at different concentrations (1; 2; 3% v/v) was added to a microplate (Bottger, Germany). Then, it was incubated at 37 °C for 24 h on a microplate reader (Thermo Fisher, Multiskan Go, U.S.A), which recorded the absorbance of the sample at 625 nm every 1 h.

All experiments were run by triplicate. Data were reported as mean with their corresponding standard deviation. ANOVA test was performed to determine statistical differences in responses of total phenolic content, antioxidant activity, and oxidative stability using Statgraphics Centurion XVI® software (StatPoint Technologies Inc., VA, U.S.A.).

RESULTS AND DISCUSSION

First, a characterization of the dried raw material was performed because ripeness stages imply biochemical, physiological, and structural changes, which modify the organoleptic and nutritional characteristics (Giovannoni, 2004). So, moisture and carbohydrate content was measured of the two dry samples (open husk and closed husk) with different ripeness stages. Table 1 showed that no significant differences ($p > 0.05$) were observed in the carbohydrate composition between the two samples, which was attributed to differences between those ripeness stages (open and closed husk) are not significant enough to generate changes in proximal analysis.

However, the open samples (open husk) have a lower moisture content (Table 1), attributed to the highest exposure of the mesocarp to the environmental conditions while it was in the tree since the husk is opening (Figure 1a) (Lemus, 2001).

Figure 1. Samples of walnut green husk with different ripeness stage (a) ripe walnut green husk open husk and (b) unripe walnut green husk closed husk.



Table 1. Moisture and carbohydrate analysis of the green walnuts husk.

Percent (%)	Open Husk	Closed Husk
Carbohydrates	63.6 ^a ± 0.05	62 ^a ± 1.81
Moisture	11.7 ^a ± 0.15	14.1 ^b ± 0.68

*Different letters (a, b) indicate significant differences ($p < 0.05$) between samples.

Optical measurements characterized the hydroethanolic extracts obtained from the two samples (open husk and closed husk) due to the extracted color being important for industrial applicability by addition of these extracts on the food matrix, and also for the importance of color changes by phenolic oxidation (Li *et al.*, 2019). Table 2 showed the color parameter values on CIEL*, a*, b* color space. Significant differences ($p < 0.05$) in all color parameters were observed, so color differences value (CIEDE2000) was determined between them. The color difference, according to the scale of Yang *et al.*, (2012) is in the range of 12 - 24, which is very significant and indicates that the extracts undergo color changes, which was attributed to oxidation and the polyphenol type extracted, indicating that they could be different depending on the stage of ripeness.

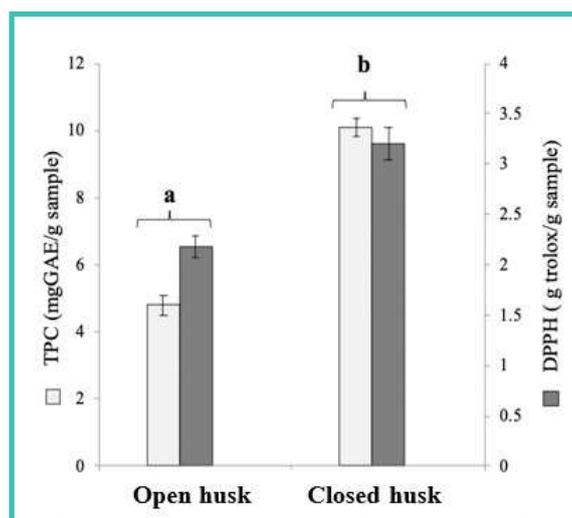
Table 2. Physical properties of walnut green husk extracts.

Samples	Color parameters			CIEDE2000	Images
	L*	a*	b*		
Open Husk	43.4 a ± 0.4	-0.5 a ± 0.01	33.5 a ± 0.4		
Closed Husk	55.4 b ± 0.4	-7.8 b ± 0.1	41.9 b ± 0.1	13.3 ± 0.1	

^{a-b} Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between samples according to ANOVA.

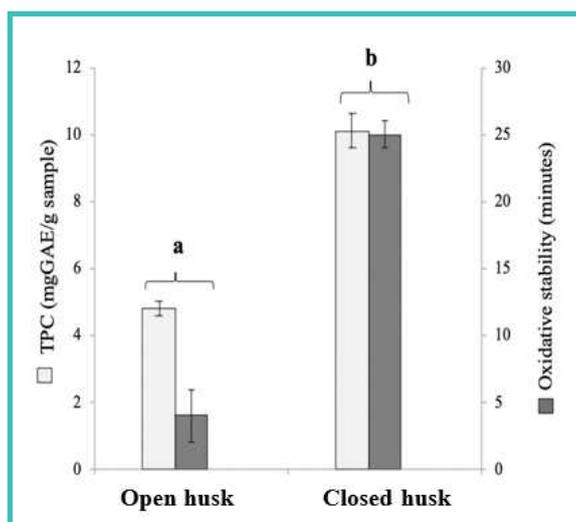
Considering that antioxidant capacity was previously attributed to polyphenol's presence on green walnut husk extracts (Oliveira *et al.*, 2008; Carvallo *et al.*, 2010; Zhou *et al.*, 2015), TPC and antioxidant activity were performed on the evaluated hydroethanolic extracts. Figure 2 showed that antioxidant activity was observed in both samples. The closed husk sample presented the highest TPC (10.1 ± 0.3 mg GAE/g sample) and antioxidant activity (DPPH= 3.21 ± 0.02 g trolox/g sample) compared to the open husk sample (TPC= 4.8 ± 0.3 mg GAE/g sample and DPPH= 2.18 ± 0.03 g trolox/g sample). The differences observed could be due to polyphenol content or apolar compounds type or polyphenol stability at environmental conditions. Comparing those values with literature (Oliveira *et al.*, 2008; Fernández-Agulló *et al.*, 2013; Soto-Maldonado *et al.*, 2019), the authors reported higher values on TPC and antioxidant activity. Further studies must be performed considering the optimization of the polyphenol extraction to obtain high antioxidant capacity, which must be considered the solvent polarity.

Figure 2. Total polyphenol content (TPC) and antioxidant capacity of the hydroethanol extracts of the walnut green husk. Different letters (a, b) indicate significant differences ($p < 0.05$) between samples.



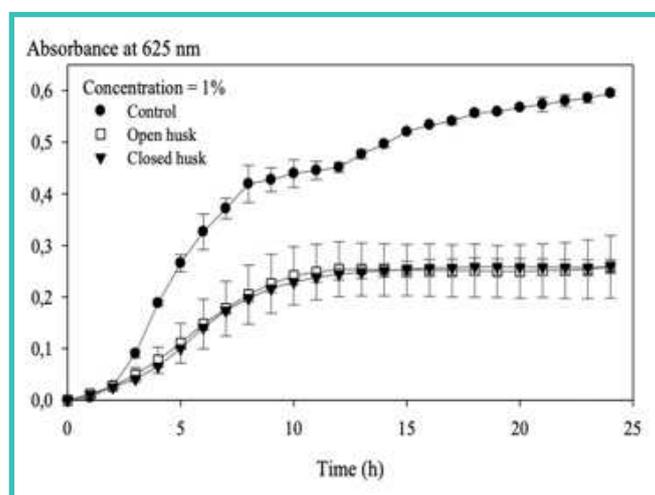
The extracts addition effect on the oxidative stability of a real food matrix such as mayonnaise was studied. Figure 3 shows that the closed husk extract presented the highest oxidative stability (25 ± 2 minutes), increasing the time required to oxidize the mayonnaise by 20 times compared to the open husk extract (4 ± 1.8 minutes). These results are due to the more significant amount of polyphenols with antioxidant capacity extracted in the closed husk sample (Figure 2) and could also be higher polyphenol stability. For that, the green walnut husk represents an economical alternative of polyphenol source to food additives, obtained from industrial by-products adding value to this waste.

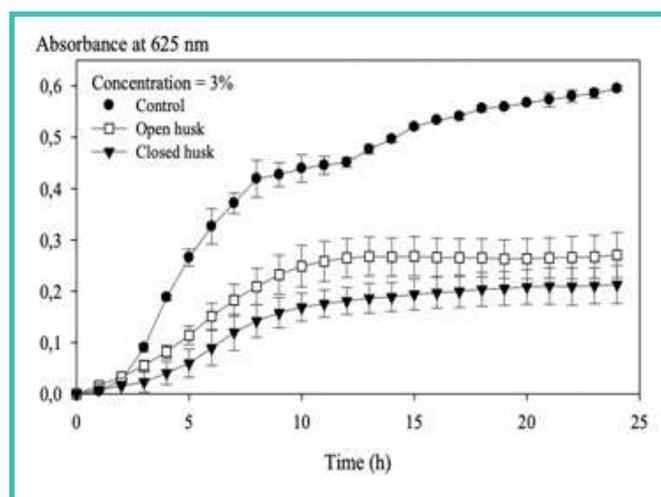
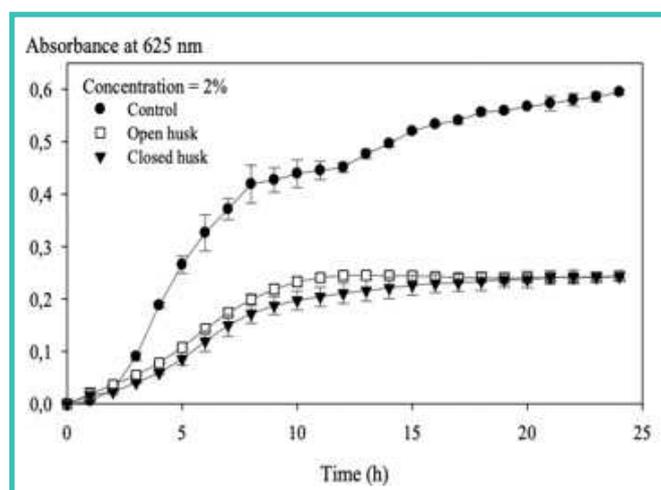
Figure 3. Total polyphenol content (TPC) and oxidative stability of walnut green husk extracts incorporated in mayonnaise (1:1 w/w). Different letters (a, b) indicate significant differences between samples ($p < 0.05$).



In literature, walnut green husk extracts showed antimicrobial activity against Gram (+) bacteria (Olivera *et al.*, 2008; Fernández-Agullo *et al.*, 2013), but has been little studied in Gram (-) bacteria. Therefore, the concentration effect of walnut green husk extracts (open and closed husk) on the kinetic growth of *Escherichia coli* was studied, considering their importance as pathogenic bacteria on foods. Figure 4 showed the bacteriostatic effect on bacteria growth, where 3% (v/v) of the extract of the closed husk sample presented the most considerable diminution growth compared to the open husk extract sample, demonstrating the antimicrobial capacity of the extract against Gram (-) bacterium. The observed effect could be to the presence of polyphenols with antimicrobial capacity on the extract. Future studies are necessary to expand the knowledge of green walnut extract as antimicrobial agents in Gram (-) bacteria.

Figure 4. Antimicrobial activity of open and closed walnut green husk against *Escherichia coli*.





CONCLUSION

The influence of the ripeness stage of the walnut green husk on the antioxidant and antimicrobial activity of the hydroethanolic extracts was demonstrated. The highest antioxidant activity and oxidative stability in a real food matrix such as mayonnaise were obtained on the closed husk sample, which was attributed to the more considerable amount of extracted polyphenols. Besides, walnut green husk extracts were able to inhibit the growth of Gram (-) bacteria such as *Escherichia coli*.

The results obtained demonstrated the technological potential of the green walnut husk, a by-product of walnut industry, as an economical source of antioxidant and antimicrobial agents for the food industry, based on the current trend of the circular economy.

Future research is suggested to optimize the extraction process of green walnut husk and explore its possibilities to utilize in food systems.

Acknowledgments

The authors acknowledge DICYT Regular 081971M; Daniela Soto-Madrid thanks to CONICYT Ph.D. Grant 2019 N° 21190731; Marlen Gutiérrez-Cutiño to the Basal Program Centers of Excellence Grant AFB180001 CEDENNA, CONICYT. Mg. Cristian Gonzalez for a generous gift of a sample of the green walnut husk from their production.

REFERENCES

- Amaral, J. S., Seabra, R. M., Andrade, P. B., Valentao, P., Pereira, J. A., & Ferreres, F. (2004). Phenolic profile in the quality control of walnut (*Juglans regia* L.) leaves. *Food Chemistry*, 88 (3): 373-379.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28 (1): 25-30.
- Carvalho, M., Ferreira, P. J., Mendes, V. S., Silva, R., Pereira, J. A., Jerónimo, C., & Silva, B. M. (2010). Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia* L. *Food and Chemical Toxicology*, 48 (1): 441–447.
- Celis-Cofré, D., Azócar, M.I., Enrione, J., Páez, M., & Matiacevich, S. (2012). Influence of glassy or rubbery state on the antimicrobial activity of chitosan-gelatin films. *Journal of Food Research*, 1: 184–193.
- Cosmulescu, S. N., Trandafir, I., Achim, G., Mihai, B. O. T. U., Baciú, A., & Gruia, M. (2010). Phenolics of green husk in mature walnut fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (1): 53-56.
- Chatrabnous, N., Yazdani, N., Tavallali, V., & Vahdati, K. (2018). Preserving quality of fresh walnuts using plant extracts. *LWT- Food Science and Technology*, 91: 1-7.
- Chilenut (2017). Asociación de productores y exportadores de nueces. Retrieved 15 December 2019, from <http://www.chilenut.cl/index.php?seccion=nuez-de-nogal>.
- Deng, J., Xu, Z., Xiang, C., Liu, J., Zhou, L., Li, T., Yang, Z., & Ding, Z. (2017). Comparative evaluation of maceration and ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from fresh olives. *Ultrasonics Sonochemistry*, 37: 328–334.
- Difonzo, G., Pasqualone, A., Silletti, R., Cosmai, L., Summo, C., Paradiso, V.M., & Caponio, F. (2018). Use of olive leaf extract to reduce lipid oxidation of baked snacks. *Food Research International*, 108: 48-56.
- Fernández-Agulló, A., Pereira, E., Freire, M. S., Valentao, P., Andrade, P. B., González-Álvarez, J., & Pereira, J. A. (2013). Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Industrial Crops and Products*, 42: 126-132.
- Galanakis, C. M. (2018). *Polyphenol properties, recovery, and applications*, Woodhead Publishing an imprint of Elsevier.
- Giovannoni, J. J. (2004). Genetic regulation of fruit development and ripening. *Plant Cell*, 16: 170-180.
- Jakopic, J., & Veberic, R. (2009). Extraction of phenolic compounds from green walnut fruits in different solvents. *Acta Agriculturae Slovenica*, 93 (1): 11.
- Jay-Allemand, C., Bruant, B., Burtin, P., Fady, B., Lefevre, F., & Germain, E. (1999). Genetic of phenolic compounds in walnut: qualitative and quantitative variations among cultivars. In *IV International Walnut Symposium* 544 (pp. 73-81).
- Lemus, G. (2001). Cosecha. En: *El Nogal en Chile*. Lemus, G. (ed.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Colección de libros INIA N°6. Santiago, Chile. 224 p.

- Li, X., Wu, X., Bi, J., Liu, X., Li, X., & Guo, C. (2019). Polyphenols accumulation effects on surface color variation in apple slices hot air drying process. *LWT- Food Science and Technology*, 108: 421-428.
- Luo, M. R., Cui, G., & Rigg, B. (2001). The development of the CIE2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research Application*, 26 (5): 340–350.
- Matiacevich, S., Mery, D., & Pedreschi, F. (2012). Prediction of mechanical properties of corn and tortillas chips using computer vision. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (5): 2025-2030.
- Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C. F. R., Bento, A., Estevinho, L., & Pereira, J. A. (2008). Total phenols, antioxidant potential, and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2326-2331.
- Salejda, A. M., Janiewicz, U., Korzeniowska, M., Kolniak-Ostek, J., & Krasnowska, G. (2016). Effect of walnut green husk addition on some quality properties of cooked sausages. *LWT-Food Science and Technology*, 65: 751-757
- Singleton, V., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R., & Lester, P. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152–178.
- Solar, A., Colarič, M., Usenik, V., & Stampar, F. (2006). Seasonal variations of selected flavonoids, phenolic acids, and quinones in annual shoots of common walnut (*Juglans regia* L.). *Plant Science*, 170 (3): 453-461.
- Soto-Maldonado, C., Vergara-Castro, M., Jara-Quezada, J., Caballero-Valdés, E., Müller-Pavez, A., Zúñiga-Hansen, M. E., & Altamirano, C. (2019). Polyphenolic extracts of walnut (*Juglans regia* L.) green husk containing juglone inhibit the growth of HL-60 cells and induce apoptosis. *Electronic Journal of Biotechnology*, 39: 1-7.
- Usenik, V., Osterc, G., Petkovšek, M. M., Štefančič, M., Veberič, R., Colarič, M., Solar, A., Stampar, F. (2004). The involvement of phenolic compounds in the metabolism of fruit trees. In: *Razprave IV, razreda SAZU, Ljubljana, SAZU, XLV, 2004*, pp. 187–204.
- Vieira, V., Pereira, C., Abreu, R. M., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Coutinho, J. A., Ferreira, O., Barrosa, L., & Ferreira, I. C. (2020). Hydroethanolic extract of *Juglans regia* L. green husks: A source of bioactive phytochemicals. *Food and Chemical Toxicology*, 137: 111189.
- Yang, Y., Ming, J., & Yu, N. (2012). Color image quality assessment based on CIEDE2000. *Advance Multimedia*, 2012: 1–6.
- Zhou, Y., Yang, B., Jiang, Y., Liu, Z., Liu, Y., Wang, X., & Kuang, H. (2015). Studies on cytotoxic activity against HepG-2 cells of naphthoquinones from green walnut husks of *Juglans mandshurica* Maxim. *Molecules*, 20: 15572–15588.

“

Efeitos do extrato de bagaço de uvas na esteatose hepática, uma avaliação *in vitro*

| Camila **Rubia**
| UNICAMP

| Alessandra **Gambero**
| PUCG

| Juliana Alves **Macedo**
| UNICAMP

RESUMO

A doença hepática gordurosa não-alcoólica (DHGNA) é uma das doenças hepáticas mais comuns no mundo. A esteatose hepática, basicamente, pode ser definida como o acúmulo de lipídios no fígado. Os compostos fenólicos dos alimentos têm recebido atenção devido aos seus possíveis efeitos benéficos à saúde, e as uvas e seus resíduos são fontes ricas nesses compostos. Muitos estudos apontam as biotransformações enzimáticas como alternativa para melhorar a biodisponibilidade e bioatividade dos compostos fenólicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar se extratos fenólicos obtidos com resíduos industriais de uva, antes e após a biotransformação com tanase (tanino acil hidrolase), são capazes de inibir o acúmulo de ácido oleico (OA) em um modelo de esteatose hepática in vitro, usando a linha de células HepG2. Seis extratos foram produzidos com bagaço de uva tinta, de uva branca, e de tinta e branca juntas, com e sem a enzima tanase. Esses bagaços são compostos por cascas, sementes e caules de uvas provenientes da indústria vinícola e de sucos do sul do Brasil. A concentração não citotóxica das amostras utilizadas (100 e 200 µg/mL) foi determinada pelo ensaio MTT. Culturas de células HepG2 foram induzidas à esteatose pelo método descrito por Gomez-Lechon et al (2007), e expostas às diferentes amostras para avaliação do acúmulo de óleo. Na grande maioria das amostras ocorreu a redução do acúmulo lipídico quando comparada ao controle, que não recebeu a intervenção. A redução do acúmulo lipídico variou entre 8 e 15%, e vale ressaltar que os extratos biotransformados com a enzima tanase, também teve efeitos positivos quando comparados aos extratos que não passaram por esse processo. Esses resultados indicam que os compostos fenólicos desse extrato de uva podem ser promissores no tratamento da esteatose hepática, pois foram capazes de reduzir o acúmulo de lipídios nas células quando comparados ao controle.

Palavras-chave: Esteatose Hepática; Bagaço de Uva; Enzima Tanase.

INTRODUÇÃO

De maneira simplificada, a esteatose hepática pode ser definida como um acúmulo excessivo de triglicerídeos nos hepatócitos.¹ Esse acúmulo lipídico pode atingir 5 a 10% do peso total do fígado.² Os triglicerídeos são os principais lipídios armazenados, mas é possível acumular ácidos graxos livres, colesterol e fosfolipídios. Estima-se que a prevalência de esteatose hepática é de cerca de 24% na população geral, e é um grave problema clínico no mundo, principalmente em razão do aumento de risco de progressão para alterações necroinflamatórias mais sérias, como cirrose e câncer hepático.^{3,36,37}

A esteatose hepática ocorre por várias razões, e existem duas condições principais associadas: a doença hepática gordurosa alcoólica (DHGA) e a doença hepática gordurosa não-alcoólica (DHGNA), que em geral está associada a causas metabólicas e nutricionais, principalmente obesidade.^{5,6} Hepatites virais e consumo de algumas drogas (quimioterápicas e esteroides) também podem induzir ao acúmulo lipídico hepático.⁴ Resistência insulínica é um dos distúrbios metabólicos presentes no processo de esteatose, porém não se tem muito estabelecido se essa seria uma causa, ou mais um efeito da doença.^{2,44}

Nos últimos anos, levantou-se também a possibilidade de um novo fator que induz ao acúmulo lipídico hepático: o aumento do consumo de frutose. Diversos estudos epidemiológicos relacionam o consumo exagerado de frutose com doenças metabólicas, e isso se deve em parte pelo aumento da lipogênese induzida pela frutose, já que a frutose ingerida na dieta, ao contrário da glicose, é preferencialmente metabolizada no fígado.^{40,41} Os mecanismos que induzem a essa lipogênese em excesso ainda não são completamente elucidados, porém acredita-se que tal fato ocorra devido a ação eficiente da hexoquinase e aldolase B, fundamentais no processo.^{42,43}

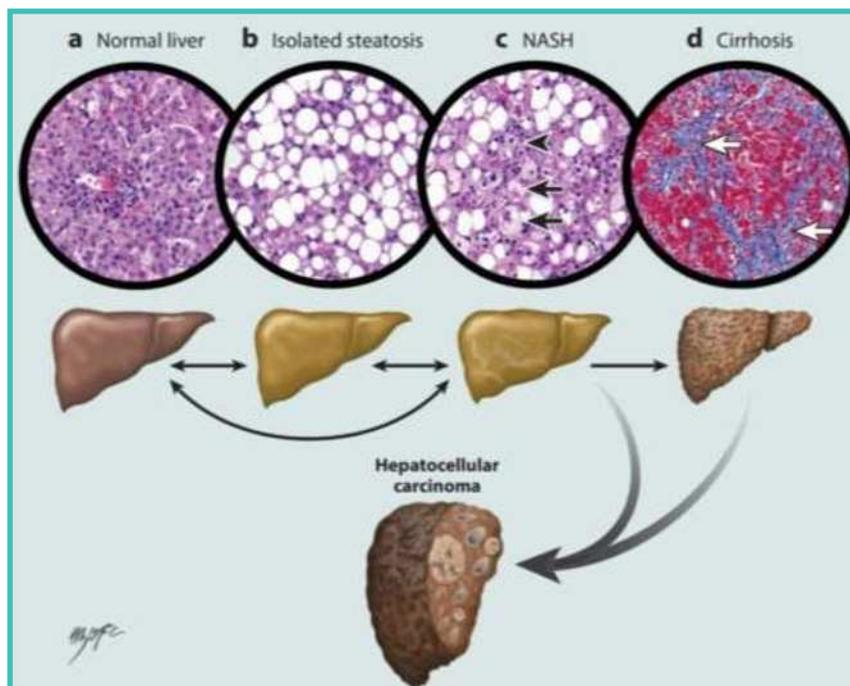
Os dados exatos ainda são desconhecidos, mas com o aumento das taxas de obesidade nas últimas décadas, estima-se que a incidência de DHGNA esteja aumentando na mesma proporção. Calcula-se que a prevalência de DHGNA na população adulta é de cerca de 25%.^{6,7,8} Na população obesa, essa prevalência é cerca de ^{4,6} vezes maior do que em pessoas não obesas.² A DHGNA também é mais comum nos homens do que nas mulheres.

A DHGNA pode ser dividida em 2 tipos: o primeiro é o fígado gorduroso não alcoólico, que é uma esteatose hepática sem inflamação e fibrose exacerbadas. Geralmente é uma condição condicional benigna e reversível, com menor risco de progressão para cirrose ou insuficiência hepática. O segundo tipo é a esteato-hepatite não alcoólica (EHNA/NASH). Nessa condição, a inflamação está presente, causando lesão hepática e possível necrose celular, com maior risco de progressão para uma condição grave.^{7,9}

A patogênese da DHGNA/NASH não é completamente elucidada. Primeiramente ocorre o depósito lipídico macrovesicular nos hepatócitos, acredita-se que tal fato ocorra devido à

resistência à insulina, obesidade e também por desregulação metabólica. Posterior a isso, a inflamação em si começa e aumentando então a possibilidade de uma evolução para fibrose e outros. O estresse oxidativo que ocorre no processo inflamatório é responsável por induzir a produção das enzimas P450, que promovem, dentre outras coisas, a peroxidação lipídica e a disfunção mitocondrial.⁷ Durante esse processo, acredita-se também que ocorre a deposição de ferro nos hepatócitos, aumentando ainda mais os danos.¹⁰

Figura 1. Espectro da doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA). - (a) Fígado normal; (b) Esteatose isolada; (c) Esteato-hepatite não alcoólica (NASH); (d) Cirrose; Câncer hepático – Arab et al (2018)³⁹



A maioria dos pacientes com DHGNA é assintomática. Quando ocorrem sintomas, esses costumam ser pouco específicos como fadiga e dor abdominal no quadrante superior direito, e ocasionalmente prurido e náuseas. Sintomas mais específicos como ascite, icterícia, sangramento gastrointestinal e hipertensão portal costumam aparecer em pacientes com o quadro já em estágio evoluído, quando a cirrose já está estabelecida.⁴⁴ No exame físico, a característica mais comum é a obesidade e hepatomegalia, que costuma aparecer em até 75% dos pacientes.⁴⁵

A alta prevalência de obesidade e suas comorbidades, como é o caso da DHGNA, fazem com que a atenção a alimentação cresça e se torne mais evidente a cada dia. Nesse sentido, os chamados nutracêuticos podem auxiliar no caminho para a adoção de um estilo de vida mais saudável. Nutracêuticos podem ser definidos como alimentos, parte de alimentos ou nutrientes que são administrados em formas farmacêuticas.³⁸ Nesse sentido, a necessidade do setor industrial em atender as exigências do mercado, e assim fornecer esses produtos que possam contribuir para um melhor qualidade de vida do consumidor, tem impulsionado pesquisas a respeito dos compostos bioativos, principalmente os compostos

fenólicos. Frutas e vegetais são importantes fontes desses compostos, que são encontrados tanto nas cascas, bagaço, polpa e sementes. Dentre as frutas ricas em compostos fenólicos, destacam-se as uvas. Flavonóides, estilbenos, ácidos fenólicos e taninos compõe a enorme lista de compostos fenólicos que podem ser encontrados em uvas.¹²

Concomitante a isso, temos também o crescimento do setor de alimentos e agricultura, resultando, conseqüentemente, no aumento na produção de resíduos agroindustriais. Dessa maneira, a ideia de aproveitar e agregar valor a esses resíduos gerados pela indústria tem se tornado cada vez mais interessante, pois além de contribuição na preservação do meio ambiente, esses resíduos têm grande potencial para a geração de novas fontes de renda para indústria de alimentos e até mesmo farmacêutica.

O Brasil ocupou o 13º lugar na produção mundial de uvas em 2015, atingindo quase 1.500.00 toneladas de uvas. Mais da metade dessa produção se destina ao processamento (vinho, sucos e derivados). A EMBRAPA estima que 25% das uvas processadas se tornam resíduos. Estudos indicam que durante a produção de seis litros de vinho, ocorra o descarte de um quilograma de bagaço.^{13,14}

Os resíduos industriais das uvas são uma fonte importante de compostos fenólicos e fibras.^{15,16} Estudos anteriores tem mostrado os potenciais efeitos antiinflamatórios¹⁷, anti-proliferativos¹⁸ e a atividade antitumoral¹⁹ do bagaço de uva.

Além do aproveitamento de resíduos industriais de baixo valor agregado como fonte de compostos fenólicos, uma importante inovação proposta por esse trabalho é a biotransformação dos polifenóis dos resíduos de industriais de uva, pela ação da enzima tanase, gerando um produto com perfil de composição de polifenóis diferente dos obtidos por simples extração. Extratos biotransformados de fenólicos de uva já apresentaram respostas importantes na diminuição de processos inflamatórios na mucosa intestinal quando comparados a uma padrão de polifenol isolado.²⁰

Uma enzima com potencial para alterar o perfil fenólico das matrizes é a tannase, ou tanino acil-hidrolase (E.C: 3.1.1.20). É uma glicoproteína com ação enzimática capaz de hidrolisar as conexões éster de taninos hidrolisáveis. É formado por uma esterase de ácido gálico e uma depsidade, produzindo glicose e ácido gálico. Sua ação catalítica é a despolimerização e desglicosilação, modificando extensivamente o perfil de compostos fenólicos em um extrato e sua conseqüente bioatividade.²¹

As reações catalisadas pela tanase são capazes de aumentar a capacidade antioxidante do produto final e liberar polifenóis de suas matrizes, facilitando a absorção no trato gastrointestinal.²²

Este projeto teve como objetivo avaliar o potencial de extratos biotransformados fenólicos de bagaço de uva em modular a acumulação lipídica por hepatócitos in vitro. Esse

efeito potencial pode ser explorado convertendo resíduos agroindustriais em ingredientes funcionais de alto valor para a indústria de alimentos, com alegações que promovem a saúde.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparo das amostras

Resíduos das uvas

Resíduos de vinificação de uva branca (Moscato Branco) proveniente do Estado do Rio Grande do Sul, uva tinta (Máximo IAC 138-22), variedade híbrida de uvas Syrah (75%) e Seibel (25%), provenientes de São Paulo e Rio Grande do Sul, e mistura de ambos os tipos, formando o terceiro resíduo, foram coletados durante período de produção (Janeiro a Março) do ano de 2013. Os resíduos são constituídos de cascas e sementes. Os resíduos foram congelados (-18°C), liofilizados e moídos até sua transformação em pó e armazenados à -18°C.

Preparo dos extratos fenólicos biotransformados com Tanase

Os extratos de resíduos de uvas biotransformados foram preparados a partir do pó de cada tipo de uva (tinta, branca e mix). Para a produção dos extratos, 5 U de atividade de tanase junto à 100 mg de pó de uva foram adicionados à 1 mL de tampão acetato 0.02M pH 5,0 e foram submetidas à agitação em agitador orbital (Fermentation Design Incorporated, Allentown, EUA) a 200 rpm por 5h à 40°C. A reação é paralisada em banho de gelo por 15 minutos.

Um mL de metanol foi adicionado à mistura e novamente ocorreu a homogeneização por mais 50 minutos em agitador orbital (Fermentation Design Incorporated, Allentown, EUA) a 150 rpm e temperatura ambiente (25°), e posteriormente a amostra permaneceu mais 10 minutos em ultrassom. As amostras foram centrifugadas em centrífuga (Centrífuga Himac, Hitachi, Tokyo, Japan) à 10000 RPM por 10 minutos a 4°C e o sobrenadante foi removido. O sobrenadante foi então rotoevaporado, até que a amostra reduziu-se à 50% do volume inicial, garantindo a evaporação do metanol, sobrando apenas o tampão. A amostra foi congelada em ultrafreezer e liofilizada em liofilizador de bancada (Liotop L101, Liobras, São Carlos, São Paulo, Brasil) durante 144 horas.

Para fins de controle, os extratos fenólicos das amostras, sem a etapa de biotransformação enzimática com a tanase, obtidos apenas pela extração com solventes, foram preparados da mesma forma descrita a cima.

A produção da enzima tanase

A enzima tanase foi produzida conforme estudo de Battestin; Macedo (2007)²³ com modificações, utilizando o fungo *Paecilomyces variotii*, selecionado por Macedo et al. (2005)²⁴. O micro-organismo foi cultivado em placas de petri com meio ágar batata-PDA (Oxoid, Basingstoke, Inglaterra) contendo 0,5% (m/v) de ágar e 0,2% (m/v) de ácido tânico (Tanal B, Prozyn BioSolution, São Paulo, Brasil) e incubado a 30°C por 72 horas em estufa (Fanem, São Paulo, Brasil). O inóculo foi mantido sob refrigeração a 7°C até o momento do uso. A fermentação ocorreu em frasco de Erlenmeyer de 500 mL por meio de fermentação sólida, contendo 20 g de farelo de trigo (Natu's, Hortolândia, Brasil), 20 mL de água destilada e 10% de ácido tânico (m/m) (Tanal B, Prozyn BioSolution, São Paulo, Brasil). O meio de cultivo foi esterilizado a 121°C por 15 minutos e inoculado com suspensão de células de 9×10^6 células/mL. A suspensão de células foi produzida em homogeneizador do tipo Turrax (ULTRA-TURRAX®, IKA, Staufen, Alemanha) a partir da adição de 20 áreas circulares de 1,54 cm² (d = 1,4 cm), retiradas da placa de PDA inoculada, em 200 mL de água destilada estéril, sendo a contagem dos esporos feita em Câmara de Neubauer. Os frascos de Erlenmeyers foram incubados em estufa a 30°C por 120 horas.

Após a fermentação, à extração das enzimas realizou-se com a adição de 160 mL de tampão acetato 20 mmol/L pH 5,0 e agitação em agitador orbital (Fermentation Design Incorporated, Allentown, EUA) a 200 rpm por 1 hora. O extrato foi filtrado e então, centrifugado a 9630 xg por 30 minutos a 4°C (Centrífuga Himac, Hitachi, Tokyo, Japan). O sobrenadante foi tratado com sulfato de amônio (Ecibra, Santo Amaro, São Paulo, Brasil) em concentração final de 80% de saturação (561 g/L) e mantido sob refrigeração por 12 horas. O precipitado formado foi recolhido por centrifugação a 9630 xg por 30 minutos à 4°C e ressuspenso em água destilada para então, ser submetido à diálise em tubo de membrana de celulose (Sigma-Aldrich, Steinhein, Alemanha) por 48 horas em água destilada a fim de remover o excesso de sulfato de amônio. O extrato semi purificado obtido foi congelado a -18°C e liofilizado em liofilizador de bancada (Liotop L101, Liobras, São Carlos, São Paulo, Brasil) durante 24 horas. O extrato semi purificado liofilizado foi mantido a -18°C.

Atividade enzimática Tanase

A atividade do extrato bruto de tanase foi determinada de acordo com o método de Sharma *et al.*, 2000²⁵, com uma curva padrão absorvância de soluções de ácido gálico. A atividade enzimática específica foi expressa como U/mg de proteína, considerando-se U como a quantidade de enzima necessária para produzir 1 μmol de ácido gálico por minuto. O teor de proteínas do extrato enzimático foi determinado por Bradford, 1976²⁶.

Avaliação do potencial anti esteatótico dos extratos obtidos em ensaios celulares

Culturas celulares

Utilizou-se a linhagem HepG2 de murinos, adquiridas do Banco de Células do Rio de Janeiro. A linhagem foi cultivada em meio de cultura Dulbecco's modified Eagle (DMEM) suplementado com 10% de soro fetal bovino, 10 mL/L de penicilina/estreptomicina (Gibco BRL, NY, USA), a 37°C, em atmosfera contendo 5% de CO₂.

Avaliação da ação citotóxica dos extratos

Uma possível ação citotóxica dos extratos produzidos foi monitorada pelo ensaio de MTT. O ensaio de MTT consiste em um teste de redução do sal de tetrazólio (MTT – 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide; Thiazolyl blue) descrito por MOSMANN (1983). Células foram cultivadas em DMEM (alta glicose), 10% Soro fetal bovino e suplementadas com 25 mM de HEPES, pH 7.4; 4 mM de L-glutamina; 40 µg/ml de penicilina; 90 µg/ml de estreptomicina e 1,2 g/L de NaHCO₃. As células foram transferidas para placas de 96 poços por 24 horas antes de receberem os extratos a serem testados, em diversas concentrações, por 24 horas. As células foram então submetidas ao ensaio de MTT. Alíquotas de células receberam MTT (5mg/ml) e foram incubadas por 3 horas (37°C, 5% CO₂), em seguida adicionou-se 100 µl de sulfato de dodecil de sódio 10% (SDS) em HCl 0,01M. A placa foi mantida por 18h, a 37°C, 5% de CO₂ e a absorbância das amostras lida em 540nm, usando leitor de microplaca. Controles positivos e negativos de viabilidade celular foram avaliados, assim como um controle da citotoxicidade dos solventes das amostras também.

Tratamentos da cultura celular

As células HepG2 foram cultivadas em placas de 96 poços a uma densidade de 5×10^5 células / poço por 24 h. Em seguida, as células foram privadas de FBS. No dia 4, as células HepG2 foram tratadas com ácido oleico (OA; Sigma-Aldrich) em concentração de 0,2 mM por 24 h para induzir o acúmulo de AO celular. O tratamento com extratos de uva ocorreu no mesmo período. As células de controle foram tratadas com AO.

Coloração por Oil Red-O

Ao final do tratamento, as células foram lavados uma vez com formaldeído 10% em PBS e fixados com formaldeído 10% em PBS por 60 minutos. Após isso, o formaldeído foi substituído por PBS com 60% de isopropanol, e as células coradas durante 60 minutos em

solução de Oil Red-O (Sigma) diluído em com 60% de isopropanol. Após essa etapa, as células foram lavadas quatro vezes com água, e os poços secos à temperatura ambiente. Posteriormente o Oil Red-O das células coradas foi eluído com isopropanol 100%. A absorvância foi medida em leitor de microplacas à 492 nm. Cada tratamento foi feito em triplicatas, e os resultados expresso pela equação abaixo:

$$\% \text{ de Oil Red-O} = (\text{Abs amostra} / \text{Abs controle}) \times 100$$

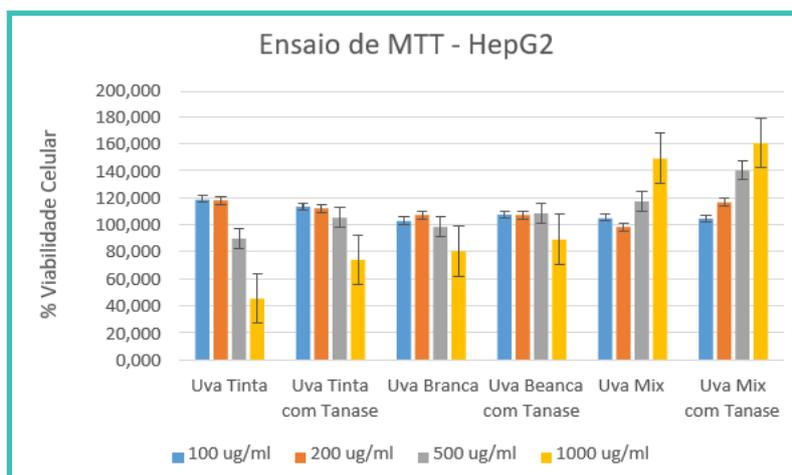
Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados utilizando o software estatístico GraphPad Prism 5 for Windows versão 5.0 (GraphPad Software Inc.). As comparações entre grupos de dados foram realizadas usando uma ANOVA unidirecional seguida por várias comparações de Dunnett e Tukey. Uma probabilidade associada (valor p) inferior a 5% foi considerado significativo ($p < 0,05$).

RESULTADOS

De acordo com o ensaio MTT, alguns dos extratos foram tóxicos para a linhagem celular Hep-G2 nas concentrações testadas (Figura 2). Em concentrações mais altas (500 e 100 $\mu\text{g} / \text{ml}$) ocorreu uma diminuição da viabilidade celular para amostras de uva tinta com e sem biotransformação, e para uva branca também com e sem biotransformação. Para outras amostras, uva mix e mix biotransformada, o efeito foi contrário, a viabilidade celular foi maior que as outras concentrações. É importante lembrar que esse aumento não significa necessariamente que ocorreu uma proliferação celular, às vezes ocorre apenas um aumento na atividade mitocondrial dessas células. Portanto, as concentrações consideradas seguras para continuar com os seguintes ensaios celulares foram de 100 e 200 $\mu\text{g} / \text{ml}$.

Figura 2. Viabilidade celular de acordo com o ensaio de MTT.



Após a determinação de concentrações de amostras segura para a cultura celular, realizou-se um ensaio simulando um modelo de esteatose hepática, afim de verificar um possível efeito das amostras na redução do acúmulo lipídico final em comparação ao controle (Tabela 1).

Tabela 1. Coloração por Oil Red-O comparando amostras em relação ao controle (%)

	100 µg/ml	200 µg/ml
Uva Tinta (UT)	92,74 ± 0,023 ^{a,a}	109,56 ± 0,034 ^{b,a}
Uva Tinta Tanase (UTT)	91,01 ± 0,0095 ^{a,a}	93,361 ± 0,007 ^{a,b}
Uva Branca (UB)	89,27 ± 0,002 ^{b,a}	87,94 ± 0,011 ^{b,a}
Uva Branca Tanase (UBT)	88,66 ± 0,002 ^{b,a}	84,88 ± 0,003 ^{b,a}
Uva Mix (UM)	91,31 ± 0,027 ^{a,a}	88,45 ± 0,003 ^{b,a}
Uva Mix Tanase (UMT)	89,75 ± 0,004 ^{b,a}	90,60 ± 0,016 ^{b,a}

Todos os experimentos foram realizados em triplicata, e os valores são apresentados como média ± desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Dunnett, e Tukey, respectivamente ($p \leq 0,05$)

Em todas as amostras e concentrações (com exceção da UT na concentração de 200 µg/ml) ocorreu um redução do acúmulo lipídico quando comparado ao controle, que não recebeu nenhum tratamento. Essa diminuição do acúmulo de lipídios variou entre 8 e 15%. Os melhores resultados foram encontrados nas células tratadas com UBT, onde a redução lipídica chegou a ser de 15,12%. Todas as amostras biotransformadas com a enzima Tanase obtiveram um resultado levemente melhor do que quando comparadas a amostra semelhante que não recebeu a biotransformação.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Ao longo das últimas décadas, os processos de urbanização e globalização vem modificando negativamente a dieta da população ocidental. O aumento no consumo de açúcar, gorduras, sódio e aditivos químicos cresceu exageradamente. Paralelo a isso, o sedentarismo também teve um aumento significativo. Em consequência dos nossos atos, estatísticas sobre o aumento de doenças crônicas não transmissíveis só vem crescendo a cada dia. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) sugerem que cerca de 3,4 milhões de adultos morrem a cada ano como resultado do sobrepeso e da obesidade. No Brasil a prevalência de obesidade no Brasil passou de 11,8% em 2006 para 18,9% em 2016. Como consequência desse aumento da obesidade, a incidência de DHGNA ganhou espaço nos últimos anos, e por isso, o papel positivo dos polifenóis, incluindo os presentes nas uvas, para prevenir a inflamação mediada pela obesidade e outras doenças metabólicas, tem sido demonstrados em muitos estudos.²⁷

Elevados níveis de ácidos graxos livres no plasma (AGLs) estão implicados nas patologias da DHGNA. Esses AGLs que podem se acumular nos hepatócitos e depois formar

gotículas lipídicas.³ Histologicamente, quando mais de 5% dos hepatócitos mostram um acúmulo visível de gotículas lipídicas, temos uma esteatose hepática configurada. Assim, o modelo *in vitro* de esteatose induzida por OA em células Hep G2, apesar de não ser preciso, pode ser utilizado para o estudo da doença hepática gordurosa e possíveis tratamentos.⁶

O estresse oxidativo, e conseqüentemente a geração excessiva de radicais livres, é capaz de causar peroxidação de lipídios, fazendo parte do processo de fibrose hepática. Assim, o consumo de suplementos antioxidantes poderia proteger as células contra o estresse oxidativo.⁷ No presente estudo, o tratamento com extratos de uva mostrou uma diminuição no acúmulo de lipídios quando comparado ao controle.

Estudos anteriores demonstraram efeitos positivos no uso de bagaço de uva no tratamento do metabolismo lipídico hepático. Em modelos *in vivo* encontramos diversos exemplos dos benefícios hepatopáticos do consumo de extratos e/ou uvas de mesa em ratos camundongos. Van Hul e colaboradores mostraram que os ratos que receberam uma dieta rica em gorduras aumentam o conteúdo lipídico total em ~ 40%.²⁸ O grupo que recebeu tratamento com extrato de bagaço de uva atenuou esse efeito. Além da normalização dos níveis de triglicerídeos, a análise histológica confirmou gotículas lipídicas menores no fígado em ratos que consumiram o extrato de bagaço de uva. Charradi e colaboradores também demonstraram efeito hepatoprotetor semelhante no seu estudo. Os ratos também receberam dieta rica em gordura, e o grupo que foi suplementado com uma mistura de sementes de uva e extrato de pele não apresentou efeitos deletérios induzidos pela dieta rica em gordura, como estresse oxidativo, queda de glutathione e depleção drástica no zinco hepático.²⁹ Existem também evidências de que o consumo de sementes de uva foi capaz de atenuar marcadores inflamatórios, como a PCR, no fígado de ratos obesos Zucker, machos.³⁰

A suplementação de extrato de bagaço de uva em camundongos por 10 semanas foi capaz de reduzir significativamente o peso corporal, o acúmulo de lipídios hepáticos quando comparado ao grupo que não recebeu o extrato. Além disso, o nível plasmático de leptina era mais baixo, assim como o ativador de enzimas lipogênicas foi suprimido.³¹

Estudos *in vitro* com células HepG2, e modelos semelhantes ao aplicado nesse trabalho, também mostraram resultados promissores. Como o acúmulo de triglicerídeos proveniente do desequilíbrio entre síntese e excreção desse composto nos hepatócitos é a principal característica da esteatose hepática, a redução na quantificação de lipídios indica possíveis resultados promissores na prevenção e/ou controle da doença.³⁵ Os resultados obtidos nesse estudo condizem com diversos relatos expostos na literatura. Tang e colaboradores expuseram as células HepG2 a um meio misto, composto por ácido oleico e álcool, afim de que ocorresse um acúmulo lipídico ainda maior. O modelo resultou na formação de um número maior de gotículas lipídicas no citoplasma das células quanto comparado ao grupo

controle. As células ainda receberam tratamento com resveratrol, composto presente em grande quantidade nos extratos de uva. Dados mostram que as células tratadas com resveratrol acumularam menos lipídio.³²

Um extrato feito à base de mirtilos, matriz também rica em polifenóis e antocianinas, assim como as uvas, mostrou um potencial efeito inibitório contra o acúmulo lipídico em modelo de esteatose in vitro. Células que receberam tratamento com o extrato de mirtilo, chegaram a acumular até 40% menos gordura quando comparadas as células que não receberam esse tratamento.³³

Extratos feitos com diferentes tipos de berries como amoras, mirtilos, morangos e arônias (chokeberry) foram investigados quanto a um possível poder inibitório do acúmulo de gordura hepática. Todos os extratos apresentaram resultados positivos, principalmente o extrato a base de amoras que chegou a depurar os lipídios em até 30% quando comparado ao controle, que não recebeu a intervenção.³⁴

Os resultados obtidos nesse trabalho, tal qual resultados alcançados com matrizes semelhantes e já publicados na literatura, indicam um potencial promissor dos extratos fenólicos feitos a partir dos resíduos de uva na redução do acúmulo lipídico hepático. Vale ressaltar também que a biotransformação enzimática contribuiu, mesmo que de maneira sutil, para melhores resultados quando comparados a mesma matriz sem a ação da enzima Tanase. Esse processo de biotransformação, portanto, também se mostra promissor no aproveitamento, e conseqüente enriquecimento, de resíduos industriais.

REFERÊNCIAS

IDILMAN, I. S.; OZDENIZ, I.; KARCAALTINCABA, M. Hepatic Steatosis: Etiology, Patterns, and Quantification. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 2016.

ÂNGULO P, LINDOR KD. Non-alcoholic fatty liver disease. *J Gastroenterol Hepatol*; 17 Suppl:S186–S190, 2002.

LORIA P, LONARDO A, LOMBARDINI S, et al. Epidemiologia e storia naturale delle epatopatia steatosica nonalcolica. *Ann Ital Med Int*; 18: 15S– 31S, 2003.

SODER, R.B.; BALDISSEROTTO, M. Hepatic steatosis in obese children: imaging investigatio. *Scientia Medica, Porto Alegre*, v. 19, n. 4, p. 202-208, out./dez. 2009

IDILMAN, I. S., OZDENIZ, I., & KARCAATINCABA, M. Hepatic Steatosis: Etiology, Patterns, and Quantification. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 37(6), 501–510, 2016.

LOOMBA R, SANYAL AJ. The global NAFLD epidemic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* ;10:686–90, 2013.

SWEET, P. H., KHOO, T., & NGUYEN, S. Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 44(4), 599–607, 2017.

- FARRELL, G. C., WONG, V. W. & CHITTURI, S. NAFLD in Asia—as common and important as in the West. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 10, 307–318, 2013.
- BELLENTANI S, MARINO M. Epidemiology and natural history of non- alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Ann Hepatol*;8(1):S4–8, 2009.
- SHIM JJ. Body iron, serum ferritin, and nonalcoholic fatty liver disease. *Korean J Hepatol* ;18(1):105–7, 2012.
- ABD EL-KADER SM, EL-DEN ASHMAWY EM. Non-alcoholic fatty liver disease: the diagnosis and management. *World J Hepatol* ;7(6):846–58, 2015.
- FRANCIS, F.J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. *Cereal Foods World*. Chicago, V.45, P.208-213, 2000.
- MELLO, L.M.R. de. O Brasil no contexto do Mercado vitivinícola mundial: panorama 2015. Bento Gonçalves, RS. Embrapa Uva e Vinho, 2016. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado técnico, 192), 2015.
- TOURNOUR, H. H. et al. Valorization of grape pomace: Extraction of bioactive phenolics with antioxidant properties. *Industrial crops and products*, v. 74, p. 397–406, 2015.
- FONTANA, A. R.; ANTONIOLLI, A.; BOTTINI, R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 61, n. 38, p. 8987–9003, 2013.
- YU J, AHMEDNA M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *Int J Food Sci Tech* 48:221-37, 2013.
- MARTINS, I. M., MACEDO, G. A., MACEDO, J. A., ROBERTO, B. S., CHEN, Q., BLUMBERG, J. B., et al. Tannase enhances the anti-inflammatory effect of grape pomace in Caco-2 cells treated with IL-1 β . *Journal of Functional Foods*, 29, 69–76, 2017.
- YU, J., & AHMEDNA, M. Functional components of grape pomace: Their composition, biological properties and potential applications. *International Journal of Food Science & Technology*, 2013.
- LUO, J., WEI, Z., ZHANG, S., PENG, X., HUANG, Y., ZHANG, Y., & LU, J. Phenolic Fractions from Muscadine Grape “Noble” Pomace can Inhibit Breast Cancer Cell MDA-MB-231 Better than those from European Grape “Cabernet Sauvignon” and Induce S-Phase Arrest and Apoptosis. *Journal of Food Science*, 82(5), 1254–1263, 2017.
- MARTINS, I. M. et al. Enzymatic biotransformation of polyphenolics increases antioxidant activity of red and white grape pomace. *Food research international*, v. 89, n. Pt 1, p. 533–539, nov. 2016.
- FERREIRA, L. R.; MACEDO, J. A.; RIBEIRO, M. L.; MACEDO, G. A. Improving the chemopreventive potential of orange juice by enzymatic biotransformation. *Food Res. Int.* 51 (2), 526–535, 2013.
- MACEDO, J. A.; BATTESTIN, V.; RIBEIRO, M. L.; MACEDO, G. A. Increasing the antioxidant power of tea extracts by biotransformation of polyphenols. *Food Chemistry*, v. 126, n. 2, p. 491–497, 2011.
- BATTESTIN, V.; MACEDO, G. Tannase production by *Paecilomyces variotii*. *Bioresource technology*, v. 98, n. 9, p. 1832–1837, 2007.
- MACEDO, G. A.; MATSUDA, L. K.; BATTESTIN, V. Seleção de fungos produtores de tanase em resíduos vegetais ricos em taninos. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 4, p. 833–838, 2005

- SHARMA, S.; BHAT, T. K.; DAWRA, R. K. A Spectrophotometric Method for Assay of Tannase Using Rhodanine. *Analytical biochemistry*, v. 279, n. 1, p. 85–89, 2000.
- BRADFORD, M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical biochemistry*, v. 72, n. 1-2, p. 248–254, 1976.
- CHUANG C, MCINTOSH M. Potential mechanisms by which polyphenol-rich grapes prevent obesity-mediated inflammation and metabolic diseases. *Ann Rev Nutr.* 31:155–176, 2011.
- VAN HUL, M.; GEURTS, L.; PLOVIER, H.; et al. Reduced obesity, diabetes, and steatosis upon cinnamon and grape pomace are associated with changes in gut microbiota and markers of gut barrier. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, v. 314, n. 4, p. E334–E352, 2018
- CHARRADI, K.; ELKAHOUI, S.; KARKOUCH, I.; et al. Protective effect of grape seed and skin extract against high-fat diet-induced liver steatosis and zinc depletion in rat. *Digestive diseases and sciences*, v. 59, n. 8, p. 1768–1778, 2014.
- TERRA, X., MONTAGUT, G., BUSTOS, M., LLOPIZ, N., ARDÈVOL, A., BLADÉ, C., ... BLAY, M. Grape-seed procyanidins prevent low-grade inflammation by modulating cytokine expression in rats fed a high-fat diet. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 20(3), 210–218, 2009.
- PARK, H.-J., JUNG, U. J., LEE, M.-K., CHO, S.-J., JUNG, H.-K., HONG, J. H., ... CHOI, M.-S. Modulation of lipid metabolism by polyphenol-rich grape skin extract improves liver steatosis and adiposity in high fat fed mice. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(2), 360–364, 2012.
- TANG, L. Y., CHEN, Y., RUI, B. B., & HU, C. M. Resveratrol ameliorates lipid accumulation in HepG2 cells, associated with down-regulation of lipin1 expression. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 94(2), 185–189, 2016.
- LIU, Y., WANG, D., ZHANG, D., LV, Y., WEI, Y., WU, W., ... JI, B.. Inhibitory Effect of Blueberry Polyphenolic Compounds on Oleic Acid-Induced Hepatic Steatosis in Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(22), 12254–12263, 2011.
- WANG, Y., ZHAO, L., WANG, D., HUO, Y., & JI, B. Anthocyanin-rich extracts from blackberry, wild blueberry, strawberry, and chokeberry: antioxidant activity and inhibitory effect on oleic acid-induced hepatic steatosis in vitro. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7), 2015.
- FONG DG, NEHRA V, LINDOR KD and BUCHMAN AL, Metabolic and nutritional considerations in nonalcoholic fatty liver. *Hepatology* 32:3–10 (2000).
- ONG JP, YOUNOSSI ZM. Epidemiology and natural history of NAFLD and NASH. *Clin Liver Dis.* 2007;11:1–16.
- MONJARDIM, R. DA F.; DA FONSECA MONJARDIM, R.; COSTA, D. M. C.; et al. Diagnosis of hepatic steatosis by contrast-enhanced abdominal computed tomography. *Radiologia Brasileira*, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-39842013000300005>>
- MORAES FP, COLLA LM. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Rev Eletr Farm* 2006;3(2):109-122
- ARAB, J. P., ARRESE, M., & TRAUNER, M. (2018). Recent Insights into the Pathogenesis of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*, 13(1), 321–350.
- SOFTIC, S.; COHEN, D. E.; KAHN, C. R. Role of Dietary Fructose and Hepatic De Novo Lipoge-

nesis in Fatty Liver Disease. *Digestive diseases and sciences*, v. 61, n. 5, p. 1282–1293, 2016.

TER HORST, K. W.; SERLIE, M. J. Fructose Consumption, Lipogenesis, and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Nutrients*, v. 9, n. 9, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/nu9090981>>.

HERMAN, M. A.; SAMUEL, V. T. The Sweet Path to Metabolic Demise: Fructose and Lipid Synthesis. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, v. 27, n. 10, p. 719–730, 2016.

BARREIROS, R. C.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, C. E. P. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. *Revista de Nutrição*, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1415-52732005000300010>>

CARVALHEIRA, J. B. C.; SAAD, M. J. A. Doenças associadas à resistência à insulina/hiperinsulinemia, não incluídas na síndrome metabólica. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0004-27302006000200022>>.

SASS, D. A.; CHANG, P.; CHOPRA, K. B. Nonalcoholic fatty liver disease: a clinical review. *Digestive diseases and sciences*, v. 50, n. 1, p. 171–180, 2005.

“

Elaboração de licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale L.*)

Natalli de Sousa **Silva**
UNIFACEMA

Herbert Igor Rodrigues de **Medeiros**
UFPB

Francisco Laurindo **Silva**
UNIFACEMA

Magnólia de Jesus Sousa **Magalhães**
UNIFACEMA

Francisco Cesino de **Medeiros Júnior**
UNIFACEMA

RESUMO

O caju (*Anacardium occidentale* L.) é um pseudofruto originário das regiões costeiras do norte e nordeste e o seu fruto verdadeiro é a castanha, um fruto seco muito apreciado em todo o mundo. O caju é a haste que contém a polpa suculenta e carnosa, riquíssima em vitamina C, bem como em proteínas, carboidratos e sais minerais. A grande demanda pela castanha de caju, faz com que agregue um valor significativo a este fruto, fazendo com que os produtores descartem o pedúnculo, um material com alto valor nutritivo. Devido a esta vulnerabilidade, o caju é em geral, processado na forma de derivados, como também no desenvolvimento de bebidas, a exemplo os licores. Neste sentido, o presente trabalho objetiva a elaboração de um licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.). Os espaços utilizados para esse fim foram os laboratórios de Técnica Dietética e Análise Sensorial de Alimentos, do Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão – UNIFACEMA, localizada em Caxias - MA. A análise sensorial do produto foi realizada com assessores não treinados para teste de aceitação com escala hedônica mista de 9 pontos. Além disto, os avaliadores sensoriais, antes dos testes, foram informados sobre os objetivos, metodologia da pesquisa e consultados por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os resultados obtidos sugeriram uma boa aceitação do produto nos aspectos sensoriais. Assim, o presente trabalho demonstra que o licor é uma alternativa viável para a comercialização, tendo a possibilidade de oferecer um produto com inovação tecnológica, ao mesmo tempo, reduzir perdas pós-colheita e agregando valor ao pedúnculo do caju considerado co-produto que ainda confere maior lucratividade para a indústria de frutas por desenvolver produtos diferenciados. Portanto, a elaboração do produto como o licor a base do pedúnculo de caju é uma vertente dentro da nutrição que pode ser associada ao empreendedorismo.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L; Licor; Inovação tecnológica.

INTRODUÇÃO

O cajueiro é uma árvore comum em pequenos pomares, nas cidades e também muito cultivada em quase todo o país, o caju (*Anacardium occidentale* L.) é uma fruta originária das regiões costeiras do Norte e Nordeste (responsável por 95% da produção no país. O seu fruto verdadeiro é a castanha, um fruto seco muito apreciado no Brasil e no exterior, cujo nome científico é *Anacardium occidentale*, o pseudofruto é a haste que contém a polpa suculenta e carnosa, na qual é originada do desenvolvimento do pedúnculo, que pode ser de coloração amarela, alaranjada ou vermelha (SILVA et al., 2012).

O *Anacardium occidentale* L. é dotado de diversas propriedades biológicas dentre elas destaca-se, antiinflamatória, antioxidantes, antimicrobiana, cicatrizante. A utilização de plantas medicinais no tratamento de doenças é uma prática antiga da humanidade. Nos últimos anos tem ocorrido crescente interesse pelo conhecimento, utilização e comercialização de plantas medicinais e produtos fitoterápicos no Brasil e em todo o mundo, o que tem proporcionado uma grande expansão desse mercado (FREITAS et al., 2012).

O caju é riquíssimo em vitamina C (possuindo teor bem maior do que o existente na laranja). Contém também as vitaminas A e do complexo B. Rico em proteínas, lipídios e carboidratos. Boa fonte de sais minerais como cálcio, fósforo e ferro. Apresentando também quantidades de zinco, magnésio, fibras e gordura insaturada (ZEPKA et al., 2014).

Os acontecimentos são decorrentes da grande demanda pela castanha de caju, tendo um valor agregado muito maior, e fazendo com que os produtores descartem o pedúnculo, um material com alto valor nutritivo. A alta perecibilidade do caju e o curto período de conservação após a colheita têm sido responsáveis por altos índices de perdas e por dificuldades no abastecimento de mercados tradicionais e potenciais de consumo da fruta fresca (MATTA, CABRAL, COURI, 2005).

Devido a esta vulnerabilidade, o caju é, em geral, processado na forma de derivados, como polpas, sucos, néctares, geleias e sorvetes. Como mais uma alternativa para estender a vida de prateleira no pós-colheita desta fruta, deve-se considerar sua utilização no desenvolvimento de bebidas, a exemplo de licores que, além de agregar valor ao caju, possibilitaria o fornecimento de produtos da fruta a mercados mais distantes das regiões produtoras (LIMA et al., 2011).

Em escala nacional, aproximadamente 195 mil produtores exploram a cultura do caju na região Nordeste. Ou seja, cerca de 75% destes produtores são compostos por agricultores familiares que possuem áreas inferiores 20 hectares, gerando anualmente 250 mil empregos diretos e indiretos. Esse fruto gera uma importância econômica ainda maior na região Nordeste devido à colheita permitir uma intercalação entre outras culturas de subsistência, como: arroz, feijão, mandioca e milho (EMBRAPA, 2016).

A produção de licores torna-se uma alternativa para o aproveitamento dos frutos, agregando valor à produção e possibilitando o aumento na renda de pequenos agricultores além de solucionar as adversidades relacionadas a perecibilidade de frutas. Além disso, permite a obtenção de um produto rico em compostos fenólicos, proveniente dos frutos utilizados. O processamento de licores é simples, exigindo tecnologia, e o produto é comercializado em temperatura ambiente evitando, assim, custos com a cadeia do frio, podendo ser desenvolvido em pequenas agroindústrias (RODRIGUES, 2017).

É válido destacar que o preparo de licores está baseado na maceração alcoólica de frutas ou na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. Sua qualidade depende não só da mistura adequada dos ingredientes, mas principalmente do processo de preparação. Trata-se de um processo simples; no entanto, existem variações no processo, com registro de algumas patentes que visam melhorar a qualidade do produto final (ALMEIDA et al., 2012; OLIVEIRA; SANTOS, 2011; OLIVEIRA, IPIRANGA, 2009). Desta forma, o licor artesanal elaborado a base do licor de caju (*Anacardium occidentale* L.), teria uma boa aceitação no mercado consumidor?

Diante da alternativa do cajueiro ser uma das principais plantas frutíferas tropicais e representar um excelente aproveitamento do excedente de produção e diversificar as opções para o consumidor, o objetivo deste trabalho foi elaborar, artesanalmente, o licor a base de caju (*Anacardium occidentale* L.) e verificar sua aceitação sensorial.

METODOLOGIA

Local e período de estudo

O desenvolvimento do trabalho, Elaboração de licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*anacardium occidentale* l.), ocorreu entre os meses de agosto a novembro de 2019. Os espaços utilizados para essa finalidade foram os laboratórios de Técnica Dietética e Análise Sensorial de Alimentos, do Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão - UNIFACEMA, localizada em Caxias - MA.

Elaboração do produto

Para realização do produto foi utilizado um procedimento padrão para elaboração das amostras, respeitando, nesse processo, a adequação dos ingredientes utilizados na receita. Após a formulação do licor, foram realizados testes sensoriais. Todos os ingredientes utilizados foram obtidos por meio do comércio local e para formular o licor a base do pedún-

culo de caju (*Anacardium occidentale* L.), utilizou ingredientes descritos na Tabela (1) com quantidades de xarope e álcool diferentes para cada amostra.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para produzir o licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.)

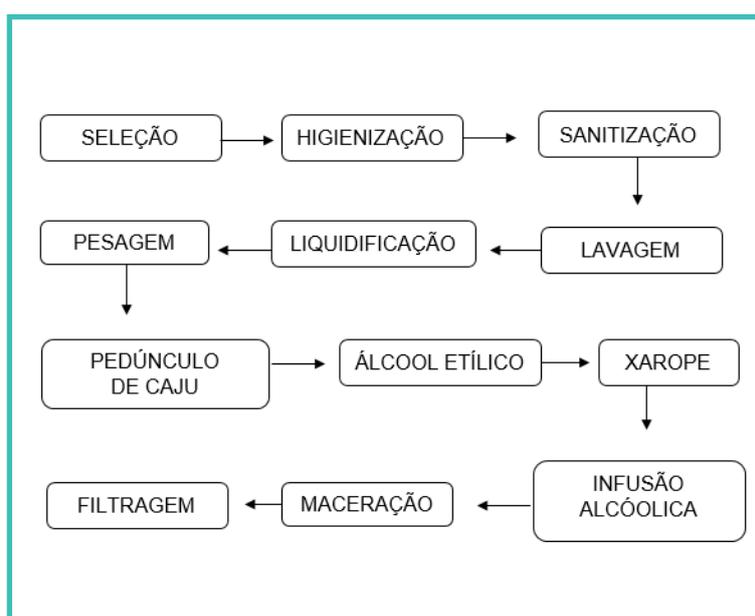
INGREDIENTES	AMOSTRAS		
	A (20%)	B (30%)	C (40%)
Xarope	980mL	820mL	939 mL
Álcool etílico	320 mL	480mL	640mL
Pedúnculo de caju	300 mL	300mL	300 mL

Fonte: Dados obtidos na pesquisa, 2020.

Ao selecionar os pedúnculos de cajus íntegros, realizou-se a higienização e sanitização em solução de água e hipoclorito de sódio garantindo melhor qualidade do produto e, em seguida, liquidificou-se os cajus e realizou-se a pesagem de cada amostra e colocou-se junto com o álcool etílico em um vidro de boca larga e devidamente higienizado. Para preparar o xarope juntou-se o açúcar e a água em uma panela, deixando-os ferver por 15 minutos. Logo após, esperou-se esfriar naturalmente.

Para finalizar o preparo do licor, misturou-se o xarope frio com a infusão e, posteriormente, foi envasado o licor em garrafões de vidro etiquetados e armazenados em um local escuro para iniciar o processo de maceração por 6 dias, passados esses dias inciou-se o processo de filtragem do licor. Na Figura (1) pode ser observado o fluxograma das etapas de formulação do xarope, processo de higienização do pedúnculo e infusão alcoólica, para dar origem ao do licor a base do pedúnculo de caju.

Figura 1. Etapas de Formulação geral do licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*anacardium occidentale* l.).



Fonte: Adaptada de VILELA, 2008.

Análise sensorial

A análise sensorial do licor a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale-L*), foi realizada com assessores não treinados para teste de aceitação com Escala Hedônica, recrutados no Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão – UNIFACEMA. Quanto ao total da amostra será de acordo com NBR 13526 (1995) que estabelece um mínimo 20 avaliadores não treinados para aplicação do teste sensorial, mediante aplicação de um questionário de recrutamento. O teste sensorial utilizado para verificar a aceitação dos assessores foram feitos a partir da Escala Hedônica de nove pontos com teste de intenção de compra acoplado com Escala Hedônica de cinco pontos (DUTCOSKI, 2013).

Participantes da pesquisa

Os assessores sensoriais não treinados foram estudantes e funcionários do UNIFACEMA, que foram abordados e convidados a participar da presente pesquisa, de modo que os mesmos foram informados sobre os objetivos do estudo e somente teve participação aqueles que não demonstraram recusa, aceitando e assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Análise dos dados

Para a Escala Hedônica foi elaborada uma tabela de frequência simples e criado um banco de dados no excel 2013. Os resultados aqui apresentados, encontra-se em forma de Tabelas e Figuras. Para comparação entre as amostras foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) e caso exista diferença, será aplicado o teste de média Tukey ao nível de 5% de significância (DUTCOSKI, 2013).

Critérios éticos

De acordo com as normas estabelecidas pelas diretrizes de testes em humana resolução 466/2012, os julgadores foram informados e esclarecidos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que está possa lhes acarretar, na medida de sua compreensão e respeitados em suas singularidades, assim como a ciência de fatos ou informações encontrados pelo pesquisador no decorrer da pesquisa e que sejam considerados de relevância para os participantes. O projeto foi submetido ao comitê de Ética e pesquisa por meio de submissão na Plataforma Brasil a fim de ser apreciado e aprovado em seus critérios éticos, de acordo com as normas e pesquisa

para seres humanos (BRASIL, 2012).

Critérios de inclusão e exclusão

Foram inclusos os estudantes e funcionários do UNIFACEMA, abordados e convidados a participar da presente pesquisa, onde os mesmos foram informados sobre os objetivos do estudo e somente participarão após a aceitação e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos da pesquisa todos que apresentarem intolerância ou alergia ao caju, assim como aqueles participantes que não aceitarem assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

Riscos e benefícios

Os benefícios relacionados com a sua colaboração nesta pesquisa é o de maior variedade de produtos regionais no mercado de consumo, além de possuir características funcionais, aproveitamento de resíduo, agregação de valor a um produto popular.

Os riscos ou desconfortos aos participantes da pesquisa estão relacionados aos efeitos adversos advindos do consumo do produto como:

- Náuseas e vômito.

Em caso efeitos adversos relacionados ao consumo do mesmo, o participante seria levado a um centro de saúde, para a minimização e tratamento dos problemas ocasionados pelo produto, onde recebera os devidos cuidados médicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sensorial do licor à base do pedúnculo de caju foi realizada na instituição UNIFACEMA com 64 avaliadores não treinados, entre os quais acadêmicos e funcionários. A primeira etapa foi responder um questionário para traçar o perfil dos avaliadores quanto ao consumo e conhecimento da matéria-prima utilizada para o preparo do licor. Os dados obtidos com o questionário referente ao perfil dos avaliadores podem ser observados na Tabela (2).

Tabela 2. Perfil dos avaliadores sensoriais do licor a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale L.*)

Perfil dos Entrevistados		Nº de Avaliadores	(%)
Gênero	Masculino	17	26,6
	Feminino	47	73,4
Consumem produtos derivados do pedúnculo de caju	Sim	47	73,4
	Não	17	26,6

Hábito de consumir pedúnculo de caju	Sim	29	48,4
	Não	35	51,6
Frequência de consumo de pedúnculo de caju	Diariamente	05	7,8
	2 vezes/ semana	07	10,9
	1 vez/mês	20	31,3
	A cada 6 meses	14	21,9
	1 vez/ ano	18	28,1
Conhece o licor feito a base do pedúnculo de caju	Sim	10	15,6
	Não	54	84,4
Razão para não consumir o licor à base do pedúnculo de caju	Alto custo	7	10,9
	Não conhece	43	67,2
	Não gosta	12	18,8
	Outros	02	3,1

Fonte: Dados obtidos na pesquisa, 2020.

Dentre os 64 provadores não treinados, com idade variando de 18 a 46 anos, sendo 47 do sexo feminino 73,4% e 17 do sexo masculino 26,6%, 73,4% consomem, enquanto 26,6% não consomem; 48,4% dos participantes têm o hábito de consumir pedúnculo e 51,6% não possuem esse hábito. Com relação à frequência de consumo, prevalece de 1 vez ao mês para a maioria dos participantes com 31,3%, seguido de 1 vez ao ano com 28,1%. Quanto ao questionamento referente a conhecer o licor artesanal a base do pedúnculo de caju, o resultado foi que 84,4% dos avaliadores não conhece o produto. E por fim, foi questionado a possível razão para o não consumo do licor, verificando que 67,2% dos avaliadores não conhece o produto.

Na pesquisa de Rodrigues (2017), foi feito a análise sensorial do licor de guabiroba, realizada com 60 julgadores não treinados, com idade entre 18 e 43 anos, sendo 27 do sexo masculino 45% e 33 do sexo feminino 55%, prevalecendo o sexo feminino, dados estes que se assemelham ao presente estudo.

De acordo com o estudo feito por Carvalho e Silva (2017) foi feito a análise sensorial de um licor, com voluntários com idade variando de 25 a 35 anos, dentre ambos os sexos, que manifestaram interesse e consentimento participaram da avaliação, sendo que esta fase foi conduzida com 32 provadores não treinados, utilizando cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos.

Em um estudo realizado por Pina (2014), na elaboração de um licor de pedúnculo de caju observou-se que 76,2% dos provadores têm o hábito de consumir licor raramente, sendo realizado com um total de 42 provadores voluntários não treinados, escolhidos, ao acaso, entre alunos, professores e outros funcionários da instituição, todos maiores de 18 anos.

A Tabela (3) apresenta os valores médios da análise do licor a base do pedúnculo de caju dentre os atributos aparência, aroma, textura, sabor e aceitação global das amostras A, B e C.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da análise sensorial do licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.).

Atributos	Amostras		
	A	B	C
Aparência	8,12±1,13a	7,75±1,37a	8,18±1,08a
Aroma	8,07±0,91a	7,87±1,06a	7,98±1,05a
Textura	7,73±1,25a	7,98±0,97a	7,98±0,98a
Sabor	7,89±1,24a	7,78±1,21a	7,95±1,01a
Aceitação Global	7,68±1,28a	7,82±1,19a	8,04±0,90a

*Médias seguidas na linha por letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Dados obtidos na pesquisa, 2020.

Na Tabela (3) podemos observar que as três amostras foram bem aceitas pelos avaliadores, considerando, ainda, que dentre os atributos aparência, aroma, textura, sabor e aceitação global não teve diferenciação, apresentando notas próximas de 8 (gostei muito).

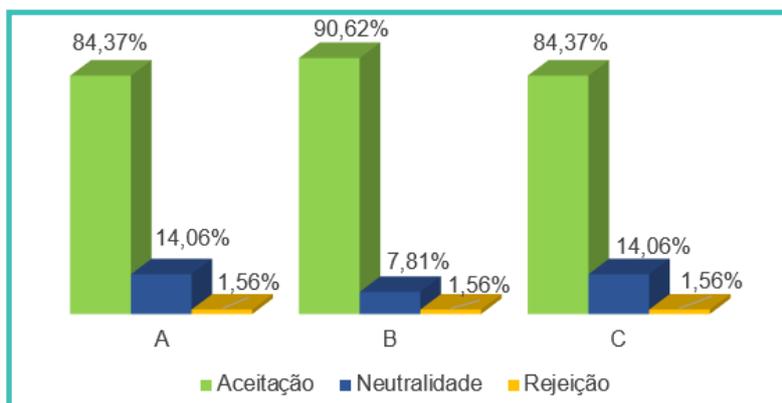
Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento et al. (2010), que ao realizar a avaliação sensorial em uma formulação de licor de acerola com abacaxi, obtiveram notas médios de 7,35, 7,42, para os atributos cor, aroma e textura, respectivamente. Não observaram diferença significativa entre as formulações, sendo uma avaliação muito satisfatória situando-se entre os termos entre “gostei moderadamente” e “gostei extremamente”.

De acordo com o estudo feito por Moreira et al. (2013), que produziu um licor de cajurana, analisou-se que, quanto à aparência, as formulações foram bem aceitas, apresentando porcentagens equivalentes ou superiores a 50%, o que foi considerado como um bom resultado.

Já no estudo de Gastl Filho e Labegalini (2017), o licor à base de casca de abacaxi obteve média de 7,96 para o atributo cor, o que o classifica com um nível de aceitação satisfatório, estando entre “gostei regularmente” e “gostei moderadamente”. Referente ao aroma pode-se afirmar da mesma maneira que obteve uma avaliação satisfatória, com uma média de 7,84, estando entre “gostei regularmente” e “gostei moderadamente”.

Neste sentido, em relação ao atributo intenção de compra (Figura 2) verifica-se que as amostras tiveram valores acima de 80% com destaque para a amostra B, que obteve um índice de aceitação de 90,62%, pois a mesma apresentava apenas 30% de álcool, o que a qualificou como de melhor aceitação dentre amostras analisadas pelos avaliadores. Seguindo pelas amostras A e C, com resultado 84,37% de aceitação, contendo nelas 20% e 40% de álcool.

Figura 2. Intenção de Compra do licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*anacardium occidentale l.*).



Escala hedônica mista de 5 pontos: **Rejeição:** 1= Certamente não compraria; 2= Possivelmente não compraria; **Neutralidade:** 3= Talvez comprasse/ Talvez não comprasse; **Aceitação:** 4= Possivelmente compraria; 5= Certamente compraria.

Fonte: Dados obtidos na pesquisa, 2020.

Na pesquisa de Lima (2011), que produziu um licor de bacuri, na escala intenção de compra, de acordo com resultados, notou-se que, 80% dos provadores realizariam a aceitação do produto contido nas amostras A e B situando-se entre os termos “certamente compraria” e “provavelmente compraria”, já na amostra C 65% dos provadores realizariam a aquisição do produto.

Resultados semelhantes foram obtidos por Dias et al. (2011), que elaborou o licor de corte do maracujá amarelo, o teste revelou que há boa intenção de compra do produto, visto que 84% dos 50 provadores responderam que comprariam o produto. Segundo Passos et al. (2013), no teste de intenção de compra dos licores de cenoura, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as amostras A e B, demonstrando que os provadores “provavelmente comprariam” e que ambas foram bem aceitas pelos os provadores, tendo grandes chances de se fixar no Mercado comercial.

É indispensável que o produto obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70% para que o mesmo seja considerado como bem aceito, no que diz respeito às suas propriedades sensoriais. Dessa forma a presente pesquisa apresentou todas as amostras com porcentagens superiores a 80% tornando assim um produto bem aceito. (DUTCOSKY, 2013).

De maneira geral, os resultados demonstraram que houve boa aceitação sensorial do licor a base do pedúnculo de caju, tanto na análise sensorial quanto na avaliação de intenção de compra, sendo portanto, uma nova alternativa quanto ao aproveitamento do co-produto (pedúnculo de caju) a nível artesanal ou até mesmo industrial, além dos licores servirem como oportunidade de negócios em tempos atuais difíceis nos aspectos econômico nacional.

CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstra que o licor é uma alternativa viável para a comercialização, tendo a possibilidade de oferecer um produto com inovação tecnológica e ao mesmo tempo, oferece uma redução nas perdas pós-colheita, agregando valor ao pedúnculo do caju que é considerado co-produto e que ainda confere maior lucratividade para a indústria de frutas por desenvolver produtos diferenciados.

Portanto, a elaboração do produto como o licor a base do pedúnculo de caju é uma vertente dentro da nutrição que pode ser associada ao empreendedorismo. Sendo assim, a elaboração do produto como o licor artesanal a base do pedúnculo de caju é uma vertente dentro da nutrição que pode ser associada ao empreendedorismo e a valorização de frutos regionais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L.; LIMA, L. C.; BORGES, V. T. N.; MARTINS, R. N.; BATALINI, C. Elaboração de licor de casca de tangerina. *Alimentos e Nutrição*, v.23, p.259-265, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, Diário Oficial da União, 12 dez. 2012.

CARVALHO, M.F.; SILVA, V.S.N.; Produção e aceitabilidade sensorial de licor com teor calórico reduzido. *Revista Intellectus*. v. 1, n. 43, 2017.

DIAS, S. C.; CARDOSO, R. L.; BATISTA, D. V. S.; SANTOS, D. B.; ASSIS, S. S. Caracterização físico-química e sensorial do licor de corte do maracujá amarelo. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, p.1405-1412, 2011.

DUTCOSKY, S. D.; *Análise sensorial de Alimentos*. 4. ed., Curitiba: Champagnat, 531p., 2013.

EMBRAPA. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro, Embrapa Agroindústria Tropical, 2ª ed., 2016. Disponível em: < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportle>. Acesso em 01 de maio de 2019.

FREITAS, A.V.L, COELHO M.F.B, AZEVEDO R. A.B. E MAIA, S.S.S. Os raizeiros e a comercialização de plantas medicinais em São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Biotecnologia*, v. 10, p.147-156, 2012.

GASTL FILHO, J.; LABEGALINI, M.C. Desenvolvimento de licor à base de cascas de abacaxi. *Anais do I Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica*, v. 1, n. 1, 2017.

LIMA, F. F.; SILVA, G. A. S.; DEODATO, J. N.; MEDEIROS, K. C.; ARAÚJO, A.S. Avaliação físico-química de sucos de caju. *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 1, n.1, 2011.

SILVA, C.M.; SILVA, C.I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Guia de plantas visitadas por abelhas da caatinga. 1ª ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 191 p., 2012.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; COURI, S. Tecnologia de Bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. Capítulo 9: Suco de Caju. Editora Edgard Blücher. 2005.

MOREIRA, F.I.N.; PEREIRA, T.S.; FERNANDES, I.M.V.; SANTOS, A.F.; LOPES, M.F. Elaboração e avaliação sensorial e físico-química de licor de Cajarana. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB, 2013.

NASCIMENTO, N. T., FRUTUOSO, A. E., MORAES, K. F., SOARES, D. L., SILVA, E. D. L., FARIAS, M. D. Elaboração de um licor funcional a base de Acerola (*Malpighia emarginata*) com Abacaxi (*Ananas comosus*). 2010. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/332b/6f-fb50b95516197706520171bbba44d6d666.pdf>>. Acesso em 24 Julho de 2020.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.70, p.534-41, 2011.

OLIVEIRA, L. G. L.; IPIRANGA, A. S. R. A inovação sustentável e a dinamização do sistema local do agronegócio do caju cearense. Revista contemporânea de economia e gestão, v. 7, n.1, 2009.

PASSOS, F. R.; CRUZ, R. G.; SANTOS, M. V.; FERNANDES, R. V. B. Avaliação físico-química e sensorial de licores mistos de cenoura com laranja e com maracujá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 15, n. 3, p. 211-218, 2013.

PINA, C.A. Desenvolvimento de licor de caju: aproveitamento do pedúnculo de caju para a produção de cajuína. 2014. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2014.

RODRIGUES, V. N. Licor de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*): análise mercadológica, desenvolvimento e caracterização físicoquímica e sensorial. 2017. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Fronteira do Sul, 2017.

ZEPKA, L. Q.; GARRUTI, D. S.; SAMPAIO, K. L.; MERCADANTE, A. Z.; SILVA, M. A. A. P. Aroma compounds derived from the thermal degradation of carotenoids in a cashew apple juice model. Food Research International, v. 56, p. 108-114, 2014.

“

Elaboração de massa alimentícia sem glúten a partir de farinha de babaçu e pupunha

Jaine **Oliveira**
UNIR

Natália Tolfo de **Souza**
UNIR

Luís Fernando **Polesi**
UNIR

RESUMO

O aumento de intolerâncias e alergias associadas ao consumo do glúten desencadearam a necessidade do desenvolvimento de novos produtos. O babaçu, pupunha e o arroz são opções alternativas para produção de massas alimentícias isentas de glúten. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi elaborar massas alimentícias sem glúten a partir destas farinhas e avaliar suas características físico-químicas, de cocção e centesimal. As formulações utilizadas foram: (MB) 100% farinha de babaçu, (MBA) mistura de 50% farinha de babaçu e 50% farinha de arroz, (MA) 100% farinha de arroz, (MPA) mistura de 50% farinha de arroz e 50% farinha de pupunha, e (MP) 100% farinha de pupunha. Com estas formulações foi possível elaborar massa alimentícia fresca sem glúten com boas características tecnológicas de fabricação (moldagem e aparência). As cinco formulações apresentaram teor de carboidratos entre 58-77%. A formulação MP apresentou os maiores valores para lipídios (13,6%), cinzas (0,8%) e aumento de peso (2,3 g.g⁻¹). A formulação MB apresentou menor teor de lipídios (0,03%); 0,7% de cinzas e 2,0 g.g⁻¹ de aumento de peso. A MA apresentou maior teor de proteínas (5,7%) e baixo teor de lipídeos (0,2%). O maior aumento de volume foi observado na formulação MP (79%), enquanto a menor perda de sólidos solúveis foi na MB (6,0%). De modo geral, as formulações mistas, MBA e MPA, apresentaram os parâmetros intermediários entre as formulações MA, MB e MP.

Palavras-chave: Massa alimentícia; Isento de glúten; Farinha de babaçu; Farinha de pupunha; Farinha de arroz.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais consumidores mundiais de massa alimentícia, sendo hoje, para os brasileiros, um prato tão importante quanto o tradicional arroz e feijão. Esse expressivo crescimento do consumo de massas é devido ao fato de possuírem um custo relativamente baixo e facilidade no preparo para o consumo (ORMENESE; CHANG, 2002; ABIMAPI, 2019).

A maior parte dessa produção é desenvolvida e processada aplicando a farinha de trigo como principal ingrediente. O trigo é rico em glúten, que é uma das proteínas mais complexas encontradas na natureza. As funções empregadas pelo glúten não são executadas por nenhum outro ingrediente individualmente. Ao glúten são atribuídas as características de elevada viscosidade, coesividade e elasticidade da massa (LERNER, 2010; WIESER, 2007).

Apesar da sua incrível versatilidade, o glúten pode causar alergia às pessoas que possuem doença celíaca ou que são intolerantes a essa proteína (NOBRE; SILVA; CABRAL, 2007). A doença celíaca resulta da intolerância do organismo à gliadina, que é um constituinte da proteína do glúten. Para determinados indivíduos, a gliadina tem efeito tóxico sobre a mucosa do intestino delgado, resultando na destruição das vilosidades intestinais e interferência na absorção (BODINSKI, 1999).

Desenvolver produtos no setor da panificação isentos de glúten é uma tarefa árdua, pois a retirada do glúten prejudica a capacidade da massa de se desenvolver adequadamente durante o processo de amassamento, fermentação e panificação, resultando em produtos com qualidade inferior e baixa aceitação sensorial (LERNER, 2010; WIESER, 2007).

Neste contexto é essencial procurar novas matérias-primas isentas de glúten que possam ser integradas na produção de massas alimentícias com intuito de estar substituindo a farinha de trigo de modo a melhorar as características tecnológicas, nutricionais e sensoriais desses produtos (FIORDA et al., 2013).

Dado o exposto, opções alternativas de matérias-primas para produção de massas alimentícias isentas de glúten são por meio da utilização das farinhas de babaçu, pupunha e arroz.

A farinha de arroz já é popularmente empregada na panificação e produção de massas isentas de glúten, devido ao seu sabor suave, cor branca, digestibilidade e propriedades hipoalergênicas. Ainda assim, esse tipo de farinha carece de outros nutrientes importantes, como fibras alimentares (ARENDETT; BELLO, 2008).

O babaçu e pupunha são frutos nativos da região amazônica oriundos do extrativismo, e apresentam elevados potenciais tecnológicos, nutricionais e econômico os quais ainda não são aproveitados em toda a sua plenitude.

O babaçu é um fruto provindo da palmeira de babaçu pertencente à família Arecaceae, do gênero *Attalea*. A farinha proveniente do fruto é elaborada do mesocarpo e apresenta

uma composição predominantemente amilácea, além de fornecer proteínas, fibra alimentar, minerais e vitaminas, como a B1 e B2 (CARRAZZA; CRUZ; SILVA, 2012). A palmeira do babaçu o fruto e suas principais partes podem ser visualizados na Figura 1.

Figura 1. (A) Palmeira do babaçu; (B) Cacho de cocos do babaçu; (C) Corte do fruto babaçu: 1 - Epicarpo; 2 - Mesocarpo; 3 - Endocarpo; 4 - Amêndoa



Fonte: Morales (2012).

A pupunha pertence à família *Arecaceae* do gênero *Bactris*, bastante utilizada na alimentação, sendo rica em proteínas, carboidratos, fibras, caroteno (pró-vitamina A), ácido ascórbico, minerais, principalmente ferro, cálcio e fósforo. A fabricação da farinha de pupunha na região amazônica ainda é pouco difundida e conseqüentemente tem sido pouco empregada em produtos de panificação em geral (OLIVEIRA; MARINHO, 2010; KERR et al., 1997). A palmeira da pupunha o fruto e suas principais partes podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2. (A) palmeira da pupunha; (B) Cacho de frutos da pupunha; (C) Corte do fruto pupunha: 1 - Epicarpo; 2 - Mesocarpo; 3 - Amêndoa



Fonte: A - A Planta da Vez (2015); B - Paisagismo Digital (2014); C - Autores.

A aplicação das farinhas de babaçu e pupunha são excelentes alternativas para o desenvolvimento de massas alimentícias isentas de glúten que, além de beneficiar as pessoas que apresentam doença celíaca, ainda, podem apresentar benefícios para a população de

modo geral pelas propriedades nutricionais que possivelmente venham a conter pelo uso destas farinhas como ingrediente. Além de promover a valorização destas matérias-primas que ainda são tão pouco exploradas e disponibilizar novas opções de massas alimentícias aos consumidores.

Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar massas alimentícias sem glúten, utilizando farinha de babaçu, pupunha e arroz, bem como avaliar suas características físico-químicas e parâmetros de qualidade.

MATERIAL E METÓDOS

Material

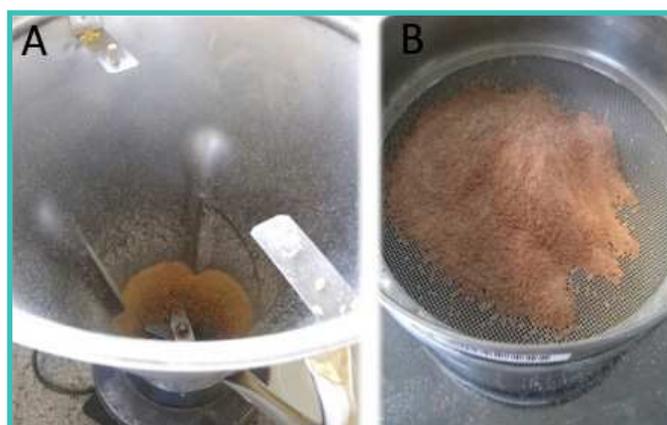
Os frutos de babaçu e pupunha foram adquiridos através de produtores locais na feira municipal da região de Ariquemes – RO. Os outros ingredientes utilizados para elaboração das massas alimentícias, como a farinha de arroz e o amido de mandioca, foram obtidos no mercado varejista local. Os reagentes utilizados para a realização das análises físico-químicas foram de grau analítico.

Métodos

Elaboração da farinha de babaçu

Os frutos foram sanitizados, descascados e o mesocarpo separado do endocarpo. A farinha de babaçu foi obtida pela moagem do mesocarpo do babaçu em liquidificador industrial e peneirado (malha de 0,6 mm). O processo de elaboração da farinha de babaçu está apresentado na Figura 3.

Figura 3. (A) Moagem do mesocarpo de babaçu; (B) Peneiramento da farinha de mesocarpo de babaçu



Fonte: Autores.

Elaboração da farinha de pupunha

Os frutos da pupunha foram sanitizados, descascados, o mesocarpo separado da amêndoa e encaminhados para secagem em estufa à 50 °C. Após a secagem, o mesocarpo foi triturado em moinho e peneirado (malha de 1,18 mm) para padronização da farinha. O processo de elaboração da farinha de pupunha está apresentado na Figura 4.

Figura 4. (A) Moagem do mesocarpo da pupunha; (B) Peneiramento da farinha de mesocarpo de pupunha



Fonte: Autores.

Formulação e Desenvolvimento das massas

Foram desenvolvidas cinco formulações de massas alimentícias que estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações para obtenção das massas alimentícias

Formulações	Quantidades dos Ingredientes				
	Amido de mandioca	Farinha de arroz	Farinha de Babaçu	Farinha de pupunha	Água
MB	10 g	—	50 g	—	50 mL
MBA	10 g	30 g	30 g	—	50 mL
MA	5 g	38 g	—	—	50 mL
MPA	10 g	30 g	—	30 g	50 mL
MP	10 g	—	—	50 g	50 mL

MB = massa alimentícia com 100% de farinha de babaçu, MBA = massa alimentícia com 50% de farinha de babaçu e 50% de farinha e arroz, MA = massa alimentícia com 100% de farinha de arroz, MPA = massa alimentícia com 50% de farinha de pupunha e 50% de farinha de arroz e MP = massa alimentícia com 100% de farinha de pupunha

Para cada formulação foi misturado o amido com a água e mantido em chapa aquecedora por cerca de 3 minutos até a completa gelatinização do amido. Com o gel de amido ainda quente, incorporou-se as concentrações das farinhas (Tabela 1). Para evitar que a

massa aderisse ao cilindro, 5 g de farinha cada qual correspondendo a sua formulação, foi adicionada na massa pouco a pouco durante a cilindragem, e para o corte da massa tipo talharim adicionou-se mais 1 g de farinha para evitar a aderência a superfície do cilindro e do corte.

As massas cortadas foram acondicionadas em estufa para secagem em temperatura controlada a 50 °C, durante um período de tempo de 45 minutos. As massas foram armazenadas em bandejas de isopor cobertas com plástico filme, identificadas e armazenadas sob refrigeração (5 °C) por 24 horas, antes da realização das análises.

O processamento da massa alimentícia de arroz foi o mesmo, tendo como única diferença a não fabricação da farinha, sendo esta já adquirida pronta. Todas as formulações foram realizadas em triplicata, para fins estatísticos as massas foram classificadas e produzidas por lote.

O amido de mandioca gelatinizado foi utilizado para que as massas apresentassem uma estrutura semelhante a que se é formada pelo glúten nos aspectos de liga e moldagem. As massas alimentícias apresentaram uma excelente aparência ao corte conforme pode ser visualizado abaixo nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9.

Figura 5. Processamento da massa alimentícia de babaçu (MB)



Fonte: Autores.

Figura 6. Processamento da massa alimentícia mista de babaçu e arroz (MBA)



Fonte: Autores.

Figura 7. Processamento da massa alimentícia de arroz (MA)



Fonte: Autores.

Figura 8. Processamento da massa alimentícia mista de pupunha e arroz (MPA)



Fonte: Autores.

Figura 9. Processamento da massa alimentícia de pupunha (MP)



Fonte: Autores.

Composição centesimal das massas alimentícias

Os teores de umidade, proteínas, cinzas, lipídeos e carboidratos foram avaliados de

acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi analisado em determinador de umidade por infravermelho. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método micro Kjeldahl, com fator de conversão para proteínas de 6,25. O conteúdo de cinzas foi determinado após calcinação em mufla à 550 °C. O teor de lipídios foi determinado em extrator de lipídeos (marca: Solab, modelo: SL-202/2), utilizando como solvente o hexano. Os carboidratos totais foram estimados por diferença.

pH e acidez titulável das massas alimentícias

O pH e a acidez titulável das massas alimentícias foram avaliadas de acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Propriedades de cocção das massas alimentícias

As massas foram submetidas ao teste de cozimento, segundo o método 16-50 da AACC (2010), sendo caracterizadas quanto ao aumento de peso (%), aumento de volume (%) e teor de sólidos solúveis (%) na água de cocção. O aumento de volume foi determinado de acordo com Menegassi e Leonel (2006). A Transparência da água de cocção foi avaliada de acordo com Ong e Blanshard (1995) em espectrofotômetro pela transmitância a 650 nm, utilizando água destilada como referência (transmitância 100).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias utilizando-se o sistema estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta. O teor de carboidratos não foi submetido à análise estatística por ser uma estimativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização centesimal das massas alimentícias

As massas desenvolvidas mostraram uma estrutura semelhante aquela formada pelo glúten nos aspectos de liga e moldagem, apresentando uma excelente aparência ao corte. Os processos de padronização do grau de moagem e peineiramento aplicados na elaboração das farinhas foram fundamentais para o sucesso dessas formulações.

Segundo Mariotti et al. (2011), farinhas que apresentam partículas com tamanhos padronizados possuindo granulometrias entre 0,2-1,5 mm aumentam a quantidade de amido

danificado, processo este que o torna mais acessível.

A danificação do amido proporciona um alto grau de gelatinização e retrogradação do amido, o que facilita a formação de redes tridimensionais, substituindo, portanto, as propriedades viscoelásticas do glúten, contribuindo para a estrutura final de massas isentas de glúten (MARIOTTI et al., 2011).

Os resultados referentes à caracterização centesimal das massas alimentícias desenvolvidas neste estudo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal das massas alimentícias

Parâmetros	Formulações				
	MB	MBA	MA	MPA	MP
Umidade (%)	20,63±1,05 ^a	24,77±1,88 ^a	23,60±0,51 ^a	22,73±0,85 ^a	22,00±2,50 ^a
Cinzas (%)	0,68±0,09 ^{ab}	0,54±0,07 ^b	0,28±0,02 ^c	0,52±0,01 ^b	0,78±0,04 ^a
Proteínas (%)	1,36±0,05 ^d	3,03±0,12 ^c	5,72±0,12 ^a	4,92±0,06 ^b	4,86±0,16 ^b
Lipídios (%)	0,03±0,00 ^d	0,05±0,01 ^d	0,22±0,03 ^c	7,19±0,05 ^b	13,61±0,07 ^a
Carboidratos totais (%) [*]	77,30	71,62	70,19	64,63	58,76

^{*}Obtidos pela diferença dos demais componentes.

Dados reportados como média ± desvio padrão.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

MB = massa alimentícia com 100% de farinha de babaçu, MBA = massa alimentícia com 50% de farinha de babaçu e 50% de farinha de arroz, MA = massa alimentícia com 100% de farinha de arroz, MPA = massa alimentícia com 50% de farinha de pupunha e 50% de farinha de arroz e MP = massa alimentícia com 100% de farinha de pupunha.

Todas as formulações apresentaram composição predominante de carboidratos. A fração mineral contabilizada como teor de cinzas sobressaiu-se para as formulações desenvolvidas com as farinhas dos frutos pupunha e babaçu. Outro aspecto relevante foi a expressiva concentração lipídica nas formulações a base de farinha de pupunha.

As massas alimentícias são classificadas de acordo com seu teor de umidade sendo denominadas como massas frescas se apresentarem teor de umidade por volta de 30% e massas secas se disporem de umidade menor ou igual a 13% (EL-DASH; GERMANI, 1994).

Vale salientar que a produção de massas frescas com teor de umidade elevados superior a 30% não é viável a nível industrial uma vez que dificulta a sua conservação (ORMENESE; CHANG, 2002). Conforme Melo Filho e Vasconcelos (2011), a umidade dos alimentos influencia nas modificações físicas e químicas e também no desenvolvimento dos microrganismos, atuando assim na qualidade e estabilidade desses produtos.

Além de estabelecer parâmetros controlados de umidade nos alimentos, implementar medidas higiênicas sanitárias durante o processamento é imprescindível. O regulamento técnico vigente preconiza que “os produtos devem ser obtidos, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados em condições que não produzam, desenvolvam e ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a

saúde do consumidor. Devendo ser respeitada a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação” (BRASIL, 2005).

Neste estudo foram aplicadas todas as normas de Boas Práticas de Fabricação desde a recepção das matérias-primas até o produto final. Por se tratar de massas alimentícias frescas os teores de umidade para ambas as formulações foram relativamente elevados, no entanto se enquadram dentro do que se é desejável para o processamento a nível industrial (<30%) e não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), demonstrando um bom controle sobre esse parâmetro.

Os teores de cinzas de um alimento estão relacionados à presença de minerais. Estes teores nas massas alimentícias foram influenciados pelas diferentes formulações, MP (0,78%), MB (0,68%), MBA (0,54%), MPA (0,52%) e MA (0,28%). Nota-se que as formulações acrescidas com as farinhas dos frutos babaçu e pupunha apresentaram os maiores teores de minerais, alguns estudos referentes à caracterização destes frutos relataram concentrações minerais próximas.

Oliveira et al. (2019) e Carneiro et al. (2013), em seus estudos analisando a farinha de mesocarpo de babaçu, evidenciaram cerca de 1,29 a 1,10% de teor mineral na farinha, além disso, estes mesmo autores, relataram que os minerais encontrados em maior abundância na farinha de mesocarpo de babaçu foram: cálcio, fósforo, potássio, magnésio, cobre, ferro, cloro e manganês.

Quanto aos teores de cinzas presentes no fruto da pupunha, estudos como os de Carvalho et al. (2013) registraram teores de cinzas variando de 0,67 a 1,33% para farinhas de pupunha analisadas sem e com a casca respectivamente. De acordo com Silva e Tassara (2005), os elementos minerais encontrados na pupunha são: o cálcio, ferro e fósforo, como também elevado teor de vitamina A.

Os minerais presentes nestes frutos acarretam em diversas vantagens para o consumidor, como na formação de tecidos, ossos e dentes, na oxigenação dos tecidos; combate as infecções; auxílio no metabolismo dos carboidratos; controla a excitabilidade neuromuscular; age na formação da hemoglobina entre outros benefícios (CARNEIRO et al., 2013).

A formulação desenvolvida somente com a farinha de arroz (MA) apresentou menor percentual mineral de apenas 0,28%. Valor este próximo ao encontrado por Franco et al. (2018), em trabalho com massas alimentícias sem glúten a base de farinha de arroz polido 0,34%. Os principais minerais encontrados no arroz são ferro e zinco (NAVES, 2007).

Embora o baixo percentual mineral registrado na formulação MA, ela se destacou por possuir o maior teor proteico (>5%), seguida das formulações: MPA (4,92%), MP (4,86%), MBA (3,03%) e MB (1,36%), fato este justificado pelas matérias-primas empregadas. O arroz possui cerca de 7% de proteínas, sendo fonte de todos aminoácidos, com exceção da lisina

(NAVES, 2007). O teor de proteínas presentes em frutas, hortaliças e cereais, em grande maioria são dependentes de alguns fatores como, as condições de cultivo, tipo, fatores genéticos entre os indivíduos e as características do solo (PAVLAK, 2007).

Os teores de lipídios para as formulações: MB (0,03%), MBA (0,05%) e MA (0,22%), foram relativamente baixos, atribuindo menor valor calórico aos produtos. Valores próximos aos das amostras foram encontrados em pesquisa com massa alimentícia de farinha de trigo integral (0,23%) por Menegassi e Leonel (2006).

Em contrapartida, nas formulações elaboradas com a farinha de pupunha, as concentrações lipídicas foram bem expressivas (MP = 13,61% e e MPA = 7,19%). Oliveira e Marinho (2010), relataram um valor semelhante de 12,54% em massa de panetone, elaborado com 25% de farinha de pupunha. Carvalho et al. (2013) encontraram valores variando entre 8 e 40% de lipídeos em frutos coletados de 21 diferentes matrizes de pupunheira.

Segundo Pires et al. (2015), o ácido graxo predominante nas farinhas de pupunha é o ácido oleico (C18:1), que representa em média 45% de sua composição, seguido do ácido palmítico (C16:0), com 30% dos ácidos que constituem a farinha. Altas concentrações de lipídeos influenciam diretamente na textura do produto, conferindo mais resistência e coarência, desempenhando um importante papel nas propriedades sensoriais dos alimentos, principalmente no flavor, cor e textura (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

O conteúdo de carboidratos totais presente nas massas alimentícias variou de 58,76 a 77,3%, demonstrando ser um produto de alto valor energético. Na literatura encontra-se valores semelhantes. Oliveira et al. (2014) encontraram de 47,7 a 70,2% de carboidratos disponíveis em massa alimentícia mista de farinha de trigo e farinha de bagaço de linhaça. Menegassi e Leonel (2006) obtiveram resultados variando de 49,3 a 82,3% de carboidratos em massas de farinha de trigo integral, mandioca e, mandioquinha-salsa.

Segundo Metzler et al. (1992), a composição de carboidratos é variável, com o conteúdo de amido e fibra alimentar. Franco et al. (2018), estudando a composição proximal da farinha de arroz, obtiveram valores 76% de carboidratos totais e 0,76% fibra alimentar. Os autores justificam que a baixa concentração de fibra alimentar presente nas farinhas de arroz comercialmente vendidas é devido a utilização do arroz polido para a produção destas farinhas.

Oliveira (2019), em seu estudo onde caracterizou a farinha de mesocarpo de babaçu, encontrou cerca de 86% de carboidratos totais presentes na farinha, sendo que desta fração, 19% foi identificado como fibra alimentar total. Pimenta et al. (2011), caracterizando a farinha de pupunha, contabilizaram 17% de fibra alimentar total sendo parte dos 70% dos carboidratos presentes nessa farinha.

Através destes estudos observa-se que as farinhas de babaçu e pupunha, do ponto de vista nutricional, representam um bom aporte de fibra alimentar total principalmente quando

comparada à farinha de arroz que carece deste atributo. Assim, a aplicação destas farinhas é uma ótima alternativa para o desenvolvimento de massas alimentícias isentas de glúten.

Propriedades físico-químicas e de cocção das massas alimentícias

As propriedades físico-químicas e de cocção das massas alimentícias estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Propriedades físico-químicas e de cocção das massas alimentícias

Parâmetros	Formulações				
	MB	MBA	MA	MPA	MP
Ph	6,21±0,14 ^{ab}	6,54±0,07 ^a	6,49±0,06 ^a	6,46±0,12 ^a	5,92±0,07 ^b
Acidez (mL/100g)	1,20±0,25 ^c	1,33±0,11 ^c	1,50±0,14 ^c	9,12±0,42 ^b	13,37±0,42 ^a
Aumento de Peso (g.g-1)	2,00±0,12 ^{ab}	1,67±0,11 ^b	2,03±0,15 ^{ab}	1,80±0,07 ^b	2,33±0,04 ^a
Aumento de Volume (%)	65,67±3,63 ^{ab}	32,00±1,22 ^c	46,67±5,89 ^{bc}	57,67±6,57 ^b	79,00±7,18 ^a
Perda de Sólidos (%)	6,07±0,57 ^c	6,07±0,54 ^c	14,37±0,33 ^a	10,00±0,63 ^b	8,77±0,63 ^b
Transparência (T% a 650nm)	6,17±0,33 ^b	10,10±0,39 ^a	3,03±0,08 ^c	2,00±0,24 ^c	1,97±0,35 ^c

Dados reportados como média ± desvio padrão.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

MB = massa alimentícia com 100% de farinha de babaçu, MBA = massa alimentícia com 50% de farinha de babaçu e 50% de farinha de arroz, MA = massa alimentícia com 100% de farinha de arroz, MPA = massa alimentícia com 50% de farinha de pupunha e 50% de farinha de arroz e MP = massa alimentícia com 100% de farinha de pupunha.

Analisando as propriedades físico-químicas, as cinco formulações apresentaram valores bem próximos de pH (>5%), comparando-os com a literatura os resultados encontrados foram similares aos de outros trabalhos. Barroso Neto et al. (2013), que ao estudarem massas alimentícias enriquecidas com casca de pupunha, registraram massas com pH 5,0 e para massa alimentícia fresca sem recheio, valores próximos a pH 6,69. Oliveira et al. (2014) encontraram pH 6,61 para massa elaborada com farinha de trigo e farinha de linhaça.

Quanto ao pH das matérias-primas utilizadas, Oliveira (2019), ao caracterizar a farinha de mesocarpo de babaçu, obteve valores entorno de 5,68. Pimenta et al. (2011) estudou as características físico-químicas da pupunha e encontraram valor médio de 5,63. Franco et al. (2018), analisando a composição proximal da farinha de arroz, obtiveram pH 5,80.

A acidez titulável das formulações MB (1,20%), MBA (1,33%) e MA (1,50%) não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). A acidez presente nestas formulações foi próxima ao reportado por Menegassi e Leonel (2006) em massa de alimentícia de mandioca (2,08%).

A acidez representa o estado de conservação das farinhas, envolvendo tanto aspectos químicos como microbiológicos. No entanto, conforme Casagrandi et al. (1999), a medida que a farinha de trigo é substituída por um outro tipo de farinha, existe a tendência do valor

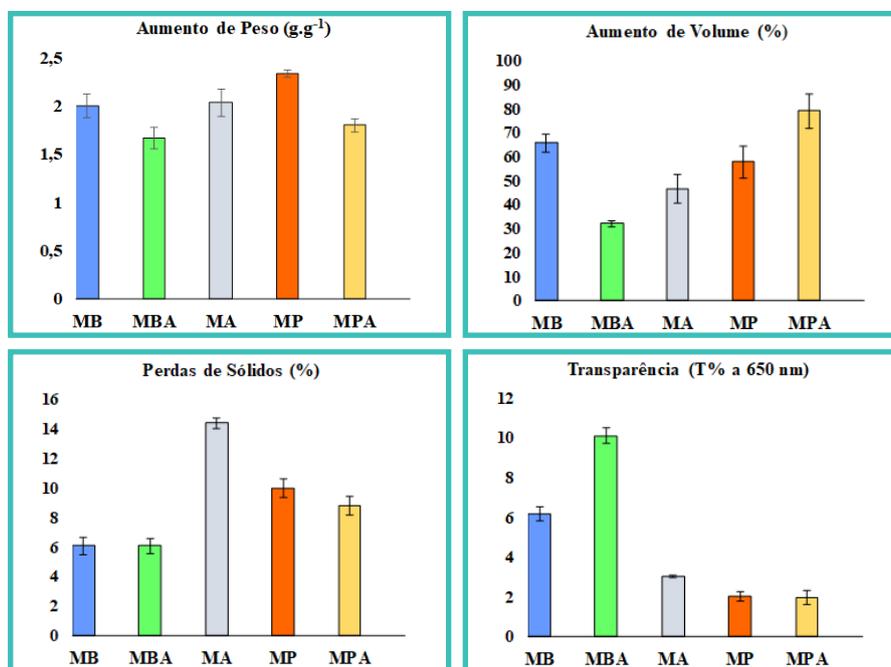
da acidez alcoólica do produto aumentarem, proporcionalmente em função da acidez da farinha adicionada.

Fato que pode ser observado nas formulações MPA (9,12%) e MP (13,37%), a quais apresentaram valores de acidez mais elevada. Pimenta et al. (2011) analisou a farinha de pupunha elaborada a partir do fruto sem casca e do fruto com casca e obteve 12,42 e 17,96% de acidez titulável, respectivamente, o que justifica está elevada acidez atribuída a estas duas formulações.

Segundo a legislação não mais vigente, a acidez de uma massa alimentícia não deveria ultrapassar 5% (BRASIL, 2000). A legislação atual não estipula mais a acidez das massas alimentícias, pois a mesma servia de parâmetro para avaliar fermentação e possíveis alterações ou deteriorações nas massas alimentícias a base de farinha de trigo, entretanto, as novas massas alimentícias, derivadas de outras farinhas, podem ter acidez elevada devido à acidez proveniente da matéria-prima utilizada na elaboração da farinha, não sendo um indicativo de deterioração ou falhas no processamento.

Em relação às propriedades de cocção das massas alimentícias estes parâmetros podem estar sendo melhor compreendidos graficamente conforme apresentado na Figura 10, onde é possível observar as relações coexistente entre as análises.

Figura 10. Propriedades de cocção das massas alimentícias



Fonte: Autores.

Os parâmetros de aumento de peso, volume e rendimentos da massa na cocção estão associados à capacidade de absorção de água das massas, ou seja, o quanto de água a massa absorve durante o cozimento (TEBA; ASCHERI; CARVALHO, 2009).

Uma massa de boa qualidade não deve apresentar pouco aumento de peso nem muito, o adequado, segundo Hummel (1966), é de aproximadamente 2 vezes o peso original. Desta forma, todas as formulações desenvolvidas no presente estudo se adequaram a esse parâmetro, apresentando valores ideais de aumento de peso.

O aumento de volume das massas desenvolvidas variou de 32 a 79%, resultados estes próximos aos relatados em outros trabalhos. Bastos et al. (2016), analisando espaguete sem glúten processado a partir de farinha de amaranto e polpa de batata, obtiveram valores semelhantes para aumento de volume seus resultados variaram de 32,7% a 111,5%. Menegassi e Leonel (2006) encontraram 142% de aumento de volume para massa de mandioquinha-salsa.

O aumento de volume tem correlação com o aumento de peso, pois o mesmo também mede o rendimento da massa após cocção, essa relação pode ser observada nas formulações MP e MB as quais obtiveram maior aumento de peso 2,33 e 2,00% e conseqüentemente maior aumento de volume 79,00 e 65,67%, respectivamente. Fatores como o tempo de cozimento e formato da massa são responsáveis pelo aumento de volume, além da qualidade e quantidade de proteínas que no processo de mistura da massa, hidratam e absorvem água, participando do seu aumento de volume (MENEGASSI; LEONEL, 2006).

A perda de sólidos indica a quantidade de massa que foi perdida durante o cozimento, estando, assim, associada ao aumento de volume e peso, pois quanto maior a perda de sólidos menor o rendimento das massas, isso, claro, sem levar em consideração a capacidade natural das matérias-primas de absorverem água.

Hummel (1966) propôs uma classificação para a qualidade de massas em relação à perda de sólidos, sendo ela classificada como muito boa quando perde até 6% de sólidos, boa quando perde até 8% e baixa quando perde 10% ou mais.

Com fundamento nesta classificação, as formulações MB (6,07%) e MBA (6,07%), poderiam ser enquadradas como massas de qualidade muito boa, em oposição, as formulações MA (14,37%), MPA (10,00%) e MP (8,77%) seriam denominadas como massas de baixa qualidade.

Na literatura, encontra-se valores variados, Oliveira et al. (2014), por exemplo, encontraram perda de sólidos de 19,8% para massa desenvolvidas com 80% farinha de trigo e 20% farinha do bagaço da linhaça, já Menegassi e Leonel (2006) encontraram perda de sólidos de 10,9% para massa de mandioquinha-salsa.

Conforme Marti e Pagani (2013), massas isentas de glúten são mais suscetíveis a acarretar perdas de sólidos durante o cozimento, devido à solubilização do amido gelatinizado que é fracamente ligado a superfície do produto.

Cavalcante Neto et al. (2016), analisando macarrão de trigo, constataram 8,80% de perda de sólidos, valor este superior a perda de sólidos das formulações MB e MBA, logo,

em comparação a este parâmetro, estas formulações de massas isentas de glúten apresentaram qualidade superior às massas tradicionais de trigo.

A transparência está relacionada com a perda de sólidos na água de cocção, quanto mais sólidos a massa perde, mais turbida fica a água e menor o valor de transmitância. Percebe-se que as formulações com menores perdas de sólidos apresentaram a maior transparência MBA (10,10%) e MB (6,17%). Enquanto a formulação MA apresentou a maior perda de sólidos de 14,37%, foi constatada uma transparência de 3,03%.

Esta relação de transparência e perda de sólidos é contrariada pelas formulações, MPA (2,00%) e MP (1,97%), pois estes resultados sugerem maior turbidez, embora a perda de sólidos tenha sido menor para estas duas formulações quando comparadas com a formulação MA (3,03%).

Tal fato pode estar associado a presença da farinha de pupunha nas formulações MPA e MP. O estudo de Rojas-Garbanzo et al. (2011) aponta que a pupunha é fonte de carotenoides, apresentando concentrações elevadas de compostos fenólicos.

Os compostos fenólicos e os carotenoides são constituintes de uma variedade de vegetais e frutos, eles podem ser pigmentos que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995).

As moléculas dos carotenoides, dependendo da conformação, possuem um sistema de duplas ligações que constituem o grupo cromóforo responsável pela cor que proporciona aos alimentos, alguns carotenoides modificam sua estrutura após o cozimento (RIBEIRO; SERAVALHI, 2004). Fato este que pode ter influenciado no resultado da análise, pois ao submeter as massas ao cozimento para determinar o teor de sólidos estes compostos fenólicos atribuíram coloração a água, e conseqüentemente a tornou mais turva.

CONCLUSÃO

As farinhas do mesocarpo de babaçu e pupunha demonstraram ser fontes alternativas para elaboração de massas alimentícias frescas sem glúten, apresentando boas características tecnológicas de fabricação (moldagem e aparência). A formulação desenvolvida com a farinha de babaçu expressou um ótimo resultado quanto ao parâmetro perda de sólidos (6%), sendo classificada como massa alimentícia de boa qualidade. O maior aumento de volume foi evidenciado para a formulação desenvolvida com a farinha de pupunha (79%). Quanto à caracterização centesimal das massas alimentícias, pode-se perceber que ambas as formulações possuem composição predominante de carboidratos. A fração mineral sobressaiu-se para as formulações desenvolvidas com as farinhas dos frutos pupunha e babaçu. Enquanto a formulação elaborada somente com a farinha de arroz se sobressaiu apresentando maior teor proteico. Outro aspecto relevante foi a expressiva concentração

lipídica nas formulações a base de farinha de pupunha. De modo geral, as formulações mistas, MBA e MPA, apresentaram os parâmetros intermediários entre as formulações 100% farinha de arroz, 100% farinha de babaçu e 100% farinha de pupunha.

REFERÊNCIAS

ABIMAPI, Associação Brasileira de Indústria de Biscoitos, Massas Alimentícias e Paes e Bolos Industriais. 2019. Disponível em: <http://www.abimapi.com.br/macarrao.php>. Acesso em: 20 jul. 2020.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. Approved Methods of Analysis. 11th ed. St. Paul: AACC International, 2010.

A PLANTA DA VEZ. Pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*). 2015. Disponível em: <http://www.aplantadavez.com.br/2015/09/pupunha-bactris-gasipaes-kunth.html>. Acesso em: 4 ago. 2020.

ARENDDT, E. K.; BELLO, F. D. Gluten-Free: Cereal Products and Beverages. EUA: Elsevier Science, 2008. 464 p.

BARROSO NETO, U.; AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, F. C. A.; LEITÃO, B. Elaboração e Caracterização do Macarrão Caseiro Enriquecido com Farinha de Casca da Pupunha (*Bactris gasipaes KUNTH*). In: II Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq e PAIC/FAPEAM, Manaus, 2013.

BASTOS, G. M.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; PEREIRA, A. L. A.; MORAIS, C. C.; CAMPOS, M. R. H. Physical and sensory quality of gluten-free spaghetti processed from amaranth flour and potato pulp. *LWT - Food Science And Technology*, v. 65, p. 128-136, 2016.

BODINSKI, L. H. Dietoterapia: Princípios e Prática. São Paulo: Ed. Atheneu, 1999. 397 p.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 01 nov. 2000. Seção 1, p. 63-64.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 368-369.

CARNEIRO, M. I. F.; SAKOMURA, I. M.; KAWAUCHU, E. P.; SILVA, J. A.; ARAUJO, J. B. K.; FERNANDES, J.; GOMES FILHO, S. Avaliação do mesocarpo de babaçu (*Orbignya ssp*) na alimentação de frangos de corte. *Ars Veterinaria*, v. 29, n. 3, p. 175-182, 2013.

CARRAZZA, L. R.; CRUZ, J. C. C.; SILVA, M. L. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do babaçu (*Attalea spp.*). 2. ed. Brasília DF: Instituto Sociedade, População e Natureza. 2012. 63 p.

CARVALHO, A. V.; BECKMAN, J. C.; MACIEL, R. A.; FARIAS NETO, J. T. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, p. 763-768, 2013.

- CASAGRANDE, D. A.; CANNIATI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M.; PIZZINATTO, A.; NOVAES, N. J. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. *Revista de Nutrição*, v. 12, n. 2, p. 137-143, 1999.
- CAVALCANTE NETO, A. A.; SOARES, J. P.; PEREIRA, C. T. M.; GOMES, M. S. S. O.; SABAASRUR, A. U. O. Utilização de farinha de mesocarpo de babaçu (*Orbignya* sp.) no preparo de massa alimentícia fresca tipo talharim. *Brazilian Journal of Food Research*, v. 7, n. 1, p. 105-115, 2016.
- EL-DASH, A.; GERMANI, R. Tecnologia de Farinhas Mistas: Uso de Farinhas Mistas na produção de Massas Alimentícias. Brasília: Embrapa, 1994. v. 5, 38 p.
- FIORDA, F. A.; SOARES JR., M. S.; SILVA, F. A.; GORSMANN, M. V. E.; SOUTO, L. R. F. Microstructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse. *LWT – Food Science and Technology*, v. 54, n. 1, p. 132-138, 2013.
- FRANCO, V. A.; SILVA, F. A.; MIRANDA, B. M.; PÁDUA, D. L. Propriedades reológicas e composição proximal da farinha de arroz e farinha de batata-doce. *Cientific@ - Multidisciplinary Journal*, v. 5, n. 3, p. 113-124, 2018.
- HUMMEL, C. The quality of macaroni and how it can be tested. In: HUMMEL, C. *Macaroni products: manufacture, processing and packing*. 2. ed. London: Food Trade Press, 1966. cap. 8, p. 196-209.
- INSTITUTO ADOLF LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008.
- KERR, L. S.; CLEMENT, R. N. S.; CLEMENT, C. R.; KERR, W. E. *Cozinhando com a Pupunha*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1997. 95 p.
- LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. *Autoimmunity Reviews*, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.
- MARIOTTI, M.; IAMETTI, S.; CAPPÀ, C.; RASMUSSEN, P.; LUCISANO, M. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: evaluation of the uncooked products. *Journal of Cereal Science*, v. 53, n. 3, p. 319-327, 2011.
- MARTI, A.; PAGANI, M. A. What can play the role of gluten free pasta? *Trends in Food Science & Technology*, v. 31, n. 1, p. 63-71, 2013.
- MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. *Química de alimentos*. Recife: UFRPE. 2011, p. 78.
- MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioca-salsa. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 2, p. 27-36, 2006.
- METZLER, A. B.; MONTEIRO CAMPOS, M.; FERNÁNDEZ PIEDRA, M.; MORA-URPÍ, J. Pejibaye Palm Fruit Contribution to Human Nutrition. *Principes*, v. 36, n. 2, p. 66-69, 1992.
- MORALES, E. M. Viabilidade de obtenção de alimento funcional a base de farinha de mesocarpo de babaçu (*Orbignya* sp.) e folhas de mandioca (*Manihot esculenta*) mediante fermentação por *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Microbiologia Aplicada) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.
- NAVES, M. M. V. Características químicas e nutricionais do arroz. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 25, n. 1, p. 51-60, 2007.
- NOBRE, S. R.; SILVA, T.; CABRAL, J. E. P. Doença celíaca revisitada. *Jornal Português de Gas-*

trenterologia, v. 14, p. 184-93, 2007.

OLIVEIRA, A. M. M. M.; MARINHO, H. A.; Desenvolvimento de panetone à base de farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth). Alimentos e Nutrição, v. 21, n. 4, p. 595-605, 2010.

OLIVEIRA, J. Extração e caracterização de pectina da farinha do mesocarpo de babaçu. 2019. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ariquemes, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; ARTHUR, V.; POLES, L. F.; OLIVEIRA, A. L. Evaluation of production and gamma radiation effects in pasta enriched with brown flaxseed bagasse (*Linum usitatissimum* L.). European International Journal of Science and Technology, v. 3, p. 232-238, 2014.

OLIVEIRA, N. A.; MAZZALI, M. R.; FUKUMASU, H.; GONÇALVES, C. B.; OLIVEIRA, A. L. Composition and physical properties of babassu seed (*Orbignya phalerata*) oil obtained by supercritical CO₂ extraction. Journal of Supercritical Fluids, v. 150, p. 21-29, 2019.

ONG, M. H.; BLANSHARD, J. M. V. Texture determinants of cooked, parboiled rice. II: Physicochemical properties and leaching behaviour of rice. Journal of Cereal Science, v. 21, n. 3, p. 261-269, 1995.

ORMENESE, R. C. S. C.; CHANG, Y. K. Massas alimentícias de arroz: uma revisão. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, v. 20, n. 2, p. 175-190, 2002.

PAISAGISMO DIGITAL. Plantas ornamentais, Pupunha: alimento e beleza. 2014. Disponível em: <https://paisagismodigital.com/noticias/?id=p-ornamentais-pupunha-paisagismo-digital&in=342>. Acesso em: 4 ago. 2020.

PAVLAK, M. C. M. Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. Evidência, Joaçaba, v.7, n. 1, p. 7-24, 2007.

PIMENTA, L. B.; ARAUJO, M.; COSTA, R. D. S.; RODRIGUES, A. M. C.; MELLER, L.; AMANTE, E. R. Propriedades tecnológicas de farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2011, Campinas. Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2011.

PIRES, M. B.; AMANTE, E. R.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Caracterização das propriedades físico-químicas, tecnológicas e viscoamilográficas da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* kunt). Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 2, p. 3402-3409, 2015.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, A. G. Química de alimentos. Instituto Mauá de tecnologia. Editora Edgar. Blucher Ltda, São Paulo, p. 155- 157, 2004.

ROJAS-GARBANZO, C.; PÉREZ, A. M.; BUSTOS-CARMONA, J.; VAILLANT, F. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour. Food Research International, v. 44, n. 7, p. 2377-2384, 2011.

SILVA, F. A.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. Química Nova, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, S.; TASSARA, H. Frutas Brasil frutas. São Paulo: Empresa das Artes, 2005. 321 p.

TEBA, C. S.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades de pasta de massas alimentícias pré-cozidas de arroz e feijão. Alimentos e Nutrição, v. 20, p. 413-428, 2009.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

“

Estabilidade físico-química e microbiológica da carne mecanicamente separada (CMS), do surimi e dos *nuggets* de subprodutos de frango

Érica da Costa **Monção**

UFPB

Marlene Nunes **Damaceno**

IFCE

Cristiani Viegas Brandão **Grisi**

UFPB

Antônia Lucivânia de Sousa **Monte**

IFCE

Beth Sebna da Silva **Meneses**

IFCE

Edilania Silva do **Nascimento**

IFCE

Antônia Tanna Farias da **Cruz**

IFCE

RESUMO

A carne e produtos à base de carne são suscetíveis a alterações oxidativas, tanto nos estados frescos quanto nos cozidos. Na forma fresca, eles são afetados pelo armazenamento e embalagem, bem como por outros fatores relacionados às espécies do animal, ao corte da carne e ao conteúdo de gordura e hemoproteína. Muitas tentativas de melhorar a funcionalidade da CMS envolvem técnicas de pós-separação para reduzir teor de osso, gordura e tecido conjuntivo, como processos de lavagem tipo surimi. Devido às suas características únicas, surimi é usado como matéria-prima intermediária para processamento de produtos, como empanados tipo *nuggets*. Objetivou-se avaliar a estabilidade físico-química e microbiológica da CMS, surimi e *nuggets* de subprodutos de frango armazenados sob congelamento. Elaborou-se quatro formulações de *nuggets* variando proporções de pele e surimi de CMS (patente BR 102017021567-9). CMS, surimi e *nuggets* foram analisados quanto à atividade de água (A_w), pH, proteínas, cor, coliformes a 45°C, *Salmonella* spp., mesófilos e psicrotróficos, por 145 dias, 141 dias e 121 dias, respectivamente. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizado e teste de comparação de médias *Tukey* ao nível de 1% de probabilidade. As matérias-primas (CMS e surimi) e os *nuggets* apresentaram parâmetros físico-químicos e microbiológicos dentro dos padrões permitidos pela legislação, durante todo armazenamento. Surimi e *nuggets* apresentaram correlação inversa entre A_w e teor proteico durante armazenamento. E as contagens de mesófilos, psicrotróficos e de bolores e leveduras indicam matérias-primas e produto final adequados para processamentos cárneos e consumo.

Palavras-chave: Carne mecanicamente separada; Empanado; Surimi de frango; Pele de frango; Parâmetros físico-químicos.

INTRODUÇÃO

A carne e os produtos à base de carne são suscetíveis a alterações oxidativas, tanto nos estados frescos quanto nos cozidos. Na forma fresca, eles são afetados pelo armazenamento e embalagem, bem como por outros fatores relacionados às espécies do animal, ao corte da carne e ao conteúdo de gordura e hemoproteína. No cozimento, a estabilidade oxidativa e o prazo de validade são afetados novamente pelas espécies, corte de carne, tipo de carne (sólida, moída, separada mecanicamente-CMS), bem como pelo método de processamento térmico utilizado (fervura, fritura, churrasco e cura, entre outros) (SHAHIDI, 2016).

A CMS é definida como: “Produto obtido pela remoção de carne de ossos após desossa ou de carcaça de aves, usando meios mecânicos que resultam na perda ou modificação da estrutura da fibra muscular” (TOMAIUOLO et al., 2019). Na forma em que é obtida apresenta natureza pastosa, teores relativamente altos de gordura e presença de pigmentos, sendo, portanto, mais usada em formulações de produtos emulsionados (AKL, 1994) (MONÇÃO et al., 2020).

É sabido que as CMS, comparadas às fontes musculares intactas, podem impactar a qualidade alimentar de outros produtos processados, amaciando textura, introduzindo dureza, aumentando os sabores e aumentando vermelhidão. Muitas tentativas de melhorar a funcionalidade da CMS envolvem técnicas de pós-separação para reduzir o teor de osso, gordura e tecido conjuntivo, como processos de lavagem tipo surimi (MILLER et al., 2020).

O método de processamento surimi foi desenvolvido no Japão para prolongar a vida útil do produto. A carne picada é lavado repetidamente com água gelada (5 ± 10 °C), o que remove resíduos desnecessários que promovem a desnaturação de proteínas durante o armazenamento congelado. Surimi é comumente misturado com crioprotetores (4% de açúcar, $4 \pm 5\%$ de sorbitol e $0,2 \pm 0,3\%$ de polifosfatos). O surimi tem excelentes propriedades funcionais, como gelificação, propriedades emulsificantes e de ligação à água. A alta concentração da proteína miofibrilar permite que o produto gelifique após aquecimento tornando-se mastigável, de textura elástica. Sob armazenamento constante a baixa temperatura (abaixo de -20 °C), o surimi congelado pode geralmente ser armazenado por até 1 ± 2 anos sem alterações significativas propriedades funcionais. Devido às suas características únicas, o surimi é usado como matéria-prima intermediária para o processamento de produtos embutidos, rissóis e empanados como *nuggets* (KIM; PARK, 2007).

Os *nuggets* de frango podem apresentar, além do surimi de CMS, outras matérias-primas como a pele de frango, que é um subproduto derivado do processamento de carne de frango, que é altamente subutilizado, constituindo um enorme custo para a eliminação de resíduos e ao meio ambiente, bem como a perda de valor nutricional (FEDDERN et al., 2010) (MONÇÃO et al., 2020).

Existem três fatores principais que reduzem o prazo de validade da carne e produtos

cárneos. O mais importante é o crescimento microbiano, que pode afetar não apenas a cor, mas também a segurança da carne. Os outros dois fatores são os efeitos do estresse oxidativo na mioglobina, que causam deterioração da cor e oxidação lipídica, levando ao ranço. Todos esses fatores contribuem para efeitos colaterais adicionais, como a formação de odores indesejáveis e sabores (DUONG et al., 2008; FREGONESI et al., 2014).

Diante disso, objetivou-se avaliar a estabilidade físico-química e microbiológica da CMS, surimi e *nuggets* de subprodutos de frango armazenados sob congelamento.

METODOLOGIA

Materiais

Pele e carne mecanicamente separadas (CMS) de frango foram doadas por uma indústria avícola, sob Inspeção Federal, com sede em Fortaleza-CE. A matéria-prima foi transportada dentro de recipiente isotérmico, com gelo, a uma temperatura de até 4°C para a Planta Piloto de Processamento de Carne do Campus Limoeiro do Norte do IFCE, onde foram armazenados, sob congelamento, até o processamento.

Os demais ingredientes utilizados na elaboração dos *nuggets* foram adquiridos no comércio local de Limoeiro do Norte – CE e em lojas especializadas em vendas de ingredientes alimentícios localizadas em Fortaleza-CE.

Reagentes

Os reagentes foram adquiridos pelas empresas Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) e Merck (Darmstadt, Germany). Todos os reagentes para a pesquisa foram de grau analítico ou do teor mais alto de pureza disponível.

Métodos

Elaboração das formulações de *nuggets*

Elaborou-se quatro formulações de *nuggets* conforme patente publicada em abril/2019 (BR 102017021567-9), variando proporções de pele e surimi de CMS, conforme Monção et al. (2020).

Estabilidade da matéria-prima e dos *nuggets*

As amostras de CMS, de surimi e de *nuggets* de frango foram analisadas quanto ao

teor de proteínas, atividade de água (A_w), pH e cor. As proteínas foram determinadas pelo teor total de nitrogênio usando o método Kjeldahl pelo Digestor Block e a destilação de nitrogênio foi realizada em um Destilador de Nitrogênio Marconi, usando o excesso de ácido bórico a 4% para recepção de amônia, conforme (AOAC, 2019). A leitura do pH foi realizada por meio de um potenciômetro digital, modelo pH-100-B, marca PHTEK, operado de acordo com as instruções do manual do fabricante.

Já A_w das amostras foi determinada em aparelho medidor de A_w da marca AQUALAB LITE, utilizando uma amostra de carvão ativado como branco. E a cor foi medida através de 3 leituras em 3 pontos distintos da amostra, utilizando-se um colorímetro Minolta Chroma Meter, CR-400/410, conforme instruções do manual de seu fabricante. O colorímetro fornece diretamente os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul), conforme Sistema CIE $L^*a^*b^*$. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

Quanto às análises microbiológicas, realizou-se a detecção de *Salmonella* spp., coliformes a 45°C, microrganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos e de bolores e leveduras, segundo American Public Health Association (APHA, 2001).

A estabilidade física, química e microbiológica da CMS e do surimi de CMS de frango foi realizada nos tempos 5, 25, 55, 85, 115 e 145 dias e 1, 21, 51, 81, 111 e 141 dias, respectivamente. Na formulação de *nuggets* mais aceita segundo Monção et al. (2020), a estabilidade foi realizada nos tempos 1, 31, 61, 91 e 121 dias. Os tempos para estabilidade foram escolhidos conforme o indicado na literatura e vida de prateleira da CMS e de *nuggets* comerciais.

Análise estatística

As análises foram feitas em triplicata e os resultados foram expressos com média \pm desvio padrão e tabelas. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado e teste de comparação de médias Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estabilidade físico-química

O resultado da estabilidade físico-química da CMS de frango encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Estabilidade físico-química da CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão					
	5 dias	25 dias	55 dias	85 dias	115 dias	145 dias
Aw	0,75±0,01 ^a	0,76±0,01 ^a	0,73±0,00 ^b	0,70±0,00 ^c	0,67±0,01 ^D	0,68±0,01 ^d
pH	6,67±0,11 ^{bc}	6,80±0,10 ^{ab}	6,70±0,10 ^{bc}	7,13±0,15 ^a	6,30±0,10 ^c	6,30±0,26 ^c
Proteínas (%)	12,21±1,10 ^a	13,39±0,02 ^a	13,58±0,13 ^a	13,33±0,18 ^a	13,62±0,23 ^a	13,03±0,06 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p > 0,01$).

Os parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) durante o armazenamento da CMS de frango, exceto proteína.

Para Aw, houve redução ($p < 0,01$) durante todo o período de armazenamento. Isto foi importante para manter uma boa qualidade desta matéria-prima, pois, sabe-se que quanto menor a Aw, menor é a atividade microbológica e mais lento é o processo de deterioração microbológica, mantendo, assim, as características físico-químicas e nutricionais da CMS por mais tempo.

Quanto ao pH, apresentou valores próximos da neutralidade (entre 6,30 e 7,13) durante o armazenamento da CMS, e o menor valor (6,30) foi verificado nos últimos 30 dias de armazenamento (tempos 115 dias e 145 dias) ($p < 0,01$). Esses valores são característicos da composição da CMS.

Em função da maneira de como a CMS é obtida e outros fatores como sua natureza altamente fragmentada, sua estrutura física, composição e elevado pH, faz com que este produto esteja susceptível a altos níveis de contaminação e, conseqüentemente, à redução de vida útil (PIRES; CAMARGO, 2016).

Kirschnik et al. (2007) ao avaliarem a estabilidade de CMS de tilápia por 180 dias, observaram resultado contrário ao desta pesquisa quando constatou que o pH aumentava significativamente nos primeiros 60 dias, permanecendo constante até o fim do período. Porém, os resultados encontrados foram próximos ao do presente estudo, entre 6,4 e 6,8. Além disso, afirma que aumento do pH pode indicar degradação proteica, com produção de substâncias como amônia e outras aminas.

Já a redução do pH causa solubilidade proteica, facilitando separação e extração de proteínas funcionais de fontes de proteínas musculares subutilizadas, melhorando, assim, a estabilidade dessas proteínas contra a oxidação de lipídios (HRYNETS et al., 2011).

Essa relação pH-teor proteico foi verificada no presente estudo quando os valores de pH, mesmo apresentando diferença significativa ($p < 0,01$), não tiveram grandes alterações e estiveram próximo à neutralidade, podem ter contribuído para que o teor de proteínas fosse mantido sem alterações significativas durante todo tempo de armazenamento da CMS. Além disso, este parâmetro esteve dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2000), que é mínimo de 12%.

O resultado da estabilidade da cor da CMS de frango encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Estabilidade da cor da CMS de frango

Parâmetros		Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão	
		5 dias	145 dias
Cor	L*	44,30±1,36 ^a	45,91±0,95 ^a
	a*	15,49±1,77 ^a	14,44±0,11 ^a
	b*	7,30±0,18 ^b	10,73±0,27 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si (p>0,01).

Os valores encontrados não apresentaram diferença significativa (p>0,01) entre os tempos 5 e 145 dias de armazenamento da CMS, exceto o valor b*, que apresentou maior valor (10,73) no último tempo de armazenamento. Isto indica que a CMS não manteve sua cor estável até o último dia de armazenamento, apresentando uma coloração mais amarela no final da estocagem.

Segundo Olivo (2006) uma alternativa para aumentar a estabilidade da cor do produto é adição de α -tocoferol (vitamina E) no momento do processamento de carnes, sendo que o efeito deste aditivo foi verificado em CMS de frango refrigerada e estocada por 12 dias, constatando-se que a CMS suplementada com vitamina E apresentou uma maior preservação da cor vermelha, provavelmente devido ao efeito protetor desta vitamina à molécula do pigmento heme, a qual por sua vez, protege o átomo de ferro, retardando sua oxidação.

A hemoglobina e a mioglobina são conhecidas por serem os principais pró-oxidantes nos alimentos musculares; sua oxidação está geralmente associada a problemas de cor nesses alimentos. Portanto, a remoção de pigmentos da CMS poderia ter um efeito benéfico na intensidade da cor e na velocidade da oxidação lipídica, o que, estenderia a vida de prateleira de produtos crus e cozidos a base de CMS (HRYNETS et al., 2011).

O resultado da estabilidade físico-química do surimi de CMS de frango encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Estabilidade físico-química do surimi de CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão					
	1 dia	21 dias	51 dias	81 dias	111 dias	141 dias
Aw	0,75±0,01 ^a	0,75±0,00 ^a	0,70±0,01 ^{ab}	0,70±0,04 ^{ab}	0,63±0,01 ^c	0,68±0,02 ^{bc}
Ph	6,73±0,11 ^d	7,33±0,15 ^{ab}	7,10±0,10 ^{bc}	6,40±0,20 ^e	6,97±0,06 ^{cd}	7,43±0,15 ^a
Proteínas (%)	10,44±0,03 ^c	11,34±0,13 ^b	10,12±0,02 ^c	11,43±0,11 ^b	11,89±0,00 ^a	12,02±0,20 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si (p>0,01).

Todos os parâmetros apresentaram diferença significativa (p<0,01) durante todo o período de armazenamento do surimi de CMS de frango.

Observou-se uma provável correlação inversa entre os parâmetros A_w e proteínas, principalmente a partir dos 111 dias de armazenamento do surimi, pois verificou que A_w apresentou os menores valores (0,63 e 0,68) enquanto que o teor proteico foram os maiores (11,89% e 12,02%). Isto pode ser resultante de uma maior solubilidade das proteínas miofibrilares do surimi, o que reduziu teor de água livre (responsável pela medição da A_w) e, conseqüentemente, aumentou a concentração proteica.

As proteínas miofibrilares presentes no surimi de CMS de frango são responsáveis por propriedades funcionais como emulsificação, e a relação dessas proteínas com a água, no surimi desta pesquisa, pode estar relacionado ao fato de que as mesmas atuam como agente estabilizante ou emulsificante, ou seja, atuam na interface entre gordura e água, diminuindo a tensão interfacial entre as duas, unindo-as e evitando a coalescência da gordura (MASCHIETO et al., 2008) Com isso, possivelmente o surimi apresentou emulsão estável nos últimos dias de armazenamento.

Ramadhan, Huda e Ahmad (2012) ao pesquisarem o efeito da adição de diferentes crioprotetores (polidextrose, trealose, lactitol, palatinit ou mistura de sacarose-sorbitol) na estabilidade de congelamento-descongelamento de material tipo surimi de pato por 4 meses, verificaram que amostra com polidextrose teve a maior capacidade de retenção de água entre os tipos de amostra testados, e manteve seu valor mais alto durante o armazenamento congelado. Mas, ao contrário do presente estudo, a solubilidade da proteína das amostras com crioprotetores diminuiu significativamente de 58,99 para 59,60% no armazenamento inicial congelado (0 meses) para 48,60 a 54,61% no final do experimento (4 meses).

Para o pH, os valores encontrados estiveram compreendidos entre 6,40 e 7,43 durante todo o período de armazenamento do surimi, apresentando maior valor (7,43) no tempo 141 dias ($p < 0,01$). Vega (2008) verificou valores próximos ao desta pesquisa (entre 7,27 e 7,30) ao analisar surimi de CMS de frango obtido em diferentes temperaturas, proporções (CMS:solução de lavagem) e tempos de lavagens.

O comportamento do pH durante o armazenamento congelado é dependente da temperatura de estocagem, composição em sais, estado fisiológico, poder tampão das proteínas e ação enzimática (GRÝSCHEK; OETTERER; GALLO, 2003). Logo, os valores elevados encontrados no presente estudo podem ter sido influenciados pelos sais (bicarbonato de sódio e cloreto de sódio) presentes nas soluções de lavagem e pela adição dos crioprotetores (sacarose e sorbitol) durante obtenção do surimi.

O resultado da estabilidade da cor do surimi de CMS de frango encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4. Estabilidade da cor do surimi de CMS de frango

Parâmetros		Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão	
		1 dias	141 dias
Cor	L*	56,41±3,98 ^a	53,50±1,12 ^a
	a*	4,39±0,15 ^a	2,98±0,21 ^b
	b*	9,12±0,07 ^a	9,41±0,45 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p>0,01$).

Os valores verificados para este parâmetro não apresentaram diferença significativa ($p>0,01$) para o primeiro e último dia de armazenamento, exceto valor a*, que apresentou redução de 4,39 para 2,98. Portanto, o surimi apresentou-se menos avermelhado no final do armazenamento.

Akl (1994) encontrou valores a* próximos e maiores, entre 3,50 e 11,27, ao avaliar surimi de CMS de frango obtidas com diferentes concentrações de NaCl na solução de lavagem e número de centrifugações realizadas durante a obtenção do surimi.

Buamard e Benjakul (2019) ao estudarem o impacto do extrato etanólico de casca de coco (ECHE) em diferentes concentrações (0–0,25 g de extrato/100 g de surimi) e pré-emulsificação nas propriedades e estabilidade do gel de surimi de sardinha (*Sardinella albella*) fortificado com o óleo de robalo durante o armazenamento refrigerado de 10 dias, verificaram que a diminuição da brancura foi perceptível em gel de surimi adicionado com ECHE, especialmente com níveis crescentes de ECHE.

Zhou et al. (2017) ao determinarem os efeitos de diferentes concentrações de óleo de chá de camélia nas propriedades físico-químicas do gel de surimi e na estrutura secundária da proteína, observaram que a brancura se acentuou com o aumento da concentração do óleo.

O resultado da estabilidade físico-química dos *nuggets* de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5. Estabilidade físico-química dos *nuggets* de subprodutos de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão					
	1 dia	31 dias	61 dias	81 dias	91 dias	121 dias
Aw	0,72±0,01 ^a	0,70±0,01 ^{ab}	0,64±0,04 ^b	0,63±0,01 ^b	0,64±0,01 ^b	0,68±0,02 ^{bc}
Ph	6,57±0,05 ^a	6,47±0,15 ^a	6,57±0,06 ^a	6,70±0,10 ^a	6,50±0,26 ^a	7,43±0,15 ^a
Proteínas (%)	10,52±0,44 ^{ab}	11,10±0,40 ^a	10,86±0,30 ^{ab}	10,24±0,18 ^b	11,29±0,10 ^a	12,02±0,20 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p>0,01$).

Os parâmetros apresentaram diferença significativa ($p<0,01$) durante todo o período de armazenamento dos *nuggets*, exceto pH.

Verificou-se uma correlação inversa entre os parâmetros Aw e proteína, onde nos últimos dias de estocagem a Aw apresentou os menores valores (0,63 e 0,64) e o maior teor

proteico (11,29%). Esta correlação foi a mesma verificada no surimi durante seu armazenamento, o que possivelmente influenciou na estabilidade desses parâmetros nos *nuggets*. Além disso, os teores de proteínas encontrados durante todo o período de armazenamento dos *nuggets* estiveram dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2001a), que é mínimo 10%. Moura (2012), ao desenvolver *nuggets* com surimi de pescada amarela, verificou teores maiores do que os encontrados na presente pesquisa para Aw (0,96) e proteínas (15,61%).

Para o pH, os valores encontrados nos *nuggets* (entre 6,47 e 6,70) também podem estar relacionados diretamente com os elevados valores verificados no surimi durante armazenamento (entre 6,40 e 7,43).

O resultado da estabilidade da cor dos *nuggets* de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6. Estabilidade da cor dos *nuggets* de subprodutos de frango

Parâmetros		Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão	
		1 dias	121 dias
Cor	L*	56,98±1,85 ^a	55,52±1,09 ^a
	a*	1,70±0,26 ^a	1,79±0,09 ^a
	b*	17,52±0,81 ^b	19,75±1,05 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p > 0,01$).

Os valores verificados para este parâmetro não diferiram significativamente ($p > 0,01$) durante o período de armazenamento dos *nuggets*, exceto valor b*, que aumentou no último dia de armazenamento. Ou seja, os *nuggets* apresentaram aspecto mais amarelado ao final do armazenamento.

Babji et al. (1998) observaram resultados contrários desta pesquisa quando constatou aumento dos valores a* e b* em quatro formulações de salsichas de CMS e pele de frango durante 3 meses armazenadas sob refrigeração. Ainda afirma que adição de pele de frango pode diminuir o valor a* significativamente, porém, no seu trabalho, o aumento do valor a* pode ter sido devido ao uso da pele de frango cozida que apresentou uma cor mais escura do que a pele de frango *in natura*.

Quanto ao índice de peróxido, nenhuma das amostras (CMS, surimi e *nuggets*) houve presença quantitativa de peróxidos durante o período de armazenamento, indicando que as amostras não apresentaram oxidação lipídica durante o período de estocagem.

Essa ausência de peróxidos não pôde ser relatada por Buamard e Benjakul (2019) ao pesquisarem o impacto do extrato etanólico de casca de coco (ECHE) em diferentes concentrações (0–0,25 g de extrato/100 g de surimi) e pré-emulsificação nas propriedades e estabilidade do gel de surimi de sardinha (*Sardinella albella*) fortificado com óleo de robalo durante o armazenamento refrigerado de 10 dias, e observaram que oxidação lipídica do

gel de surimi reduzia conforme os níveis de extrato aumentavam.

A estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade. As reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas. A mais importante alteração química deteriorativa é causada pela oxidação lipídica (NEIVA, 2006). Porém, nas amostras desta pesquisa, esta alteração química não ocorreu mesmo estando em condições favoráveis.

Estabilidade microbiológica

O resultado da estabilidade microbiológica da CMS de frango encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7. Estabilidade microbiológica da CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento					
	5 dias	25 dias	55 dias	85 dias	115 dias	145 dias
Coliformes a 45°C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$5,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$
Psicrotróficos (UFC/g)	$3,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$6,1 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$

A CMS de frango apresentou contagem de coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. estável durante todo o período de armazenamento e permitido pela legislação (BRASIL, 2000), cujo padrão para *Salmonella* spp. é ausência em 25 g de amostra.

Quanto à contagem de mesófilos houve uma redução bastante perceptível a partir dos 85 dias de armazenamento, mantendo-se praticamente constante a partir dos 115 dias de estocagem.

A maioria dos microrganismos que se encontra nas aves vivas são os aeróbios mesófilos, e poucos conseguem se desenvolver em temperaturas inferiores a 7° C. Sua contagem tem sido usada como indicador de qualidade higiênica dos alimentos e, quando presente em grande número, indica falhas durante a produção (CARDOSO et al., 2005).

Logo, devido essa classe de microrganismos não suportar temperaturas muito baixas como as de congelamento, ela apresentou contagem reduzida na CMS durante o armazenamento. Porém, as contagens foram relativamente altas provavelmente devido à grande superfície de contato desta carne, que é composta por pequenas partículas resultantes do seu processo de obtenção, favorecendo, portanto, a multiplicação desses microrganismos.

Para contagem de psicrotróficos houve também uma redução bastante perceptível, mas a partir dos 55 dias de armazenamento, mantendo-se também praticamente constante a partir dos 115 dias de estocagem.

A redução da contagem de mesófilos e psicrotróficos na CMS durante todo o período

de armazenamento pode estar relacionada à redução da A_w durante este mesmo período (Tabela 1), pois quanto menor a A_w , menos favorável o meio encontra-se para crescimento dos microrganismos. Além disso, a partir dos 115 dias de armazenamento a CMS apresentou as menores contagens de mesófilos e psicrotróficos ($4,1 \times 10^2$ UFC/g e $3,6 \times 10^2$ UFC/g).

Os microrganismos psicrotróficos que predominam nas carcaças podem multiplicar-se, mesmo que lentamente, em temperaturas iguais ou inferiores a 0°C e são responsáveis por grande parte das alterações dos produtos, o que faz com que a vida comercial das carnes de aves dependa tanto da conservação quanto do número de microrganismos presentes após a sua obtenção (SAVIO et al., 2019).

Nunes (2003) verificou valores menores do que encontrados no presente estudo para contagem de coliformes, mesófilos e psicrotróficos em CMS durante 99 dias de armazenamento, cujos valores foram 2,1 NMP/g e 2,5 NMP/g, 4,5 UFC/g e 5,0 UFC/g e entre 4,5 UFC/g e 5,6 UFC/g, respectivamente.

Cegińska et al. (2019) ao avaliar a estabilidade de CMS de frango com diferentes preparações de sálvia (extrato aquoso, etanólicos e óleo essencial), embalada sob congelamento e baixa pressão por 9 meses, verificaram contagens de coliformes ($3,1 \times 10^1$ - <10 NMP/g), mesófilos ($4,8 \times 10^2$ - $3,0 \times 10^3$ UFC/g) e psicrotróficos ($1,2 \times 10^3$ - $3,3 \times 10^3$ UFC/g) nas amostras analisadas no mês 9, maiores do que os valores observados na presente pesquisa para o tempo 145 dias (<3 NMP/g; $4,1 \times 10^2$ UFC/g; $3,6 \times 10^2$ UFC/g, respectivamente).

Apesar dos ossos serem bem refrigerados para a obtenção da CMS, a temperatura aumenta durante o processo, o que em conjunto com o valor de pH e o teor de nutrientes e sais minerais influencia favoravelmente no crescimento da flora microbiana durante a obtenção, armazenamento e uso posterior. Se a carcaça ou ossos não forem devidamente refrigerados e recuperação mecânica não é executada imediatamente após a desossa manual, a qualidade microbiológica é afetada (MELLA et al., 2004).

O resultado da estabilidade microbiológica do surimi de CMS de frango encontra-se na Tabela 8.

Tabela 8. Estabilidade microbiológica do surimi de CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento					
	1 dias	21 dias	51 dias	81 dias	111 dias	141 dias
Coliformes a 45°C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$7,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$4,8 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$
Psicrotróficos (UFC/g)	$1,9 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$

O surimi de CMS de frango manteve as contagens de coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. estáveis durante todo o período de armazenamento, estando conforme os padrões permitidos pela legislação (BRASIL, 2001b), cujos valores são de máximo 104 NMP/g e ausência em 25g, respectivamente.

O comportamento das contagens de mesófilos e psicrotróficos no surimi foi semelhante às contagens desses microrganismos na CMS, durante o armazenamento. Para a contagem de mesófilos houve uma redução bastante perceptível a partir dos 51 dias de armazenamento até apresentar a menor contagem destes microrganismos nos 151 dias de armazenamento ($3,1 \times 10^2$ UFC/g). Quanto à contagem de psicrotróficos, também apresentou uma redução bastante perceptível a partir dos 81 dias de armazenamento, mantendo-se praticamente estável até os últimos dias de armazenamento.

Esta redução da contagem de mesófilos e psicrotróficos no surimi durante o período de armazenamento, assim como na CMS, também pode estar relacionada à redução da A_w no surimi durante armazenamento (Tabela 3), o que provavelmente tornou esta matéria-prima menos propícia ao crescimento microbiano.

Kirschnik et al. (2007) verificou resultados menores para psicrotróficos (entre 2,99 e 3,99 UFC/g) em surimi de CMS de tilápia nilótica armazenada durante 180 dias.

Os resultados verificados para CMS e surimi indicam matérias-primas com condições higiênico-sanitárias adequadas para sua utilização em formulações de produtos cárneos, pois seriam consideradas inadequadas, e com deterioração perceptível, se apresentassem contagem de microrganismos em torno de 106 UFC/g (MELLA et al., 2004).

O resultado da estabilidade microbiológica dos nuggets de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 9.

Tabela 9. Estabilidade microbiológica dos nuggets de subprodutos de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento				
	1 dias	31 dias	61 dias	91 dias	121 dias
Coliformes a 45°C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$1,8 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$8,1 \times 10^1$	$7,9 \times 10^1$
Psicrotróficos (UFC/g)	$4,6 \times 10^1$	$1,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$9,5 \times 10^1$
Bolores e Leveduras (UFC/g)	$3,2 \times 10^1$	$2,8 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$	$3,5 \times 10^1$	$2,7 \times 10^1$

Os nuggets de subprodutos de frango apresentaram contagens de coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. estáveis durante todo o período de armazenamento, e dentro dos padrões permitidos pela legislação (BRASIL, 2001a), cujos os valores são máximo 103 NMP/g e

ausência em 25g, respectivamente.

Quanto à contagem de mesófilos, reduziu a partir dos 31 dias de armazenamento, tornando-se praticamente constante a partir dos 91 dias de estocagem. A menor contagem verificada foi nos 121 dias de armazenamento ($7,9 \times 10^1$ UFC/g).

Para contagem de psicotróficos, apresentou maiores valores entre os tempos de 31 dias e 91 dias, para posterior redução da contagem destes microrganismos nos últimos dias de estocagem. Este comportamento dos psicotróficos pode estar relacionado à diversidade de espécies dessa classe de microrganismos que poderiam estar contidas nos *nuggets* de subprodutos de frango, onde cada uma dessas espécies, muitas vezes, necessita de condições intrínsecas e extrínsecas específicas e distintas entre si para seu crescimento, como pH, Aw e umidade relativa, o que, conseqüentemente, pode vir a desfavorecer o crescimento de outras espécies.

Segundo Franco e Landgraf (2008), carcaças de frango contêm uma diversificada variedade de microrganismos, com predomínio de espécies psicotróficas, como *Pseudomonas*, *Moraxella* e *Acinetobacter*. O pH entre 5,7 e 5,9, por exemplo, favorece a multiplicação de *Pseudomonas*. Portanto, dos 31 dias aos 91 dias de armazenamento, as condições que os *nuggets* se apresentavam provavelmente estavam propícias para o crescimento de uma quantidade maior de espécies do que nos tempos 1 dia e 121 dias de armazenamento, o que pode ter justificado as menores contagens de psicotróficos nestes dois tempos.

As contagens de bolores e leveduras não apresentaram valores muito distintos entre si durante todo o período de armazenamento dos *nuggets* de subprodutos de frango.

As contagens observadas indicam que os *nuggets* apresentaram-se adequados para o consumo durante todo o período que esteve armazenado, pois apresentou contagens abaixo de 10^6 UFC/g, quando então se considera o produto com deterioração evidente e inadequado para o consumo (MELLA et al., 2004; VICTORINO, 2008).

Bonato (2006) verificou que *nuggets* com 20% de surimi de CMS de frango, armazenados por seis meses, também mantiveram sua qualidade microbiológica aceitável durante todo o período de estocagem.

No entanto, Victorino (2008) observou inadequação na qualidade microbiológica de pão de carne com CMS de frango armazenado por 40 dias, pois constatou que as amostras apresentaram alta contagem microbiológica após 20 dias de armazenamento, estando deterioradas e impróprias para o consumo após 40 dias.

CONCLUSÃO

As matérias-primas (CMS e surimi) e os *nuggets* apresentaram parâmetros físico-químicos e microbiológicos dentro dos padrões permitidos pela legislação, durante todo

armazenamento. Tanto a CMS quanto o surimi apresentaram redução de A_w durante o armazenamento, o que pode ter influenciado na redução das contagens de mesófilos e psicrotróficos destas matérias-primas durante o mesmo período. As matérias-primas e os *nuggets* apresentaram coloração mais clara e amarelada no final do armazenamento. E as contagens de mesófilos, psicrotróficos e de bolores e leveduras indicam matérias-primas e produto final adequados para processamentos cárneos e consumo.

REFERÊNCIAS

AKL, E. R. Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de frango na obtenção de produto tipo surimi. Campinas- São Paulo. Dissertação de Mestrado., , 1994.

AOAC. Official Methods of Analysis. 21. ed. [s.l: s.n.].

APHA. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. [s.l: s.n.].

BABJI et al. Quality of mechanically deboned chicken meat frankfurter incorporated with chicken skin. International Journal of Food Sciences and Nutrition., v. 49, p. 319–326, 1998.

BONATO. Aprovechamiento de surimi de pollo en productos tipo nuggets. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia UPV-Tecnología de Alimentos., , 2006.

BRASIL. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (cms) de aves, bovinos e suínos. Brasil Ministério da Agricultura e do Abastecimento., , 2000.

BRASIL. Instrução normativa nº 6, de 15 de fevereiro de 2001. Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados. Ministério da agricultura e do abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Brasília-Brasil., 2001a.

BRASIL. Resolução RDC no 12, de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília-Brasil., 2001b.

BUAMARD, N.; BENJAKUL, S. Effect of ethanolic coconut husk extract and pre- emulsification on properties and stability of surimi gel fortified with seabass oil during refrigerated storage. Lwt, v. 108, n. March, p. 160–167, 2019.

CARDOSO, A. L. S. P. et al. Pesquisa de Salmonella spp, coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango. Higiene Alimentar, 2005.

CEGIEŁKA, A. et al. The use of bioactive properties of sage preparations to improve the storage stability of low-pressure mechanically separated meat from chickens.

Poultry Science, v. 98, n. 10, p. 5045–5053, 2019.

DUONG, D. Q. et al. Improving ground beef safety and stabilizing color during irradiation using antioxidants, reductants or TSP. Meat Science, v. 78, n. 4, p. 359–368, 2008.

FEDDERN, V. et al. Physico-chemical composition, fractionated glycerides and fatty acid profile of chicken skin fat. European Journal of Lipid Science and Technology, v. 112, n. 11, p. 1277–1284, 2010.

- FRANCO, B.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu.: [s.n.].
- FREGONESI, R. P. et al. Irradiated vacuum-packed lamb meat stored under refrigeration: Microbiology, physicochemical stability and sensory acceptance. *Meat Science*, v. 97, n. 2, p. 151–155, 2014.
- GRÛSCHEK; OETTERER; GALLO. Characterization and Frozen Storage Stability of Minced Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Red Tilapia (*Oreochromis spp.*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, p. 57–69, 2003.
- HRYNETS, Y. et al. Impact of citric acid and calcium ions on acid solubilization of mechanically separated turkey meat: Effect on lipid and pigment content. *Poultry Science*, v. 90, n. 2, p. 458–466, 2011.
- KIM, J. S.; PARK, J. W. Mince from seafood processing by-product and surimi as food ingredients. In: *Maximising the Value of Marine By-Products*. [s.l.] Woodhead Publishing Limited, 2007. p. 196–228.
- KIRSCHNIK, P. G. et al. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Aleph*, 2007. MASCHIETO, C. M. et al. Propriedades físico-químicas e sensoriais de “surimi” proveniente de CMS de frango e o potencial para aplicação em produtos cárneos. São Paulo. Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL. Centro de Tecnologia de Carnes- CTC., , 2008.
- MELLA, M. et al. Carne recuperada mecánicamente de los huesos de aves , cerdos y reses (...) Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Dirección de Carne e Irradiación., , 2004.
- MILLER, D. K. et al. Rheological characteristics of mechanically separated chicken and chicken breast trim myofibril solutions during thermal gelation. *Food Chemistry*, v. 307, n. March 2019, p. 125557, 2020.
- MONÇÃO, É. DA C. et al. Melhoria da qualidade de nuggets de surimi de carne mecanicamente separada (CMS) de frango com revestimento de amido. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 8057–8079, 2020.
- MOURA, E. S. Influência da adição da fibra de maracujá em reestruturado empanado a partir de resíduo de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) Belém- PA. Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos., , 2012.
- NEIVA, C. R. P. Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada - CMS na indústria de pescados: Simpósio de Controle do Pescado-SIMCOPE. Instituto de Pesca. São Vicente., 2006.
- NUNES, T. P. Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica de carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com filés de peito de galinhas de descarte. São Paulo – Brasil. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo., , 2003.
- OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves . In: OLIVO, R.; OLIVO, N. *O mundo das carnes: ciência, tecnologia e mercado*. 3. ed. Criciúma: Editora Varela.: [s.n.].
- PIRES, M. DE O.; CAMARGO, V. C. Utilização de carne mecanicamente separada em hambúrguer de frango cozido: avaliação hambúrguer de frango cozido: avaliação Rio Pomba. Minas Gerais- Brasil Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do udeste de Minas Gerais., , 2016.
- RAMADHAN, K.; HUDA, N.; AHMAD, R. Freeze-thaw stability of duck surimi-like materials with different cryoprotectants added. *Poultry Science*, v. 91, n. 7, p. 1703– 1708, 2012.
- SAVIO, J. et al. Evaluation of the stability of thighs and drumsticks boneless chicken under different

conditions of industrial storage. *Food Science and Technology*, v. 39, n. June, p. 41–47, 2019.

SHAHIDI, F. Oxidative Stability and Shelf Life of Meat and Meat Products. In: *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats*. [s.l.] Elsevier Inc., 2016. p. 373–389.

SILVA, F. A. S. Assistat versão 7.7 beta. Campina Grande – PB, Brasil. DEACG - CTRN-UFCG, , 2014. Disponível em: <www.assistat.com>

TOMAIUOLO, M. et al. Innovative techniques for identifying a mechanically separated meat: sample irradiation coupled to electronic spin resonance. *European Food Research and Technology*, v. 245, n. 10, p. 2331–2341, 2019.

VEGA, W. R. C. Avaliação e caracterização de surimi processado a partir de carne mecanicamente separada de frango Rio Grande, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, , 2008.

VICTORINO, L. Efeito da adição de fibras sobre as propriedades tecnológicas de emulsões com altos teores de carne de frango mecanicamente separada. Campinas- São Paulo. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos., , 2008.

ZHOU, X. et al. Changes in physicochemical properties and protein structure of surimi enhanced with camellia tea oil. *LWT - Food Science and Technology*, v. 84, p. 562– 571, 2017.

“

Estresse oxidativo e sistemas antioxidantes: conceitos fundamentais sob os aspectos da nutrição e da ciência dos alimentos

Ana Paula Alves **Mendes**

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - UFV

Rafaela Corrêa **Pereira**

Departamento de Ciências Agrárias - IFMG

Michel Cardoso **de Angelis-Pereira**

Departamento de Nutrição - UFLA

RESUMO

Buscando reunir e integrar conceitos sobre estresse oxidativo, sistemas antioxidantes do organismo e presença de antioxidantes nos alimentos, foi desenvolvida uma revisão narrativa para apresentar os mecanismos envolvidos na relação entre radicais livres e sistemas antioxidantes, bem como as fontes alimentares das principais classes de antioxidantes dos alimentos: os flavonoides e os carotenoides. Na revisão, é demonstrado que a exposição crônica ao estresse oxidativo, compreendido como o acúmulo desbalanceado de radicais livres com consequentes danos oxidativos às células, está intimamente relacionada à incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Com o objetivo de modificar ou eliminar os radicais livres e impedir seus efeitos nocivos, o organismo humano conta com sistemas antioxidantes que atuam sob diferentes mecanismos. Esses sistemas compreendem as vias endógenas, principalmente as enzimáticas, e as exógenas, constituídas basicamente pelos antioxidantes oriundos da alimentação. Dentre eles, os flavonoides e carotenoides se destacam, sendo descritos por sua importância cada vez mais pronunciada para a saúde. Além do entendimento dos mecanismos pelos quais as substâncias interagem com os radicais livres, é relevante conhecer as principais fontes alimentares dessas substâncias. Por compreenderem grupos muito variáveis de moléculas, com estruturas e propriedades distintas, isso pode se tornar um grande desafio. A discussão contextualizada desses assuntos e o entendimento aprofundado dos mecanismos envolvidos nessa dinâmica, pela conexão de conceitos da área da nutrição e da ciência dos alimentos pode ser útil para orientar pesquisas e práticas profissionais sobre o tema.

Palavras-chave: Doenças crônicas não transmissíveis; Estresse oxidativo; Alimentos funcionais.

INTRODUÇÃO

O interesse pelos alimentos de origem vegetal nos estudos das áreas da ciência e tecnologia de alimentos e da nutrição se devem, em grande parte, pela presença de substâncias funcionais antioxidantes, como flavonoides e carotenoides. Essas substâncias têm sido descritas pela capacidade de proteger os sistemas biológicos contra reações mediadas por radicais livres, principalmente as espécies reativas de oxigênio (ERO) e nitrogênio (ERN) que, quando presentes em desequilíbrio no organismo, causam o estresse oxidativo, evento inicial para o desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

Portanto, a ingestão de alimentos fonte de antioxidantes, quando aliada à hábitos de vida saudáveis, pode ser alternativa para promoção da saúde e prevenção de DCNT. Porém, antes de considerar as ações funcionais específicas desempenhadas por essas substâncias no organismo e os mecanismos pelos quais elas auxiliam na prevenção de doenças, é importante compreender como se desenvolvem as reações de oxidantes e o estresse oxidativo no organismo e o papel dos sistemas antioxidantes nessas situações.

O estresse oxidativo é entendido como o acúmulo desbalanceado de radicais livres, que sobrepõem a proteção antioxidante do organismo, causando danos oxidativos às células. Esses danos podem acarretar a formação de compostos mutagênicos e o desencadeamento de processos inflamatórios, dentre outros fatores que estão diretamente ligados ao desenvolvimento de patologias como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares. Com o objetivo de modificar ou eliminar os radicais livres e impedir seus efeitos nocivos, o organismo humano conta com sistemas antioxidantes que atuam sob diferentes mecanismos.

Esses sistemas envolvem as vias endógenas, principalmente as enzimáticas, e as exógenas, constituídas basicamente pelos antioxidantes oriundos da alimentação. Tratando dos sistemas antioxidantes exógenos, além do entendimento dos mecanismo pelos quais as substâncias interagem com os radicais livres, é relevante conhecer as principais fontes alimentares dessas substâncias, que apesar de ser um grande desafio, considerando a variedade de estruturas químicas e propriedades que compreendem, pode ser útil para orientar ações que buscam entender, avaliar, otimizar e educar sobre os benefícios dessas substâncias para a saúde humana.

Considerando a ausência de materiais que reúnam essas discussões de forma paralela e contextualizada diante das especificidades das áreas da nutrição e da ciência dos alimentos, foi desenvolvida uma revisão narrativa para apresentar conceitos fundamentais envolvidos na relação entre radicais livres e sistemas antioxidantes bem como as fontes alimentares das principais classes de substâncias antioxidantes da alimentação, os flavonoides e os carotenoides.

METODOLOGIA

Para a elaboração da revisão narrativa proposta, foram realizadas buscas por artigos científicos disponíveis nas bases de dados ISI Web of Knowledge (<https://www.webofknowledge.com/>), SciELO (<https://scielo.org/>) e PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) utilizando combinações de palavras-chave em inglês relacionadas ao tema de interesse, como: *antioxidant AND oxidative reaction; food AND antioxidante activity OR flavonoid OR carotenoid; antioxidant AND health*.

Foram considerados registros publicados em qualquer idioma, contanto que houvesse resumo em inglês e/ou português, publicados em periódicos com revisão por pares, que reportavam dados originais ou revisões. A busca não considerou nenhuma restrição de data de publicação. Buscas manuais nas listas de referência de revisões e publicações originais selecionadas também foram conduzidas.

Após análise quanto à adequação do tema ao objetivo proposto, os estudos considerados aptos para utilização na revisão narrativa proposta foram descritos, discutidos e/ou comparados, de acordo com o que os pesquisadores consideraram mais relevante abordar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Radicais livres e sistemas antioxidantes orgânicos

O evento inicial para o desenvolvimento das DCNT é, majoritariamente, a exposição crônica ao estresse oxidativo. Esse estresse é entendido como o acúmulo desbalanceado de espécies reativas oxidantes, ou radicais livres, que supera a proteção antioxidante do organismo, causando danos oxidativos às células (HALLIWELL, 2011). Apesar de serem formadas durante o metabolismo normal das células, principalmente pela cadeia respiratória mitocondrial, e serem essenciais para inúmeras funções fisiológicas em baixas concentrações (principalmente como moléculas sinalizadoras) (JEZEK; COOPER, STRICH, 2018), são produzidas em excesso em condições como dietas desbalanceadas, atividade física intensa, tabagismo, exposição intensa à radiação ionizante e à poluição entre outros fatores (BARBOSA et al., 2010; PISOSCHI; POP, 2015; SOARES et al., 2015). Nessas condições, elas afetam a estrutura e função de ácidos nucleicos, lipídeos e proteínas celulares, com consequente formação de compostos mutagênicos e desencadeamento de processos inflamatórios que estão intimamente relacionados à incidência de DCNT como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (PISOSCHI; POP, 2015).

Quimicamente, os radicais livres são entendidos como qualquer espécie que conte-

nham um ou mais elétrons não pareados em um orbital atômico ou molecular e, por essa razão, reagem facilmente com outras moléculas ao seu redor. A maioria dos radicais livres é à base de oxigênio e de nitrogênio. Algumas espécies químicas podem ser formadas a partir desses radicais, e apesar de não apresentarem elétrons desemparelhados, a estrutura instável as tornam moléculas reativas. Dessa forma, os termos ERO e ERN são utilizados para denominar tanto radicais livres como também as espécies não radicalares com instabilidade estrutural (RIBEIRO et al., 2008).

As ERO são formadas no organismo a partir do oxigênio durante as reações metabólicas que ocorrem nas mitocôndrias e peroxissomos. Originam-se por meio da excitação do oxigênio, formando o oxigênio singlete (1O_2), ou pelas sucessivas adições de elétrons ao O_2 , formando os radicais superóxido ($O_2^{\cdot-}$), radical hidroperoxila (HO_2^{\cdot}), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o radical hidroxila (HO^{\cdot}) (D'AUTRÉAUX; TOLEDANO, 2007; BHATTACHARJEE, 2010; KARUPPANAPANDIAN et al., 2011). Outras ERO incluem o radical alcóxil (RO^{\cdot}), radical peróxil (ROO^{\cdot}) e o hidropéroxido orgânico (ROOH) (SIES, 1991).

Dentre as ERN, o óxido nítrico é um dos principais exemplos. Formado pelo metabolismo normal do organismo, o óxido nítrico possui a importante função de promover o relaxamento dos vasos sanguíneos, evitando o aumento da pressão sanguínea. Entretanto, pode reagir com as ERO e formar o radical livre denominado peroxinitrito. Outro exemplo de ERN é o dióxido de nitrogênio (NO_2^{\cdot}) que também atuam como agentes oxidantes nos sistemas biológicos (RIBEIRO et al., 2008).

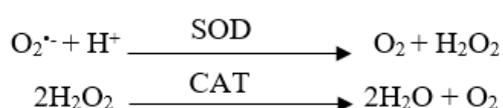
No entanto, o organismo humano conta com um sistema antioxidante para modificar e eliminar essas espécies reativas em excesso e assim, impedir que elas causem efeitos nocivos ao organismo. Esse sistema é formado por antioxidantes endógenos representados, principalmente, pelas enzimas antioxidantes, e pelo sistema exógeno, o qual é constituído pelos antioxidantes provindos da dieta (PISOSCHI; POP, 2015; FRAUNBERGER et al., 2016). O mecanismo de ação desse sistema se resume em: ação preventiva, a qual é a primeira linha de defesa, em que os antioxidantes atuam prevenindo as reações dos radicais livres com substâncias biológicas; mecanismos de reparação, ou seja, atuam interrompendo as reações de oxidação; e terceiro, através da reparação dos danos estruturais causados pelas espécies reativas (WU; KOSTEN; ZHANG, 2013).

Sistema antioxidante endógeno

O sistema antioxidante endógeno é formado, principalmente, pelas enzimas: superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), glutathione oxidase (GO), glutathione reductase (GR) e peroxirredoxinas (Prxs); e por antioxidantes não enzimáticos, como a ceruloplasmina, ferritina, transferrina, melatonina, glutathione, lactoferrina, ácido úri-

co, bilirrubina e poliaminas (BEYER, 1992; SEQUEIRA; RAO, RAO, 2012; HE et al., 2017).

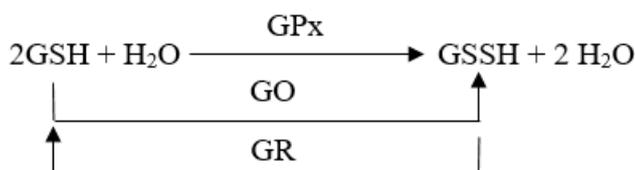
A SOD e a CAT são as principais enzimas antioxidantes. A SOD possui três isoformas: a CuZn-SOD que possui como cofator cobre e zinco sendo encontrada no citosol; a Mn-SOD que possui em seus sítios ativos o manganês, encontrada na matriz mitocondrial; e a SOD extracelular (ecSOD ou SOD3) que também possui como cofator cobre e zinco e é encontrada fora da célula (HE et al., 2017). As três isoformas catalisam a reação de transformação do radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio molecular (O_2) (ELE et al., 2016). A CAT, por sua vez, é encontrada principalmente nos hepatócitos e eritrócitos e possui a capacidade de transformar o H_2O_2 em altas concentrações em oxigênio e água (SUNG et al, 2013). A atuação da SOD e da CAT está resumida abaixo.



A glutathiona (GSH) é um tripeptídeo contendo tiol que, além de participar da redução do ácido ascórbico e do α -tocoferol, também atua na eliminação de xenobióticos e de espécies reativas (JOSEPH, MANNERVIK, ORTIZ, 1997; COUTO; WOOD; BARBER, 2016). Forma-se pela ligação peptídica entre o ácido glutâmico e a cisteína, catalisada pela enzima γ -glutamilcisteína sintetase. O dipeptídeo formado liga-se ao aminoácido glicina pela ação da glutathiona sintase, formando a GSH (HUBER, ALMEIDA, FÁTIMA, 2008).

A GSH reage com o H_2O_2 ou com hidroperóxidos orgânicos, transformando-os em água ou álcoois, respectivamente. Os elétrons doados pela GSH provêm do grupo sulfidril (-SH) do seu resíduo de cisteína. Essa reação é catalisada pelas enzimas glutathiona peroxidases (GSH-Px) (HAN; MA; YIN, 2010). Há dois tipos de GSH-Px, as que são selênio dependentes e as que não são. As primeiras atuam na redução de peróxido de hidrogênio e peróxidos orgânicos, já a segunda não são aptas a reduzir peróxido de hidrogênio (DAUN, AKESSON, 2004).

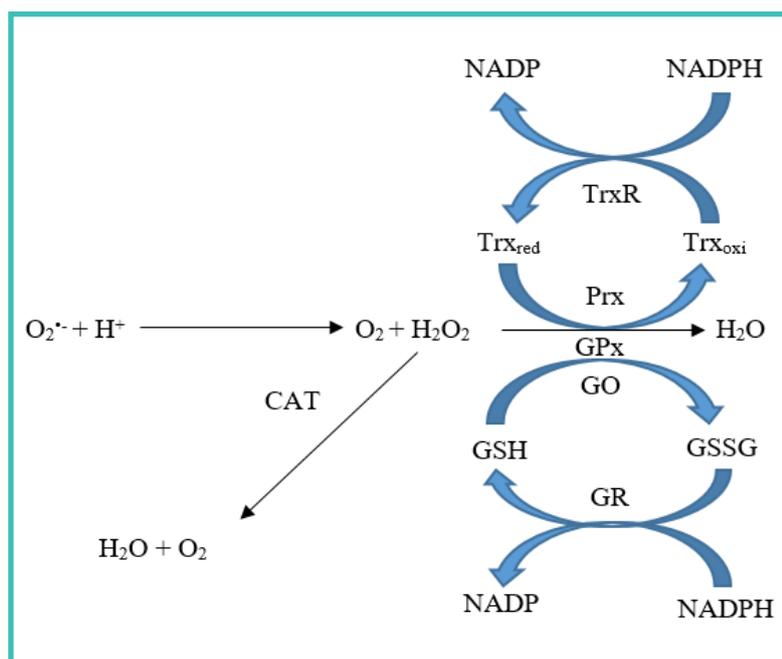
Durante a reação, a GSH é convertida a glutathiona dissulfeto (GSSH), mediante catálise da glutathiona oxidase (GO). Posteriormente, a enzima glutathiona redutase (GR) reduz a GSSH à GSH, através de elétrons do NADPH. Assim, a GSH pode continuar agindo como antioxidante. Esse processo é chamado de ciclo catalítico, o qual está esquematizado abaixo (HUBER, ALMEIDA, FÁTIMA, 2008).



As peroxirredoxinas (Prxs), juntamente com a GSH-Px e a CAT, são tiól peroxidases responsáveis por degradar o H₂O₂, além de peróxidos orgânicos e peroxinitritos. Atuam pela utilização de um resíduo de cisteína em seu sítio ativo (PARSONAGE; KARPLUS; POOLE, 2008; TRUJILLO et al., 2007). Nos mamíferos já foram identificadas 6 isoformas de Prxs: A Prx1, Prx2 e Prx6 encontradas no citoplasma, a Prx3 na mitocôndria, a Prx4 no retículo endoplasmático e a Prx5 presente no citoplasma, mitocôndria, peroxissomos e no núcleo (LU et al., 2014).

Semelhante ao que ocorre com a GSH, ao final do processo de degradação dos peróxidos, as Prxs ficam em sua forma oxidada, sendo necessária a atuação das enzimas tiorredoxinas (Trx) para promover sua redução e permitir que as mesmas continuem atuando na degradação dessas espécies reativas (ALMONDES et al., 2010). A tiorredoxina oxidada (Trx-S₂) é reduzida pela tiorredoxina redutase (TrxR) que utiliza o NADPH como doador de elétrons (LU et al., 2014). A Figura 1 resume a ação das enzimas antioxidantes.

Figura 1. Ação das enzimas antioxidantes endógenas.



Dos autores (2020)

Os antioxidantes não enzimáticos podem atuar sob diferentes formas. Algumas proteínas atuam estabilizando determinados íons metálicos, evitando que eles reajam com os componentes biológicos, como é o caso da transferrina, da ferritina e da lactoferrina, que se ligam ao ferro para promover seu transporte, armazenamento e utilização, minimizando as reações de oxidação promovidas por ele; a ceruloplasmina que transporta e armazena íons de cobre e promover a oxidação do ferro ferroso em férrico e assim ser transportado pela transferrina (BARBOSA et al., 2010; SEQUEIRA; RAO, RAO, 2012); e a metalotioneína

que se liga aos íons metálico de zinco e cádmio (IRATO et al., 2001).

A coenzima Q10 (CoQ10), principalmente na sua forma reduzida, chamada de ubiquinol (CoQ10H2), é capaz de reduzir o α -tocoferol (vitamina E) oxidado, regenerando-o para sua forma antioxidante (NAVASA; VILALBA; CABOR, 2007; BEYER, 1992).

O ácido úrico, substância produzida a partir da quebra de purinas (base nitrogenada), atua como antioxidante inibindo a nitrosilação de proteínas por peroxinitritos, assim como a peroxidação de lipídios (WARING, WEBB, MAXWELL, 2001). Já as poliaminas (PA) como a espermidina, espermina e putrescina, que estão presentes tanto nos seres humanos como em animais e vegetais, promovem a estabilização dos lipídeos de membrana celular, mais especificamente dos fosfolipídeos. Além disso, são capazes de proteger o DNA das espécies reativas (RIDER et al., 2007).

A melatonina, por sua vez, é um neuro-hormônio produzido pela glândula pineal a partir do aminoácido triptofano e é responsável pelo controle do ritmo circadiano (DIAS et al., 2013). Atua como antioxidante devido sua capacidade de quelar-se às espécies reativas, principalmente as EROS, e por estimular enzimas antioxidantes (RIDER et al., 2007). A bilirrubina também é um antioxidante orgânico não enzimático. Esse pigmento produzido através da quebra do grupo prostético heme da hemoglobina, é capaz de captar, quando não conjugada, o oxigênio singlete, reagir com o radical superóxido e peroxil, além de servir de substrato redutor das peroxidases na presença de peróxido de hidrogênio ou hidroperóxidos (STOCKER, AMES, 1987; STOCKER, GLAZWER, AMES, 1987).

Sistema antioxidante exógeno

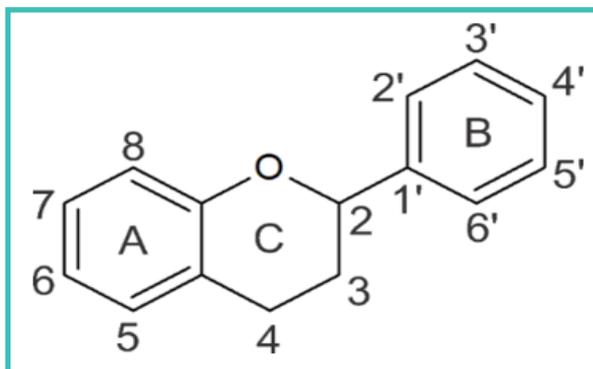
Juntamente com as defesas antioxidantes endógenas, os compostos antioxidantes da alimentação trabalham para evitar a sobrecarga de espécies reativas no organismo. Dentre eles destacam-se os carotenoides, os compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, além das vitaminas C e E, oriundos da alimentação. Esses compostos são encontrados, principalmente, em alimento de origem vegetal como frutas, vegetais e grão integrais (GRIFITHS et al., 2016; NOSRATI, BAKOVIC, PALIYATH, 2017). Há ainda os minerais como o selênio, zinco, cobre, magnésio, manganês, que embora não atuem diretamente como antioxidantes do sistema exógeno, são cofatores essenciais para as enzimas do sistema endógeno e obtidos pela alimentação (BARBOSA et al., 2010).

Flavonoides

Dentre os compostos antioxidantes presentes nos alimentos, os flavonoides, pertencentes à classe dos compostos fenólicos, são os mais abundantes, sendo encontrados principalmente em frutas, hortaliças, cereais e sementes. Possuem como estrutura básica

anéis aromáticos com um ou mais grupos hidroxilas ligados (Figura 2). A presença desse grupo hidroxila confere importante capacidade antioxidante aos compostos fenólicos, pois os tornam importantes doadores de hidrogênio (HASLAM, 1974).

Figura 2. Estrutura genérica dos flavonoides



Dos autores (2020)

De acordo com os tipos de elementos estruturais e grupos substituintes ligados a esses anéis, classificam-se os flavonoides em seis subclasses: flavonóis, flavonas, flavanóis, antocianidinas, isoflavonas e flavanonas (PANDEY, RIZVI, 2009; TSAO, 2010; MUT-SALUD et al., 2016). A Tabela 1 apresenta os principais alimentos fonte de cada uma dessas classes.

Na reação de transferência de átomos de hidrogênio do antioxidante ao radical livre, é formado um radical antioxidante que é menos reativo que a molécula que foi reduzida, pois o elétron que fica desemparelhado se desloca ao longo do anel fenólico, tornando o composto mais estável (SHAHIDI, ZHONG, 2010). Outros flavonoides atuam suprindo ou inibindo agentes pró-oxidantes, como os íons metálicos e oxigênio singlete. Ao se quelar a esses átomos, formam-se complexos estáveis e a concentração do oxidante é diminuída, reduzindo, conseqüentemente, seu potencial redox (NIMSE; PAL, 2015).

Tabela 1. Principais alimentos fonte de flavonoides e suas respectivas concentrações.

Flavonoide	Alimento	Concentração (mg.100g ⁻¹)
Flavonóis		
Kaempferol	Chia	24,36
	Couve	21,10
	Rúcula	72,45
Miricetina	Amora (suco)	20,85
	Batata doce roxa	15,59
	Cajú	28,64
Quercetina	Maçã	82,00
	Dill	79,00
Rutina	Ameixa	7,70
	Aspargo	39,82
	Vinho tinto	9,98

Flavonas		
Apigenina	Aipo	9,00
	Menta	58,50
	Salsa	570,00
Luteolina	Hortelã	85,58
	Sálvia	33,40
	Tomilho	42,25
Flavanóis		
Catequinas	Amora	312,86
	Uva roxa	244,00
	Cacau (semente)	173,50
Epicatequinas	Chá verde (folha desidratada)	5165,00
	Chá preto (folha desidratada)	1556,00
	Chá ban-cha (folha desidratada)	556,20
Antocianidinas		
Cianidina	Figo	783,20
	Cacau (semente)	503,10
	Cereja	211,40
Delfinidina	Amora (suco)	201,28
	Mirtilo	97,31
	Uva roxa	66,00
Malvidina	Uva roxa	75,00
	Vinho tinto	18,25
	Brócolis	6,00
Pelargonidina	Morango	68,16
	Figo	35,20
	Açaí	7,44
Peonidina	Mirtilo	33,58
	Cajú	33,40
	Uva roxa	29,00
Petunidina	Mirtilo	76,64
	Maçã	29,60
	Framboesa	14,30
Isoflavonas		
Daidzeína	Farinha de soja	81,21
	Soja, grão	73,80
	Proteína texturizada de soja	37,53
Genisteína	Soja, grão	166,20
	Isolado proteico de soja	74,10
	Tofu	55,67
Gliciteína	Soja, grão	8,35
	Ervilha	6,70
	Proteína texturizada de soja	6,49
Flavanonas		
Naringenina	Alecrim	53,10
	Toranja	26,50
	Tomate	4,55
Hesperidina	Laranja, suco	439,25
	Limão, suco	97,52
	Tangerina, suco	15,97

Fonte: Pereira e de Angelis-Pereira (2014)

No entanto, é importante destacar que existe considerável variação no conteúdo de flavonoides nos alimentos. Como esses compostos são utilizados pela planta no combate de radicais livres produzidos em resposta ao estresse e na proteção contra ataques de pragas e insetos, o perfil e a concentração de fenólicos nos vegetais variam devido a fatores genéticos como gênero, espécie e cultivar/genótipo, e ambientais como maturação, idade da planta, estação do ano e localização geográfica. Além disso, fatores como radiação solar, temperatura e umidade relativa, além do manejo no cultivo, processamento e condições de estocagem também contribuem para as diferenças observadas (ACOSTA-MONTOYA et al., 2010; HARNLY et al., 2006; LEE; DOSSETT; FINN, 2012).

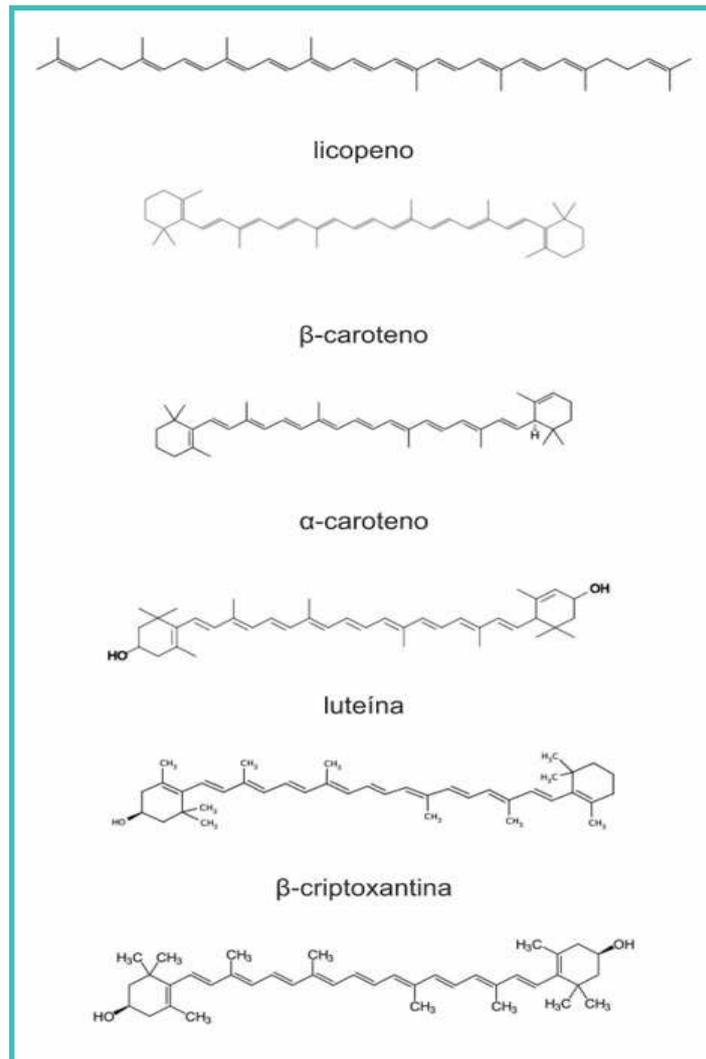
Carotenoides

Os carotenoides, além da importância nutricional, pela atividade provitamina A desempenhada por algumas moléculas, são considerados substâncias funcionais devido às suas propriedades bioativas, em especial sua atividade antioxidante. A alta reatividade química e a presença das ligações duplas conjugadas é o que confere aos carotenoides ação antioxidante (BHATT; PATEL, 2020).

Sua capacidade de eliminar o oxigênio singlete ocorre sob duas maneiras: por meio da passagem da energia de excitação do oxigênio singlete para o carotenoide, formando carotenoides tripleto, que dissipa o excesso de energia na forma de calor, ou por meio da reação com o oxigênio singlete, havendo a degradação do carotenoide (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

Nos alimentos, os carotenoides estão distribuídos em diferentes grupos principalmente os com coloração que varia do amarelo ao vermelho, incluindo frutas, legumes, hortaliças, ervas e temperos e bebidas, sendo 7 os carotenoides mais frequentes. Estes podem ser divididos em duas classes: i) carotenos: α -caroteno, β -caroteno, licopeno e ii) xantofilas: β -criptoxantina, luteína, violaxantina e zeaxantina (NIMSE; PAL, 2015). A Figura 3 apresenta a estrutura dessas principais substâncias.

Figura 3. Estrutura química dos principais carotenoides encontrados nos alimentos.



Dos autores (2020)

De forma geral, os alimentos variam qualitativamente e quantitativamente na sua composição de carotenoides, sendo o β -caroteno e a luteína os carotenoides mais encontrados. Eles estão presentes em uma ampla variedade de alimentos em concentrações variáveis. O licopeno, por sua vez, apesar de não estar distribuído amplamente nos alimentos, se apresenta em altas concentrações em frutos como o tomate (*in natura*, molho, purê e suco), goiaba, caqui, melancia e mamão. Já o α -caroteno, a β -criptoxantina, a violaxantina e a zeaxantina, considerados carotenoides minoritários, estão presentes em baixas concentrações nos alimentos com algumas exceções, como no caso do α -caroteno, na moranga e na cenoura; da β -criptoxantina, predominante em frutos alaranjados como o caqui, canistel, pequi, cajá e mamão e da zeaxantina, no pequi, abóbora e milho-verde. A violaxantina é ocorrente em hortaliças e está presente juntamente com o β -caroteno e a luteína em vegetais como chicória, rúcula, agrião e alface (RODRIGUES-AMAYA et al., 2008; PEREIRA; DE ANGELIS-PEREIRA, 2013). A Tabela 2 apresenta os principais alimentos fonte de cada uma dessas substâncias.

Tabela 2. Principais alimentos fonte de carotenoides e suas respectivas concentrações.

Carotenoide	Alimento	Concentração (mg.100g ⁻¹)
α -caroteno	cenoura	3,27
	cenoura, cozida	3,85
	moranga	3,87
β -caroteno	abóbora	3,61
	cenoura	8,268
	couve	5,84
	damasco	3,91
	espinafre	3,35
	rúcula	2,84
	salsa	4,56
β -criptoxantina	canistel	25,037
	caqui	38,38
	mamão	2,155
	pequí	9,367
licopeno	mamão	2,39
	melancia	4,05
	tomate	3,55
	tomate, suco	6,16
	tomate, molho	17,36
luteína	chicória	5,37
	abobrinha	2,26
	alface	1,87
	ervilha, cozida	4,44
	ora-pro-nobis	3,93
violaxantina	alface	1,8
	canistel	3,14
	chicória	3,17
	rúcula	2,97

Fonte: Pereira e de Angelis-Pereira (2013)

Assim como acontece com os flavonoides, o teor de carotenoides em alimentos é variável devido a diversos fatores. A exposição à radiação solar e a temperaturas elevadas, condições diretamente relacionadas à época, forma e região de cultivo, resulta em aumento da biossíntese de carotenoides pelo vegetal (RODRIGUES-AMAYA et al., 2008), ocasionando, portanto, variações qualitativas e quantitativas no alimento. Isto explica alguns valores discrepantes e o desvio padrão alto encontrados em alguns alimentos.

Outro fator responsável por variações de carotenoides nos alimentos é o cultivar, que pode estar relacionado à diferença na expressão de genes responsáveis pela biossíntese de carotenoides em cada variedade (KURZ et al., 2008; BUENO et al., 2009). As técnicas de processamento aplicadas também causam variações quantitativas no teor de carotenoides nos alimentos. O processamento térmico, por exemplo, muitas vezes torna o produto mais concentrado, com maior teor de sólidos solúveis e, conseqüentemente, o teor de carotenoides fica aumentado. Isto pode ser observado ao se comparar os valores de licopeno no

tomate *in natura* com os seus produtos derivados (purê, molho, suco) (TAVARES; RODRIGUEZ-AMAYA, 1994).

Porém, é importante ressaltar que quando as condições de processamento não são adequadas, o calor pode degradar os carotenoides, uma vez que estes são compostos termolábeis, altamente reativos e suas moléculas são facilmente isomerizadas e oxidadas. Além disso, o calor, a luz, o oxigênio e enzimas como a lipoxigenase e/ou ácidos presentes nos vegetais levam a alterações ou parcial destruição dos carotenoides. A exposição destes compostos a estes agentes resulta na formação de isômeros *cis* e epóxidos, além da diminuição da cor, perda da atividade provitamínica A e quebra da cadeia (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

CONCLUSÃO

A exposição constante ao estresse oxidativo e o consequente desequilíbrio das defesas antioxidantes do organismo levam a alterações estruturais e metabólicas das células, gerando processos patogênicos envolvidos diretamente nas DCNT. Para evitar o acúmulo das espécies reativas, antioxidantes endógenos e exógenos, que compõem o sistema antioxidante do corpo, trabalham juntos para eliminar ou modificar essas espécies.

O sistema antioxidante exógeno é representado principalmente por vitaminas e substâncias funcionais com propriedades antioxidantes oriundas da alimentação. Os minerais, apesar de não atuarem diretamente como antioxidantes no sistema exógeno, também são obtidos pela alimentação e desempenham função importante como cofatores de enzimas antioxidantes do sistema endógeno.

Dentre as substâncias funcionais, os flavonoides e carotenoides se destacam pelo potencial antioxidante e pela presença em ampla variedade de alimentos. Esses grupos se caracterizam pela grande variedade de moléculas e estruturas químicas que dão a elas diferentes propriedades bioativas.

A discussão contextualizada desses assuntos e o entendimento aprofundado dos mecanismos envolvidos nessa dinâmica, pela conexão de conceitos da área da nutrição e da ciência dos alimentos pode ser útil, servindo assim de material de referência técnico para orientar pesquisas e práticas profissionais sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-MONTOYA, Ó. et al. Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schldl.) during three edible maturity stages. *Food Chemistry*, Oxford, v. 119, n. 4, p. 1497-1501, 2010.

ALMONDES, K. G. S. et al. O papel das selenoproteínas no câncer. *Revista da Associação Médica Bra-*

sileira, v.56, p.484-488, 2010.

ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos#. Química Nova, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. Revista de Nutrição, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BEYER, R. E. An analysis of the role of coenzyme Q in free radical generation and as an antioxidante. Biochemistry and Cell Biology, v. 70, n. 6, p. 390-403, 1992.

BHATT, T.; PATEL, K. Carotenoids: Potent to Prevent Diseases Review. Natural Products and Bioprospecting, v. 10, p. 109–117, 2020. doi: 10.1007/s13659-020-00244-2

BHATTACHARJEE, S. Sites of generation and physicochemical basis of formation of reactive oxygen species in plant cell. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. Science Publishers Edenbridge, 2010. p.1-30.

BUENO, F. M. et al. Caracterização de carotenoides individuais em cinco cultivares de caqui. XI ENPOS, 2008.

COUTO, N.; WOOD, J.; BARBER, J. The role of glutathione reductase and related enzymes on cellular redox homeostasis network. Free Radical Biology and Medicine, v. 95, p. 27–42, fev. 2016.

D'AUTRÉAUX, B.; TOLEDANO, M. B. ROS as signalling molecules: mechanisms that generate specificity in ROS homeostasis. Nature Reviews Molecular Cell Biology, v. 8, n.10, p. 813-824, 2007.

DAUN, C.; AKESSON, B. Glutathione peroxidase activity, and content of total and soluble selenium in five bovine and porcine organs used in meat production. Meat Science, v. 66, p. 801-807, 2004.

DIAS, C. A. G. M. et al. Luz, melatonina e estresse oxidativo na piscicultura. Biota Amazônia, v. 3, n. 3, p. 169-176, 2013.

ELE, L. et al. Autophagy and the nutritional signaling pathway. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, v. 3, n. 3, p. 222-230, 2016.

FRAUNBERGER, E. A. et al. Redox Modulations, Antioxidants, and Neuropsychiatric disorder. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, v. 2016, p. 4729192, 2016.

GRIFFITHS, K. et al. Food Antioxidants and Their Anti-Inflammatory Properties: A Potential Role in Cardiovascular Diseases and Cancer Prevention. Diseases, v. 4, n. 3, p. 28, Set. 2016.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants – quo vadis? Trends in Pharmacological Sciences, v. 32, n. 3, p. 125-130, march 2011.

HAN, P.; MA, X.; YIN, J. The effects of lipoic acid on soybean β -conglycinin-induced anaphylactic reactions in a rat model. Archives of Animal Nutrition, v. 64, n. 3, p. 254-264, 2010.

HARNLY, J. M.; DOHERTY, R. F.; BEECHER, G. R.; et al. Flavonoid Content of U . S . Fruits , Vegetables , and Nuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 54, n. 26, p. 9966–9977, 2006.

HASLAM, E. Polyphenol-protein interactions. Biochemical Journal, v. 139, p. 285-288, 1974.

HE, L. et al. Antioxidants Maintain Cellular Redox Homeostasis by Elimination of Reactive Oxygen Species. Cellular Physiology and Biochemistry, v. 44, n.2, p. 532-553, 2017.

- HUBER, P. C.; ALMEIDA, W. P.; DE FÁTIMA, A. Glutathione e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em processos patológicos. *Química Nova*, v. 31, n. 5, 2008.
- IRATO, P. et al. Oxidative burst and metallothionein as a scavenger in macrophages. *Immunology & Cell Biology*, v.79, n. 3, p. 251-254, 2001.
- JEZEK, J.; COOPER, K. F.; STRICH, R. Reactive Oxygen Species and Mitochondrial Dynamics: The Yin and Yang of Mitochondrial Dysfunction and Cancer Progression. *Antioxidants (Basel)*, v. 7, n. 1, p. 13, 2018.
- JOSEPH, P. D.; MANNERVIK, B.; ORTIZ DE MONTELLANO, P. *Molecular Toxicology*. 1.ed. Oxford University Press: New Yourk, 1997. p. 152-186.
- KARUPPANAPANDIAN, T. et al. Reactive oxygen species in plants: their generation, signal transduction, and scavenging mechanisms. *Australian Journal of Crop Science*, v. 5, n. 6, p. 709-725, 2011.
- KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*, v. 110, n. 2, p. 522-530, 2008.
- LEE, J.; DOSSETT, M.; FINN, C. E. Rubus fruit phenolic research: the good, the bad, and the confusing. *Food Chemistry*, Oxford, v. 130, n. 4, p. 785-796, 2012.
- LU, W. et al. Peroxiredoxin 2 is upregulated in colorectal cancer and contributes to colorectal cancer cells' survival by protecting cells from oxidative stress. *Molecular and Cellular Biochemistry*, v. 387, n. 1–2, p. 261–270, 15 fev. 2014.
- MUT-SALUD, M. N. et al. Antioxidant Intake and Antitumor Therapy: Toward Nutritional Recommendations for Optimal Results. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 2016, p. 6719534, 2016.
- NAVASA, P.; VILLALBA, J M.; CABO, R. Importance of plasma membrane coenzyme Q in aging and stress responses. *Mitochondrion*, v. 7 Suppl, p. S34-40, 2007.
- NIMSE, S. B.; PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances*, v. 5, p. 27986–28006, 2015.
- NOSRATI, N.; BAKOVIC, M.; PALIYATH, G. Molecular Mechanisms and Pathways as Targets for Cancer Prevention and Progression with Dietary Compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 18, n.10, p. E2050, out. 2017.
- PANDEY, K. B.; RIZVI, S. I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 2, p. 270-278, 2009.
- PARSONAGE, D.; KARPLUS, P. A.; POOLE, L. B. Substrate specificity and redox potential of AhpC, a bacterial peroxiredoxin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 105, n. 24, p. 8209–14, 17 jun. 2008.
- PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo. Lavras: Ed. UFLA, 2014.
- PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. Elaboração de um banco de dados da composição de carotenoides em alimentos. In: XXII Congresso de Pós-Graduação da Ufla, 2013.
- PISOSCHI, A. M.; POP, A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, v. 97, p. 55-74, June 2015
- RIBEIRO, S. M. R. et al. Antioxidantes da dieta. In.: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. *Nutrição Básica*

e Metabolismo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. Cap. 11.

RIDER, J. E. et al. Spermine and spermidine mediate protection against oxidative damage caused by hydrogen peroxide. *Amino Acids*, v. 33, n. 2, p. 231-240, 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008, 100 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agro-bio/_publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf. Acesso em: 13 de jan. 2020.

RODRIGUEZ-MAYA, D.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes Brasileira de Carotenoides: Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos. Brasília, 2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agro-bio/_publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf. Acesso em: 22 nov. 2018.

SEQUEIRA, S.; RAO, A. V.; RAO, A. Increased oxidative stress and altered antioxidants status in patients with chronic allergic rhinitis. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, v. 3, n. 7A, p. 951-956, 2012.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39, n. 11, p. 4067-4079, 2010.

SIES, H. Oxidative stress: from basic research to clinical application. *The American Journal of Medicine*, v.91, n. 3, p. S31-S38, 1991. (Suppl 3C).

SOARES, Elaine dos R. et al. Compostos bioativos em alimentos, estresse oxidativo e inflamação: uma visão molecular da nutrição. *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*, v. 14, n. 3, 2015.

STOCKER R., AMES B. N. Potential role of conjugated bilirubin and copper in the metabolism of lipid peroxides in bile. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 84, n. 22, p. 8130-8134, 1987.

STOCKER R., GLAZER A. N., AMES B. N. Antioxidant activity of albuminbound bilirubin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 84, p. 5918-5922, 1987.

SUCUPIRA, N. R. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. *UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

SUNG, C. et al. Oxidative stress and nucleic acid oxidation in patients with chronic kidney disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 2013, p. 301982, 2013

TAVARES, C. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of Brazilian tomatoes and tomato products. *LWT-Food Science and Technology*, v. 27, n. 3, p. 219-224, 1994.

TRUJILLO, M. et al. Kinetics of peroxiredoxins and their role in the decomposition of peroxynitrite. *Sub-cellular biochemistry*, v. 44, p. 83-113, 2007.

TSAO, R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, v. 2, p. 1231-1246, 2010.

WARING, W. S.; WEBB, D. J.; MAXWELL, S. R. J. Systemic uric acid administration increases serum antioxidant capacity in healthy volunteers. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, v. 38, n. 3, p. 365-371, 2001.

WU X. et al. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52, n. 12, p. 4026-4037, 2004.

WU, Q.; KOSTEN, T. R.; ZHANG, X. Y. Free radicals, antioxidant defense systems, and schizophrenia. *Progress Neuropsychopharmacol Biological Psychiatry*, v. 46, p. 200-206, 2013.

“

Estudo da composição química da semente da quinoa *Chenopodium quinoa*

Arlene da **Câmara**

UFRN

Cristiane Fernandes de **Assis**

UFRN

Bruna Lorena Meneses **Marques**

UFRN

Keith Hellen Dias da Silva **Lira**

UFRN

Francisco Canindé de **Sousa Júnior**

UFRN

Thaís Souza **Passos**

UFRN

RESUMO

A *Chenopodium quinoa Wild*, é considerada uma espécie importante por apresentar proteínas de alto valor biológico, lipídios insaturados, fibras dietéticas, carboidratos complexos e outros compostos bioativos benéficos. O trabalho objetivou-se a determinar a composição química da semente de quinoa, quantificar os principais minerais, determinar a melhor condição para a extração dos compostos fenólicos, quantificá-los e avaliar a atividade antioxidante. As análises centesimais foram realizadas pelo método da AOCS. A determinação dos minerais utilizou espectrometria de emissão óptica com plasma. A análise de fenólicos totais foi realizada pelo método Folin – Ciocalteu. A atividade antioxidante foi determinada pela capacidade de sequestro do radical DPPH estabelecido por Brand-Willians com modificações. O teor de umidade da semente de quinoa foi de 12,78% \pm 0,031, superior ao da linhaça e gergilim. A quantidade de fibras bruta foi de 1,93% \pm 0,014. O teor de lipídeos foi 11,07% \pm 1,6. A fibra bruta encontrada foi 7,63% \pm 1,0 com valor inferior aos da linhaça e ao do gergilim. O valor das proteínas foi 13,13% \pm 1,4, possuindo equilíbrio semelhante a proteína do leite. O valor dos carboidratos foi de 53,34% \pm 1,94. A análise dos minerais mostrou o cálcio e o fósforo como os minerais predominantes. A concentração de compostos fenólicos da semente foi 1,41 mg de ácido gálico g⁻¹. Já a o valor do IC50 foi de 0,02 mg/g, mostrando a alta capacidade antioxidante da semente. Assim, os resultados encontrados neste trabalho mostram que a semente de quinoa apresenta teores atrativos, sendo relevante para a área de alimentos.

Palavras-chave: Composição Centesimal; Atividade Antioxidante; Fenólicos Totais.

INTRODUÇÃO

A *Chenopodium quinoa Wild* ou quinoa é uma semente dicotiledônea amilácea, sendo, portanto, caracterizada como pseudocereal da família Chenopodiaceae, que foi cultivada originalmente nos Andes e consumida desde 5000 anos atrás pelas populações indígenas locais, sendo representado como o sagrado "grão mãe", o qual atualmente chamou atenção da comunidade científica devido a suas propriedades e seu alto valor biológico (VEGA-GÁLVEZ et al., 2010).

Com essa redescoberta, a demanda internacional pelo produto aumentou bastante nos últimos anos e passou ser produzida principalmente na Bolívia, Peru, Equador e Chile, de onde é exportada (FABIO e PARRAGA, 2017), se limitando a esses poucos locais. Assim, após 15 anos de grandes esforços em pesquisa, surge o interesse brasileiro na produção dessa semente principalmente pelo valor alimentar que possui e pela sinergia positiva dos sistemas agrícolas (ASCHERI et al., 2002).

Estudos realizados com a semente de quinoa demonstraram teores superiores de lipídeos, proteínas, cinzas e fibras alimentares. Sua proteína se destaca pelo alto teor de lisina, metionina, cisteína e treonina dentre outros aminoácidos, tornando-a uma das sementes mais completa (RANHOTRA et al., 1993), o que chama a atenção de vários pesquisadores do mundo (HUNT et al. 2002; GELY e SANTALLA, 2007). Ademais, essa semente possui uma quantidade relativamente alta de vitaminas e minerais, além do destaque para os seus lipídios, os quais apresentam uma grande qualidade como óleo vegetal comestível (CHAUHAN et al., 1992; OGUNGBENLE, 2003; COMAI et al., 2007; SPEHAR, 2007; ABUGOCH JAMES, 2009; VEGA-GÁLVEZ et al., 2010). Essa semente também possui a característica de não conter concentrações de glúten, possibilitando a oferta de derivados nutritivos e adequados para os intolerantes a esse componente (SPEHAR e SANTOS, 2002; SPEHAR, 2007; FARRO, 2008; ALMEIDA; SÁ, 2009).

Além dos macronutrientes, a semente também apresenta nutrientes não essenciais como compostos fenólicos, os quais apresentam natureza hidrofílica e se localizam principalmente no revestimento das sementes, (TANG e TSAO, 2017). Essa semente também apresenta altas concentrações de antioxidantes como α -tocoferol, γ -tocoferol (ANDO et al. 2002; REPO-CARRASCO et al. 2003; NG et al. 2007; ABUGOCH 2009) e fitormônios, podendo ser utilizado futuramente como matéria prima das indústrias farmacêuticas e alimentícias (VEGAGÁLVEZ et al., 2010; REPO-CARRASCO-VALENCIA; SERNA, 2011).

As sementes de quinoa são pequenas, mas tem como finalidades principais a produção de farinha, torradas, adicionadas em sopas ou transformadas em pão (LOPES, 2011). Também podendo ser utilizadas em pratos contendo outros cereais, em bebidas quentes ou fermentadas, assim como, em pães, biscoitos e massas prontas (RIDOUT et al., 1991).

Hodiernamente, essa aplicabilidade se deve ao fato do pseudocereal apresentar-se como ingrediente alimentício, porém, além disso, existem pesquisas sendo desenvolvidas devido ao seu conteúdo rico em diferentes macromoléculas e fitoquímicos (GORDILLO-BASTIDAS et al., 2016). Além de que, essa semente também foi citada algumas vezes no seu uso medicinal no tratamento de inflamações, como analgésico, utilizada no auxílio da desinfecção do trato urinário, nos casos de hemorragia interna e como repelente de insetos (MUJICA, 1994).

Nesse cenário, o objetivo desse trabalho foi estudar a composição química da semente da quinoa *Chenopodium Quinoa Willdenow*, visando determinar o conteúdo de proteínas, carboidratos, fibra bruta, umidade, lipídeos, cinzas presente na semente, quantificar os principais minerais presentes na mesma, determinar a melhor condição para a extração dos compostos fenólicos, quantificar os compostos fenólicos totais e estabelecer a atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH.

MATERIAS E MÉTODOS

As amostras de semente de quinoa (*Chenopodium Quinoa Willdenow*) foram gentilmente doadas pela empresa Plantus Indústria e Comércio de Óleos, Extratos e Saneantes LTDA (Nísia Floresta, Brasil). Essas, foram transportadas até o laboratório de Bromatologia, Departamento de Farmácia da UFRN, em embalagem já estabelecida pela empresa, protegidas da luz e armazenadas em temperatura ambiente.

Preparo da amostra

As sementes foram trituradas e secas em estufa de circulação de ar por 24 horas a 40 °C. Todas as análises foram feitas em triplicata e os valores apresentados como médias e desvio padrão.

Composição centesimal

Umidade

O método utilizado para a determinação da umidade foi o gravimétrico com emprego de calor, se baseando na perda de peso do material, no qual foi levado a estufa para ser dessecada até peso constante (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC, 1995).

Cinzas

A determinação das cinzas também foi feita pelo método gravimétrico com emprego

do calor, fundamentando-se na perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado a 550 °C, com a destruição da matéria orgânica, sem decomposição do resíduo mineral (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC, 1995).

Proteínas

Determinou-se a quantidade de proteína pelo método de Kjeldahl de acordo com os procedimentos estabelecidos pela AOAC (1995). A digestão ocorreu a partir de uma mistura digestora e ácido sulfúrico com uso do calor, destruindo assim a matéria orgânica e transformando o nitrogênio presente em sulfato de amônia. Posteriormente, realizou-se a destilação e titulação com ácido bórico. Se fez necessário utilizar o fator de conversão do nitrogênio para proteína, sendo esse de 6,25 (KOZIOL, 1992).

Extrato etéreo

Para obtenção do extrato etéreo, o método de Soxhlet foi o escolhido, baseando-se na característica do solvente orgânico éter etílico em atuar diretamente na amostra, retirando a gordura da mesma por solubilização. Também é um método gravimétrico, pois baseia-se na perda de peso do material submetido a extração (AOAC, 1995).

Fibra bruta

As fibras brutas foram mensuradas de acordo com (CUNNIFF, 1995) e Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985). Baseando-se no método gravimétrico com ataque ácido básico da amostra, restando apenas fibras insolúveis.

Carboidratos

A fração glicídica foi determinada pela diferença dos valores encontrados para umidade, extrato etéreo, proteínas, cinzas e fibras em 100 g do produto (BRASIL, 2003).

Determinação de minerais

A determinação dos minerais na semente de quinoa foi realizada utilizando a técnica de espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP/OES), por meio do espectrômetro (Thermo Fisher Scientific, iCAP 6000 series, Waltham, EUA), detectando a radiação emitida por íons excitados ou átomos neutros que se encontram na região do UV visível.

Para realização da análise no Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduos (NUPPRAR) da UFRN, a fim de se retirar o material orgânico, foi

realizada uma digestão nitro-perclórica diluindo as cinzas das amostras, em duplicatas, em 100 mL de ácido nítrico a 10%. Os resultados foram expressos em miligramas por 100 g do produto ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

Os minerais determinados foram: cálcio, cobalto, cobre, cromo, ferro, fósforo, magnésio, manganês, níquel, potássio, selênio, sódio e zinco.

Preparo do extrato

As amostras foram preparadas de acordo com Multari et al. (2018) com algumas modificações com relação temperatura de extração. Para o preparo do extrato hidrófilico derivado das sementes de quinoa foram pesadas cerca de 1 g das sementes previamente trituradas e secas (conforme item 2.1) e essas foram suspensas em 30 mL de HCl 0,2 M. Com auxílio de uma proveta foram adicionados a mistura 60 mL de água destilada e esses foram levados a agitação por 10 minutos a temperatura ambiente em um agitador magnético, obtendo-se assim, a amostra de 25° C. O mesmo procedimento foi feito para mais três amostras, que posteriormente foram levadas ao banho – maria em temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C, respectivamente. Após, o extrato foi congelado a -20° C e submetido a liofilização durante 72 horas.

Determinação de fenólicos totais

O conteúdo total de polifenóis no extrato foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1965) com modificações. Nessa metodologia, 1 mL da amostra foi misturada com 5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e 1 mL de Na_2CO_3 a 7,5 p/v Após 30 minutos de incubação em temperatura ambiente, a absorbância foi mensurada a 765 nm. O conteúdo total de polifenóis foi expresso em mg equivalente em ácido gálico por grama da amostra ($\text{mg Eq AG/g amostra}$) a partir da equação da reta gerada a partir da curva de calibração, utilizando ácido gálico como padrão ($y= 10,704x+0,0059$, $R^2= 0,998$).

Atividade antioxidante por sequestro do radical 2,2 - difenil -1- PICRIL-HIDRAZIL (DPPH)

A atividade antioxidante por DPPH foi determinada de acordo com método proposto por Brand-Willians (1995). O extrato foi solubilizado na concentração de 42 mg/mL em metanol. Diluições sucessivas (4,2-42 mg/mL) foram realizadas, utilizando a solução mãe, a fim de se obter diferentes concentrações. Em uma microplaca de acrílico com 96 poços, adicionou-se 40 μL das soluções testes em octuplicata e 200 μL da solução DPPH (0,24 mg/mL). As absorbâncias foram lidas em leitor de microplacas (Biotek Instruments, EPOCHH, EUA) a 517 nm. O percentual de redução do radical DPPH, foi determinado conforme descrito na

Equação 1. O controle, consistiu da absorbância somente do radical DPPH•.

Equação 1: cálculo para obtenção do % redução do DPPH•.

$$\% \text{ Redução DPPH} \bullet = 100 \times \frac{\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}}{\text{Abs do controle}}$$

Assim, foi possível a obtenção de uma curva de regressão linear - % redução de DPPH por concentração da amostra para que se fosse determinado a IC 50, que é a concentração necessária do extrato para reduzir em 50% do radical DPPH ($y = 9,509x + 0,0112$ R= 0,983).

Análise estatística

Após a determinação dos compostos fenólicos totais, foram realizadas análises estatísticas utilizando o software GraphPad Prism e as diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$ para determinação da melhor temperatura para extração desses compostos.

RESULTADOS

Composição centesimal

A necessidade em descobrir cultivos com potencial alimentício de alta qualidade e grande valor nutricional, revela a quinoa como uma das sementes favoritas por possuir tais características (FAO, 2011). Dessa forma, a partir dos experimentos realizados, pode-se obter os resultados apresentados na Tabela 1, os quais foram comparados com os da semente de linhaça e gergilim descritos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (BRASIL, 2011).

Tabela 1. Composição centesimal da semente de Quinoa, Linhaça e Gergilim.

Sementes	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Fibras Bruta (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
Quinoa	12,78±0,031	13,13±1,40	11,07±1,62	7,63±1,00	1,92±0,014	53,34±1,94
¹ Linhaça	6,7	14,1	32,3	² 33,5	3,7	43,3
¹ Gergilim	3,9	21,2	50,4	³ 11,9	2,9	21,6

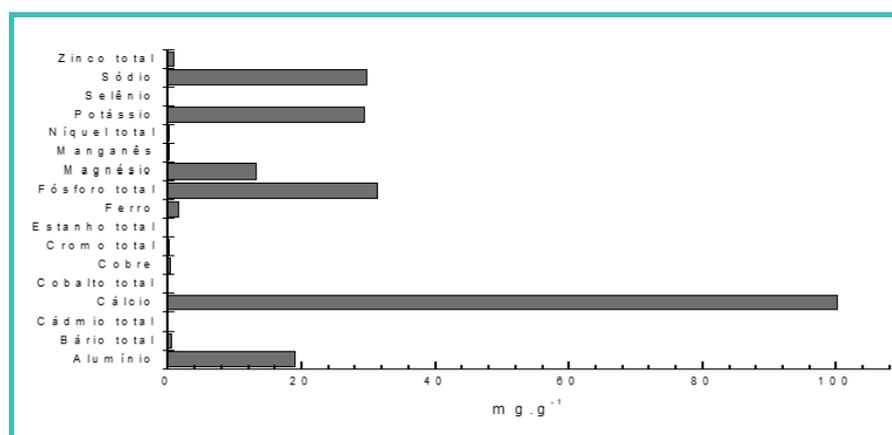
¹Fonte: TACO (Brasil, 2011); ²Fonte: Novello et al, 2012.; ³Fonte: Valeriano et al, 2014.

Como demonstrado na tabela 1, foram obtidos os seguintes teores: umidade da semente de quinoa de aproximadamente 12,78 % ±0,031, o qual foi comparado com a semente de linhaça (6,7 %) e do gergilim (3,9 %) apresentados na tabela TACO; proteínas no valor de 13,13±1,40 para semente de quinoa e 14,1 %, 21,2 % para as sementes de linhaça e gergilim respectivamente; o teor lipídico foi de 11,07±1,62 em comparação a 32,3 % da linhaça

e 50,4 % do gergilim; as fibras obtidas para quinoa foram de 7,63 % \pm 1,00, em detrimento da linhaça (33,5 %) e gergilim (11,9 %); as cinzas da quinoa foram de 1,92 % \pm 0,014, para linhaça 3,7 % e gergilim 2,9 % e por último os carboidratos, os quais foram de 53,34 % \pm 1,94 obtidos para quinoa, de 43,3 % para a linhaça e 21,6 % do gergilim.

Segundo SCHOENLECHNER et al. (2008), a semente de quinoa tem conteúdo de minerais aproximadamente duas vezes maior que em outros cereais. Assim, os principais minerais encontrados nessa semente foram o cálcio, seguidamente do fósforo, como demonstrado no Figura 1.

Figura 1. Composição mineral da semente de quinoa.



FENÓLICOS TOTAIS

Os compostos fenólicos são substâncias que apresentam uma ou mais hidroxilas (OH) ligadas diretamente a um anel aromático, os quais podem ser encontrados de forma isoladas ou ligadas a açúcares. Os mais comuns compostos fenólicos encontrados são os flavonoides, taninos e ácidos fenólicos (MANACH et al., 2004; PANDEY e RIZVI, 2009). Dessa forma, ao analisar estatisticamente os resultados encontrado nas amostras de 25° C, 40° C, 50° C e 60° C, observou-se que não houve diferenças significativas entre as amostras de 40°, 50° e 60°C, nem tampouco diferenças entre as amostras de 25° C e 40° C, como demonstrado na Tabela 2. Entretanto, verificou-se que em relação as amostras de 25°, 50° e 60°C, a primeira, apresentou maior extração desses compostos bioativos.

Tabela 2. Concentração de fenólicos totais em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Concentração de fenólicos totais (mg de EAG/g)
25°C	1,41(0,05) ^a
40°C	1,34(0,18) ^{ab}
50°C	0,81(0,08) ^b
60°C	1,00 (0,10) ^b

***Média** e desvio padrão, n = 3. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o pós-teste de Tukey (p>0,05).

Atividade antioxidante – DPPH

Os antioxidantes têm eficácia de preservar o organismo dos danos causados pelos radicais livres, assim, podem prevenir várias doenças neurodegenerativas, cardiovasculares e crônicas, mostrando vantagens para melhoria da qualidade de vida (ALAM et al, 2012; HALLIWELL E GUTTERIDGE, 2007; TINKEL et al, 2012). Dessa forma, para avaliar a capacidade antioxidante de extratos da semente de quinoa, o método escolhido foi o do sequestro do radical DPPH, o qual baseia-se na neutralização ou eliminação do radical orgânico 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•), observada por meio de espectrofotômetro (DENG et al, 2011). O valor do IC50, que é a concentração necessária do antioxidante para reduzir em 50% o radical DPPH determinado de ensaio foi de 0,02 mg/g.

DISCUSSÃO

Composição centesimal

A umidade é um fator que de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985), está presente em todos os alimentos, se referindo ao teor de água livre contida na superfície do mesmo, o qual é importante para caracterizar o alimento como muito perecível ou não, ou a água ligada, encontrada interiormente nesses produtos. Assim, a semente de quinoa desse estudo apresentou teores de umidade próximos de $12,78\% \pm 0,031$, mostrando valores superiores quando se comparado com a semente de linhaça (6,7 %), do gergelim (3,9 %) (TACO, 2011). Além disso, deve-se levar em consideração que as sementes de quinoa são altamente higroscópicas e em condições de alta umidade podem se deteriorar ou germinar na panícula (SPEHAR, 2002; SOUZA, 1993; SPEHAR, 2007), diminuindo assim, a vida de prateleira do produto, já que em comparação a outras sementes aqui destacadas, a quinoa se caracteriza como perecível devido ao seu alto valor de umidade.

As proteínas participam da construção e manutenção dos tecidos e estão presentes em quase todos os alimentos tanto de origem animal quanto vegetal (ALVES et al., 2008). A semente de quinoa apresentou teor de $13,125\% \pm 1,40$ de proteínas, se apresentando como segundo componente mais predominante, o que está condizente com os teores relatados na literatura de 12 a 23% (ABUGOCH et al., 2009; ANDO et al., 2002; GONZALEZ et al., 1989; KARYOTIS et al., 2003; KOZIOL, 1992; RUALES e NAIR, 1994 a,b). Apesar disso, a semente de quinoa apresenta teor de proteína bruta inferior ao da semente de gergelim (21,25 %), mas semelhantes ao da linhaça (14,15 %) (TACO, 2011; WEBER et al. 1991; SEGURA-CAMPOS et al., 2013). Entretanto, mesmo com valores menores que outras se-

mentes amplamente utilizadas na atualidade, a semente de quinoa pode-se colocar como uma nova alternativa alimentícia, pois apresenta um equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais, assemelhando-se ao valor biológico da proteína do leite (HUNT et al. 2002; GELY e SANTALLA 2007). Além disso, a natureza sem glúten das sementes de quinoa contribui para este pseudo-cérvico uma valiosa fonte alimentar de proteína digerível para pessoas com sensibilidade ao glúten e doença celíaca (TANG et al., 2015a).

Em relação ao teor lipídico, a semente de quinoa apresentou teor de 11,07 % \pm 1,62, valores esses, inferiores aos encontrados pelo gergelim (50,4 %) e linhaça (32,3 %) (TACO, 2011). Apesar disso, a semente de quinoa apresenta perfil de lipídeos similar aos dos óleos vegetais de boa qualidade, possuindo em sua composição ácidos graxos semelhantes ao do óleo de soja (WOOD et al., 1993). Assim, devido a essas características, a semente de quinoa surge como uma alternativa para extração de potenciais óleos, os quais podem ser utilizados pela indústria nutracêutica, obtendo-se novos produtos.

O papel das fibras na dieta pode reduzir o risco de diversas doenças crônicas como hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, diabetes mellitus e desordens gastrointestinais (BERNAUD E RODRIGUES, 2013) e são responsáveis por promoverem melhorias no sistema digestivo aumentando o bolo fecal (MORRIS, 2007).

A fibra bruta determinada na semente de quinoa foi 7,63 % \pm 1,0 com valor inferior aos contidos na semente de linhaça 16,88 % (NOVELLO et al., 2012), e ao da semente de gergelim 17,71 % (VALERIANO et al., 2019). Dessa forma, por apresentar valores menores e para obtenção de uma alimentação com teor de fibra balanceado, a quinoa pode ser uma boa aliada na alimentação juntamente com essas outras sementes para aumentar a eficácia dos efeitos benéficos causados por uma grande quantidade de fibras.

O teor de cinzas corresponde a fração mineral ou inorgânica do alimento, sendo diretamente proporcional a concentração de minerais presentes na amostra. As cinzas obtidas em um alimento resultam da incineração do mesmo, resultando apenas na porcentagem inorgânica. A semente de quinoa do estudo apresentou quantidades de (1,925 % \pm 0,014), o que se mostrou inferior a semente de linhaça (3,7 %), do gergelim (2,9 %) de acordo com a tabela TACO (BRASIL, 2011).

Em relação aos principais minerais, a presença maior do cálcio e do fósforo se faz importante, pois o cálcio é um dos compostos essenciais para vida humana, já que participam de diversos processos biológicos como a liberação de neurotransmissores, contração muscular, mantém os ossos e dentes fortes e ajuda a metabolizar o ferro ingerido. Ademais, o teor de cálcio dessas sementes é de grande relevância principalmente para os indivíduos com doença celíaca, pois essa pode causar osteopenia e osteoporose (MARADINI FILHO, 2014). Da mesma forma, o fósforo é um elemento bastante presente nas células, exercendo

tanto papel estrutural nos fosfolipídios de membrana, como nas atividades enzimáticas que geram energia na forma de ATP (adenosina trifosfato), além de influenciar diretamente na vitamina D (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2018).

Nesse estudo, o valor dos carboidratos determinado foi de aproximadamente 53,34% \pm 1,94, ficando superior aos valores do gergelim (21,6 %), linhaça (43,3 %) (TACO, 2001). Entretanto, os carboidratos da semente de quinoa podem ser considerados nutracêuticos, pois foi demonstrado possuir efeitos hipoglicemiantes benéficos, induzindo também a redução de ácidos graxos livres (BERTI et al., 2004).

Na semente de quinoa, o carboidrato majoritário é o amido presente entre 32% a 69,2% (ANDO et al., 2002; CHAUHAN et al., 1992a; RANHOTRA et al., 1993; WRIGHT et al., 2002), podendo estar localizado no perisperma de as sementes, se encontrando na forma de unidades simples ou agregados esféricos.

Fenólicos totais

Como representado na tabela 2, entre as temperaturas de 25° C, 40° C, 50° C e 60° C, não houve diferenças significativas entre as amostras de 40°, 50° e 60°C, nem tampouco diferenças entre as amostras de 25° C e 40° C. Porém, observou-se que em relação as amostras de 25°, 50° e 60°C, a primeira, apresentou maior extração dos compostos bioativos, podendo assim sugerir, que o aumento da temperatura pode provocar redução nos níveis de fenólicos totais e conseqüentemente da sua capacidade antioxidante (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010; MORAIS et al., 2017). Concordante com isso, Dini e Tenore (2010) também avaliaram a influência da temperatura no teor de fenólicos totais em grãos de quinoa e observaram a redução desses compostos, bem como, Rodríguez et al., 2016 relataram que as altas temperaturas podem causar perdas nos compostos fenólicos livres, mas podem levar a quebra de estruturas celulares, aumentando a quantidade de fenólicos, os quais antes estavam agregados a semente (GUIDO E MOREIRA, 2017).

Ademais, um estudo realizado por Multari et al. (2018), verificou o quantitativo de compostos fenólicos conjugados a semente e livres em temperatura de secagem a 25°C e de 40° a 70°C. Os resultados demonstraram que sementes de quinoa secas a 70°C tiveram quantidade de fenólicos extraídos superior, efeito oposto ao ocorrido com temperaturas abaixo de 60°C, as quais não obtiveram diferenças significativas, fato esse que também foi constatado no nosso estudo.

Além disso, Silva et al. (2011), relatou teores de compostos fenólicos totais do gergelim de 1,475 \pm 31,7 mg de EAG/g, valor esse bem semelhante ao encontrado pela amostra de 25°C, assim como, um estudo de Kähkönen et al. (1999), relataram quantidade de fenólicos totais na semente de linhaça no valor de 0,80 mg de EAG/g, o que se assemelha ao encon-

trado na amostra de 50°C da semente de quinoa.

Atividade antioxidante – DPPH

O valor do IC50 do ensaio foi de 0,02 mg/g, mostrando a alta capacidade antioxidante da semente, pois segundo CHOI et al., (2002), quanto menor o IC50, maior a atividade antioxidante do material. Ademais, Ando et al. (2002) e Repo-carrasco et al. (2003) conferiu o poder antioxidante da semente de quinoa a presença vasta de α -tocoferol e γ -tocoferol.

Comparando-se com outras sementes, Zuravski et al, (2012), encontrou valores de IC50 de 0,226mg/g para linhaça. Já o estudo de Ruslan et al, (2018) encontrou para atividade de sequestro do radical DPPH valores entre 0,00888 a 0,04421 mg/g semente de gergelim. Dessa forma, pode-se notar que a semente de quinoa apresenta maior capacidade antioxidantes em relação a semente de linhaça confrontada e potencial variante em relação ao gergelim.

CONCLUSÃO

A semente apresentou características em sua composição química que mostra a importância dela na alimentação rica em nutrientes e compostos antioxidantes necessários em uma alimentação balanceada. Os resultados preliminares mostram que a semente da quinoa tem potencial para desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

ABUGOCH JAMES, L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research* 58(cap.1): 1-31.

A importância dos minerais na alimentação. *Aditivos e Ingredientes*. São Paulo: Editora Insumos Ltda, p. 31-41,2018.

ALAM, M. N.; BRISTI, N. J.; RAFIQUZZAMAN, M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, v. 21, n. 2, p. 143-152, 2013

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*. 119 (2), 770–778. 2010.

ALVES, L. F.; ROCHA, M. S.; GOMES, C. C. F. Avaliação da qualidade proteica da Quinoa Real (*Chenopodium quinoa* Willd.) através de métodos biológicos. *E-scientia*, v.1, n.1, 2008.

ANDO, H., CHEN, Y., TANG, H., SHIMIZU, M., WATANABE, K., AND MIYSUNAGA, T. (2002). Food Components in Fractions of Quinoa Seed. *Food Sci. Technol. Res.* 8(1), 80–84.

ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantaneas por extrusión de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), maíz y arroz. *Alimen-*

taria, Madrid, v. 39, n.331, p. 82-89.2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Virgini, 1995. 2 v. Edited by Patrícia Cunniff. v. 1 (reg. 087/1996) - Agricultural chemicals; Contaminants; Drugs. v. 2 (reg. 088/1996) - Food composition; Additives; Natural contaminants.

BERNAUD, FERNANDA SARMENTO ROLLA; RODRIGUES, TICIANA C.. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. : ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, [s.l.], v. 57, n. 6, p. 397-405, ago. 2013.

BERTI, C.; RISO, P.; MONTI, L. D.; PORRINI, M. In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. European Journal of Nutrition, v. 43, n. 4, p. 198-204, 2004.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity., LWT - Food Science and Technology v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Brasília, DF.

CHAUHAN, G. S., ESKIN, N. A. M., and TKACHUK, R. 1992. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. Cereal Chem. 69:85

CHOI CW, KIM SC, HWANG SS, CHOI BK, AHN HJ, LEE MY, PARK SH, KIM SK 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. Plant Sci 163: 1161-1168

COMAI, S.; BERTAZZO, A.; BAILONI, L.; ZANCATO, M.; COSTA, C. V. L.; ALLEGRI, G. The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. Food Chemistry, London, v. 100, n. 4, p. 1350 -1355, 2007.

CUNNIFF, P. A. (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Virginia: AOAC, 1995.

DENG, J.; CHENG, W.; YANG, G. A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay., Food Chemistry v. 125, n. 4, p. 1430-1435, 2011. ISSN 0308-8146.

DINI, IRENE & TENORE, GIAN CARLO & DINI, ANTONIO. (2010). Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter Chenopodium quinoa seeds. Lwt - Food Science and Technology. 43. 447-451. 10.1016/j.lwt.2009.09.010.

FABIO, AMANDA & PARRAGA, GLORIA. (2017). Origin, Production and Utilization of Pseudoce-reals: Chemistry and Technology. 10.1002/9781118938256.ch1.

FAO – Quinoa: an ancient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean, La Paz: FAO, 2011. 63p.

FARRO, P. C. A. (2008). Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de derivados do grãode quinoa (Chenopodium quinoa Willdenow) da variedade “Real”. [Tese]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 303p.

GANZAROLI, JÉSSICA FRANZÃO. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DO PER-FIL DE ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES NAS SEMENTES Salvia hispânica L. (CHIA). ”. [Tese].

- Campo Mourão: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, p. 202
- GELY MC, SANTALLA EM. 2007. Moisture diffusivity in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds: effect of fair temperature on the initial moisture content of seeds. *J Food Eng* 78 (3): 1029-1033.
- GONZÁLEZ, J.A., ROLDÁN, A., GALLARDO, M. et al. Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from inca crops: *Chenopodium quinoa* ('quinoa'). *Plant Food Hum Nutr* 39, 331–337 (1989).
- GORDILLO-BASTIDAS E, DÍAZ-RIZZOLO DA, ROURA E, MASSANÉS T, GOMIS R (2016) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from Nutritional Value to Potential Health Benefits: An Integrative Review. *J Nutr Food Sci* 6: 497. doi:10.4172/2155-9600.1000497
- GUIDO, LF E MOREIRA, MM (2017). Técnicas para extração de grãos gastos de cervejeiros Polifenóis: uma revisão. *Food and Bioprocess Technology*, 10 (7), 1192–1209
- HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M. C. Antioxidants: Molecules, medicines, and myths. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 393, p. 561-564, 2010
- HUNT, J., JOHNSON, L. E JULIANO, B. 2002. Bioavailability of zinc from cooked Borges - Características da Quinoa Philippine milled, undermilled, and brown rice, as assessed in rats by using growth, bone zinc, and zinc-65 retention. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50(18): 5229-5235.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas. 3 ed. São Paulo, 1985.
- KAHKONEN, M. P. et al. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal Agricultural Food Chemistry*, v. 47, n. 10, p. 3954-3962, 1999.
- KARYOTIS, T.; ILIADIS, C.; NOULAS, C.; MITSIBONAS, T. Preliminary Research on Seed Production and Nutrient Content for Certain Quinoa Varieties in a Saline-Sodic Soil. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Berlin, v. 189, n. 6, p. 402-408, 2003
- KOZIOL, M. J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and analysis* 5(1): 35-68.
- LOPES, CRISTIANE DE OLIVEIRA. Composição química e influência do consumo de farinhas de quinoa (*Chenopodium quinoa*) processadas nos níveis glicêmicos e lipídêmicos de ratos Wistar. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- MANACH, C., A. SCALBERT, C. MORAND, C. RÉMÉSY, AND L. JIMENEZ. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:727–747. doi:10.1093/ajcn/79.5.727
- MARADINI FILHO, Antonio Manoel. Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira brs piabiru. 2014.
- MORAIS, E. C. et al. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum in natura e pasteurizada. *Brazilian Journal of Food Technology*. 20. 2017.
- MORRIS DH. Linaza: Una recopilación sobre sus efectos en la salud y nutrición. 4º ed. Canadá: Winnipeg, 2007.
- MUJICA, A. (1994) Andean grains and legumes. In: Hernando Bermujo, J.E. and Leon, J. (eds)

- Neglected Crops: 1492 From a Different Perspective. Plant Production and Protection Series, FAO, Rome, Italy, pp. 131-148.
- MULTARI, SALVATORE; MARSOL-VALL, ALEXIS; KESKITALO, MARJO; YANG, BAORU; SUOMELA, JUKKA-PEKKA. Effects of different drying temperatures on the content of phenolic compounds and carotenoids in quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) from Finland. *Journal Of Food Composition And Analysis*, [s.l.], v. 72, p. 75-82, set. 2018. Elsevier BV.
- NG, S., ANDERSON, A., COKER, J., AND ONDRUS, M. (2007). Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chemistry* 101(1): 185–192
- NOVELLO D, POLLONIO MAR. Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum Usitatissimum* L.). *Rev Inst Adolfo Lutz*. São Paulo, 2012; 71(2):291-300.
- NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO - NEPA. Tabela brasileira de composição dos alimentos - TACO. 4ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.
- OGUNGBENLE, H.N., 2003. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54 (2), 153–158
- PANDEY, K.B., AND S.I. RIZVI. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2:270–278. doi:10.4161/oxim.2.5.9498
- RANHOTRA, G. S.; GELROTH, J. A.; GLASER, B. K.; LORENZ, K. J.; JOHNSON, D. L. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v. 70, n. 3, p. 303-305, 1993
- REPO-CARRASCO, R., ESPINOZA, C., AND JACOBSEN, S. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kanñiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev. Int.* 19, 179–189.
- REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. A. M., AND SERNA, L. A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 31(1): 225-230.
- RIDOUT, C.L., K.R. PRICE, M.S. DUPONT, M.L. PARKER, and G.R. FENWICK. 1991. Quinoa saponins-analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. *J. Sci. Food Agr.* 54:165–176.
- RODRÍGUEZ, K., AH-HEN, K. S., VEGA-GÁLVEZ, A., VÁSQUEZ, V., QUISPE-FUENTES, I., ROJAS, P., & LEMUS-MONDACA, R. (2016). Changes in bioactive components and antioxidant capacity of maqui, *Aristotelia chilensis* [Mol] Stuntz, berries during drying. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 537–542.
- RUALES, J. AND NAIR, B.M. (1994^a) Effect of processing on in vitro digestibility of protein and starch in quinoa seeds. *International Journal of Food Science and Technology* 29, 449- 456.
- RUALES, J. AND NAIR, B., (1994^b) Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) seeds. *Plant Food for Human Nutrition* 45, 223-246.
- RUSLAN, KOMAR; HAPPYNIAR, SHELVEY; FIDRIANNY, IRDA. Antioxidant potential of two varieties of *Sesamum indicum* L. collected from Indonesia. *Journal Of Taibah University Medical Sciences*, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 211-218, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtumed.2018.02.004>.
- SCHOENLECHNER, R.; SIEBENHANDL, S.; BERGHOFER, E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; BELLO, F. D. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. London: Food Science and Technology

International, 2008. cap. 7, p. 149-190. Series.

SEGURA-CAMPOS, M. R.; SALAZAR-VEGA, I. M.; CHEL-GUERRERO, L. A.; BETANCUR-ANCONA, D. A. Biological potential of chia (*salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. *Food Science and Technology*, London, v. 50, n. 2, p. 723-731, 2013.

SINGLETON, VL, ROSSI, JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult.* 1965: 16(3): 144 – 158.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. Adaptação da Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

SPEHAR, C. R., AND SANTOS, R. L. B. (2002). Quinoa 'BRS Piabiru': alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(6): 889-893.

SPEHAR, C. R. (2007). Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Ed. Técnico. Planaltina, DF, Brasil, Embrapa Cerrados, 103p.

TANG, Y., LI, X., CHEN, P.X., ZHANG, B., HERNANDEZ, M., ZHANG, H., TSAO, R. 2015a. Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd genotypes. *Food Chem.* 174, 502–508.

TINKEL, J.; HASSANAIN, H.; KHOURI, S. J. Cardiovascular Antioxidant Therapy: A Review of Supplements, Pharmacotherapies, and Mechanisms. *Cardiology in Review*, v. 20, n. 2, p. 77-83, 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

VALERIANO, F. R.; NERY, M. C.; PINTO, N. A. V. D.; CAMPOS, AMANDA REIS DE MELO; OLIVEIRA, A.S.; FIALHO, C. M. T.. Morfologia de sementes de gergelim. *Acta Iguazu*, Mato Grosso, v. 8, n. 2, p. 23-36, mar. 2019.

VEGA-GÁLVEZ, A. et al. Characteristics and Mathematical Modeling of convective drying of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) Influence of temperature on the kinetic parameters. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 34, n. 6, 945-963, 2010b.

VEGA-GÁLVEZ, A. V., MIRANDA, M., VERGARA, J., URIBE, E., PUENTE, L., AND MARTÍNEZ, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 2541-2547.

WEBER, C. W., GENTRY, H. S.; KOHLHEPP, E. A.; MCCROHAN, P.R. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. *Ecology of Food and Nutrition*, v.26, p.119-125, 1991.

WOOD, S. G.; LAWSON, L. D.; FAIRBANKS, D. J.; ROBISON, L. R.; ANDERSEN, W. R.. Seed Lipid Content and Fatty Acid Composition of Three Quinoa Cultivars. *Journal Of Food Composition And Analysis*. Estados Unidos, p. 41-44. fev. 1993.

ZURAVSKI, Luísa et al. Avaliação da capacidade antioxidante do extrato aquoso da linhaça dourada e marrom (*Linum usitatissimum* L.) na forma de grão pelo teste do DPPH. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*. Rio Grande do Sul. 2012.

“

Estudo de caso das BPF e análise de implantação do sistema APPCC em uma unidade de beneficiamento de polpa de frutas

Márcia Andréia Carneiro de **Oliveira**
UFPA

Moisés de Souza **Mendonça**
IFPA

Carlos Alberto Martins **Cordeiro**
UFPA

RESUMO

A crescente globalização dos mercados consumidores, principalmente no seguimento alimentício, tem exigido cada vez mais das empresas qualidade em seus produtos, as indústrias de alimento vêm redirecionando seus sistemas de gestão da qualidade para torna-los mais preventivos e menos corretivos, possibilitando que as empresas racionalizem seus recursos e otimizem seus processos, diminuindo suas perdas e aumentando sua competitividade, para isso, são necessárias a padronização dos processos produtivos, a utilização de ferramentas de gestão como as Boas Práticas de Fabricação - BPF, e o Procedimento Padrão de Higiene Operacional - PPHO para que o processamento dos alimentos seja conduzido com os cuidados de higiene necessários, minimizando o risco de comprometer a qualidade do produto final. O presente artigo apresenta um Estudo de Caso das Boas Práticas de Fabricação em uma Unidade de beneficiamentos de Polpa de Frutas, bem como, a análise de uma possível implantação de um sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controles - APPCC para a unidade produtiva.

Palavras-chave: Alimentação; Indústria; Processamento; Qualidade.

INTRODUÇÃO

Segundo Chamoun (2017), “o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, alcançando a marca de 43 milhões de toneladas por ano, contribuindo com 10% da produção mundial. A conservação da polpa através de congelamento tem se apresentado como uma alternativa para preservar as qualidades intrínsecas das frutas e evitar o uso de aditivos químicos, mantendo estado natural, por não utilizarem conservantes, aromatizantes sintéticos, acidulantes químicos e edulcorantes artificiais, indo ao encontro das preferências atuais dos consumidores”.

De acordo com Moraes (2013) “a região sudoeste do Estado do Pará possui grande potencial para produção de frutas tropicais. A região tornou-se um polo de produção de cacau, deixando o Estado do Pará como o segundo maior produtor do Brasil. No entanto, essa monocultura cacauzeira traz riscos econômicos à região, por se tratar de uma commodity. O plantio de outras espécies frutíferas de valor econômico poderá ser uma oportunidade para produtores familiares, porém o plantio de novas espécies deve vir integrado com a verticalização da produção”.

A empresa objeto do estudo de caso, trabalhava de forma insuficiente o beneficiamento da polpa de frutas em um ambiente inadequado, e com não conformidades. Com o crescimento do mercado consumidor por produtos naturais, oportunizou a empresa iniciar através de parcerias o processo de adequação da indústria de polpa de frutas, desenvolvendo processos, produtos, gestão empresarial e obtendo registro nos órgãos competentes.

Oferecer um produto de qualidade e com segurança sanitária ao consumidor é essencial para o crescimento e permanência das empresas no mercado. No entanto, para manter a padronização de qualidade dos produtos, bem como atender as exigências sanitárias solicitadas pelos órgãos de fiscalização são necessárias a utilização de BPF da produção das polpas de frutas. Programas como Boas Práticas de Fabricação BPF e os Procedimento Padrão de Higiene Operacional - PPHO são diferenciais para as empresas que atuam nesse setor, tanto por serem programas relacionados a higienização e a qualidade sanitária dos alimentos quanto por serem pré-requisitos para a implantação do Sistema de APPCC (SENAI A, 2000).

O Estudo de Caso pretende averiguar as BPF existentes no processo produtivo da empresa, do recebimento das frutas ao armazenamento das polpas, bem como analisar a possibilidade de implantação de um sistema APPCC, para padronizar seus produtos e conquistar mercados mais exigentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho utilizou-se a abordagem qualitativa tendo como método

o estudo de caso. Utilizou-se como objeto deste estudo de caso uma empresa de beneficiamento de polpa de frutas localizada no oeste do Pará.

Segundo Bauer e George (2011), “um delineamento de estudo de caso pode incorporar um questionário de pesquisa para levantamento de dados, junto com técnicas observacionais, ... defendemos a ideia de que as escolhas relativamente independentes no processo de pesquisa e que a escolha qualitativa ou quantitativa é primariamente uma decisão sobre a geração de dados e os métodos de análise e secundariamente uma escolha sobre o delineamento da pesquisa ou de interesses do conhecimento”.

Para a coleta dos dados referente à esta pesquisa, foi realizada visita técnica na unidade de beneficiamento de polpa de frutas, onde foram realizados acompanhamentos em todos os itens do processo produtivo citados neste estudo, desde o recebimento das frutas até o armazenamento das polpas, juntamente com o levantamento de informações com a proprietária e funcionários da empresa.

Foram realizadas revisões bibliográficas de artigos, monografias de especialização e mestrado, literaturas técnicas, normas legislativas e documentos da empresa como subsidio teórico para que a pesquisa pudesse ser realizada.

A visita técnica ocorreu em maio de 2017, o que possibilitou a averiguação in loco do desenvolvimento do processo produtivo, ou seja, o fluxo de produção das polpas de frutas e suas variáveis operacionais, assim como os procedimentos de recebimento das frutas, o processamento das frutas, a embalagem, o armazenamento e a logística de distribuição dos produtos acabados.

Foram avaliadas as Boas Práticas de Fabricação - BPF desenvolvidas pela empresa em todos os procedimentos de beneficiamento da polpa de fruta.

Foram observadas a aplicação dos Procedimentos Padrão de Higienização Operacional – PPHO nas operações realizada pela empresa.

Foi realizada a análise para implantação do sistema APPCC na empresa de beneficiamento de polpa de frutas, onde foram avaliadas as ferramentas de controle de qualidade nos processos que antecedem a implantação do sistema APPCC. Para a implantação do APPCC é necessário que a empresa tenha implantada as BPF e os PPHO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da Empresa

A empresa escolhida para o estudo de caso está localizada no oeste do estado do Pará e iniciou seus trabalhos com a produção de polpa de frutas no ano de 2008, de forma insuficiente, sem uma estrutura física adequada e sem conhecimento dos procedimentos

adequados para a industrialização.

Para se aperfeiçoar a empresa durante os anos seguintes buscou parcerias que apoiassem na melhoria do processo produtivo e da estrutura física da unidade de processamento da polpa de frutas.

A empresa possui capacidade produtiva de 500 kg/dia, e produz as polpas de acordo com a entrada das frutas, a empresa ainda não atingiu seu potencial de produção por ter a capacidade de armazenamento limitada a 6.000 kg/dia. Produz polpa de diversas frutas, de acordo com o calendário agrícola e com a disponibilidade da matéria prima; processando as seguintes frutas: acerola, maracujá, graviola, cacau, cupuaçu, manga, cajá, açai (grosso, médio e fino), murici, abacaxi e goiaba, nos tamanhos de 250g, 500g, e 1kg para atender as demandas de seus clientes.

Seus principais clientes são as compras governamentais para a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB através do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE no município sede da empresa e em municípios vizinhos e o comércio local com vendas para restaurantes e lanchonetes.

Seus principais fornecedores, cerca de 98% são produtores rurais da agricultura familiar da região próxima à sede da empresa, a empresa preza por compras locais de sua matéria prima, pois tem como filosofia desenvolver a economia do município onde estão instaladas, e quando necessário, ou seja, quando não encontram a matéria prima na região próxima à sede da empresa compram frutas de outros fornecedores do estado (MORAES, 2013).

Entretanto enfrentam dificuldades com os custos elevados das frutas por parte dos fornecedores por não disporem de um volume maior de frutas, o que eleva os custos do produto final. Através de parcerias a empresa está construindo um projeto onde visa o incentivo de implantação de frutíferas pelos produtores rurais para fornecimento a unidade de beneficiamento de polpa de frutas,

Caracterização da Mão de Obra

A empresa possui 07 colaboradores no total, sendo 04 colaboradores responsáveis diretamente pelas atividades de processamento das polpas de frutas - recepção das frutas, lavagem, seleção das frutas, controle de área suja, descascamento, despulpamento, envase, controle de armazenamento, controle da câmara fria, controle da produção, entre outros, em picos de produção são contratados diaristas para apoiar no processamento das frutas (as pessoas contratadas por diárias receberam algum tipo de treinamento nas boas práticas de fabricação pelos próprios funcionários da empresa responsáveis pelo setor produtivo) e 03 colaboradores responsáveis pelas atividades de apoio administrativo, logística, comercialização dos produtos, busca por recursos financeiros e controle de qualidade.

Os colaboradores que são responsáveis diretamente pelo processo produtivo desde o recebimento, estocagem e distribuição de insumos/produtos prontos, fazem uso dos EPI's (uniformes - calça e camisa, na cor branca, toucas, máscaras e botas de borracha).

Em sua pesquisa Sebastiany et al. (2010) identificaram que as empresas pesquisadas utilizavam algum tipo de EPI's (equipamentos de proteção individual), sendo mais comuns gorro, jaleco, luvas e botas. Entretanto, em nenhuma das fábricas os manipuladores utilizavam EPI's completos, limpos e bem conservados.

Os uniformes da unidade de produção objeto desde estudo de caso não têm a marca da empresa são somente brancos, que relacionam à imagem de higiene existente no ambiente produtivo e de seus produtos, conferindo uma aparência adequada às atividades desempenhadas pela empresa e de forma a não proporcionar contaminação dos produtos, principalmente no momento de sua fabricação, os uniformes são trocados e lavados todos os dias.

Os funcionários são orientados a trocar de roupa no banheiro da unidade de produção onde também funciona o vestuário e a não sair para a parte externa da empresa com os uniformes, trocando-os por vestimentas pessoais. Os visitantes para terem acesso a unidade produtiva, são orientados quanto ao uso de EPI's.

Os funcionários possuem carteira de saúde, no entanto não estão sendo atualizadas com regularidade.

Um ponto positivo em termos de pessoal é que os funcionários diretamente envolvidos nas atividades de produção da polpa de frutas entendem o princípio de cada atividade realizada e a importância de fazê-la certo da primeira vez. Os funcionários foram treinados sobre as BPF e existe um consenso geral das atividades e comportamentos que devem ser controlados para não oferecerem risco de contaminação aos produtos caso exista alguma não-conformidade observada em suas atividades.

Por falta de formalização de algumas atividades, observam-se algumas não conformidades menores para a segurança e qualidade do produto (como a existência de objetos em desuso nas áreas de apoio, uso de objeto inadequados na sala de corte, alguns hábitos pessoais inadequados e manutenção deficiente ou inadequada de algumas pequenas instalações elétricas e hidráulicas).

Estes aspectos, embora não representem riscos imediatos à qualidade dos produtos, podem levar a um somatório de comportamentos que geram problemas de qualidade, se não forem inibidos por meio de ações corretivas. Os hábitos higiênicos destacados como fundamentais para as atividades desenvolvidas são seguidos e estão registrados no Manual de Boas Práticas de Fabricação da empresa.

Processo Produtivo

O processo de obtenção de polpas de frutas é um procedimento simples, o que irá diferenciar os procedimentos é a tecnologia adotada pela empresa e o nível de automação que cada empreendimento dispõe em sua linha de processamento (SABINO, 2012).

Neste estudo de caso foi avaliado o processamento da polpa de fruta do abacaxi, desde de a chegada dos frutos, lavagem, descascamentos, despulpamento, embalagem ou envase ao armazenamento.

Etapas do processamento:

a) Recepção / Pesagem: Ao chegaram as frutas foram descarregadas pelo produtor em uma área lateral da empresa, e colocadas ao chão, onde foram feitas a contagem (por ambas as partes fornecedor e comprador) e pesadas (primeiramente com as cascas e depois sem as cascas). Dessa operação depende a determinação e o controle do rendimento industrial do produto. As balanças utilizadas devem estar em perfeito funcionamento (SABINO, 2012);

Não foi constatado um espaço adequado para recepção e pesagem das frutas, ficando as mesmas armazenadas pelos corredores da agroindústria, as basquetas com as frutas também ficam armazenadas sobre o chão.

As frutas deveriam ser armazenadas em local próprio e em paletes para que não fique diretamente no chão, a empresa deverá possuir um espaço ao lado da área de limpeza e seleção das frutas, somente para o recebimento das frutas. O espaço tem que possuir revestimento em cerâmica de preferência em tom claro, para demonstrar eficiência na higienização (ESTUMANO, 2013).

b) Pré-seleção: Nessa etapa ocorre a verificação visual, onde os frutos são selecionados com o objetivo de avaliar o grau de maturação, danos mecânicos e/ou em estado de podridão, descartando os frutos que se encontram imaturas ou estragadas/deterioradas (SABINO, 2012), a empresa não possui esteira, os frutos são transportados de forma manual ou em carrinhos de inox;

c) Lavagem: Nessa etapa as frutas após a pesagem são levadas para a área de lavagem onde passam por uma primeira lavagem com jato d'água e depois passam por uma segunda lavagem onde são imersas em um tanque de aço inoxidável com água e solução clorada (100 ml).

Segundo Moretti (2007) "Os frutos selecionados devem ser lavados com detergente neutro e biodegradável e com água corrente, para retirada de sujeira proveniente do campo".

O processo de lavagem ou limpeza úmida deve ser feito com água tratada. A lavagem por imersão que consiste em mergulhar a matéria-prima em um tanque de água limpa e clorada é o método mais simples e mais usual na remoção da sujeira (SABINO, 2013).

Em sua pesquisa Sebastiany et al. (2010) identificaram que a lavagem das frutas com água clorada era realizada por somente uma indústria, a qual efetuava esta operação através de imersão, empregando água sanitária de uso doméstico, na concentração de 25 ppm de cloro, que é adequada para este procedimento.

A empresa objeto deste estudo de caso possui um jato d'água e um tanque de aço inox que serve para as etapas de limpeza das frutas, o que requer mais tempo e demora na higienização dos produtos. A empresa deverá adquirir mais dois tanques de higienização de tamanhos menores para que se faça as lavagens de forma que facilite no processo e no tempo de higienização das frutas na agroindústria, a área de lavagem deve ser higienizada com frequência mantendo o ambiente limpo (ESTUMANO, 2013).

d) Escorrimento/Seleção: Após as lavagens, os frutos são colocados em basquetas (caixas plásticas vazadas) e transportadas por uma abertura/óculo para a sala de corte, a etapa de seleção evita o uso de frutas excessivamente verdes ou estragadas, que poderiam causar prejuízos às características naturais do produto final.

Segundo Sabino (2012), “esta etapa deveria ser realizada em mesas de chapa vazada, facilitando o escorrimento das frutas recém-lavadas/higienizadas, em locais bem iluminados”;

e) Descascamento e preparo: Essa etapa é feita com muito cuidado para não ocorrer contaminação das partes aproveitáveis da fruta. Os funcionários responsáveis por essa operação estavam adequadamente uniformizados e usando os EPI's (luvas, toucas, mascaras, calça e blusa e botas de borracha).

O descascamento é feito manualmente, no momento do corte é feito pelos funcionários uma análise sensorial com observação visual e olfativa para avaliar a qualidade dos frutos, descartando os frutos que estão verdes ou maduros demais. No caso do processamento do abacaxi após o descascamento os frutos foram cortados em tamanhos menores e levadas a câmara fria para posterior despulpamento.

O descascamento dos frutos ocorre de forma manual pelos colaboradores que usam adequadamente os EPI's (luvas, toucas, mascaras, calça e blusa e botas de borracha), porém as máscaras não são colocadas de forma correta, cobrindo somente a boca, deixando o nariz sem proteção, isso ocorre principalmente pelo desconforto término na área de processamento dos frutos.

No momento do corte os colaboradores amolavam as facas com lima de amolar facas o que pode ocasionar resíduos na sala de corte e comprometer a qualidade das frutas, a lima de amolar pode ser substituída por um afiador de faca em aço inox (chaira) mais adequado para uso industrial por não gerar resíduos no ambiente.

Na área de produção, nas salas de corte e despulpamento são utilizados ventiladores para manter a temperatura baixa e para proporcionar conforto térmico dos colaboradores,

recomenda-se usar ar condicionados tanto para manter o conforto termino na sala como para não afetar a qualidade das frutas.

f) Despoldamento: As frutas foram levadas a câmara fria para posteriormente voltarem a sala de despoldamento para o processamento das frutas. Para o preparo das polpas não são adicionados nenhum tipo de ingrediente como conservantes, acidulantes, e etc. somente a fruta processada.

O Despoldamento poderia ser efetuado imediatamente após o descascamento dos frutos para não prejudicar a qualidade da polpa.

g) Armazenagem: Após a despoldamento das frutas, as polpas são conduzidas em baldes plásticos para a câmara fria, para serem embaladas no dia seguinte, pois, segundo informações dos funcionários responsáveis pelo processamento o abacaxi ao passar pelo processo de despoldamento cria muita espuma na polpa e precisa desse tempo para descanso e equilíbrio na polpa.

Após serem embaladas as polpas voltam a câmara fria para serem armazenadas até serem distribuídas aos clientes.

Recomenda-se o uso de baldes em material inox para manuseio das polpas de frutas.

h) Embalagem ou Envase: A embalagem serve para proteger a polpa das frutas do ambiente externo e manter suas características naturais, é preciso que a embalagem ofereça proteção ao produto (SABINO, 2012).

Na empresa as polpas são embaladas manualmente através de seladora manual. As polpas de abacaxi, foram retiradas da câmara fria e levadas a sala de despoldamento onde ocorre a selagem, a medida das embalagens é feita com vasilha de material plástico medindo um litro, não podendo conter ar nas embalagens para não prejudicar a qualidade do produto, as embalagens ficam cerca de 9 segundos na seladora manual para lacrar, depois desse processo e feita a contagem e pesagem as polpas que voltam para a câmara fria para serem armazenadas.

O processo de embalagem ou envase é realizado em equipamento manual através de seladora manual, por duas colaboradoras, as embalagens utilizadas são escritas a mão o nome dos sabores das polpas de frutas e a data de validade e não contém informações aos consumidores como a tabela nutricional e dados da empresa.

A empresa possui embalagens com designer próprio com os dados necessários e exigidos pelas normas vigentes (tabela nutricional, data de validade e informação ao consumidor) e registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, que estão armazenados em um depósito na empresa, possuem também uma embaladora automática que não está sendo utilizada devido a sede da unidade de beneficiamento das polpas de frutas não dispor de fornecimento de energia adequado ao equipamento.

i) Congelamento: o objetivo principal do congelamento é a conservação do produto sem a perda da qualidade. Para cada situação existe um quadro adequado para que se possa ter melhores resultados, para o congelamento das polpas de frutas é utilizada câmara fria e freezers, sendo que o uso de freezers domésticos apresenta limitação quanto ao tempo para congelar o produto (SABINO, 2012).

Na produção de polpa de fruta congelada, o produto não é submetido a nenhum outro tratamento que visa à conservação. No empreendimento em questão, é utilizada a tecnologia frigorífica, conhecida como Câmara-túnel, com temperatura de congelamento de -18° C, com ventilação forçada de 3 metros/segundo (SABINO, 2012).

j) Armazenamento/Estocagem: As polpas são estocadas em câmara fria há uma temperatura de -38° C.

Após serem processadas as polpas são colocadas em baldes plásticos e conduzidas sem tampas para a câmara fria em carrinho de inox.

Devido ao fluxo do processo produtivo da empresa não estar linear, a polpa de fruta processada volta pela área suja e é conduzida pela área externa da indústria para posteriormente seguir para a câmara fria para serem armazenadas.

Para amenizar a exposição das polpas de frutas à perigos, sejam eles biológicos, químicos e/ou físicos os baldes utilizados para transporte das polpas podem ser conduzidos com tampas, para diminuir o risco de contágio que podem ocorrer no trajeto até a chegada a câmara fria.

As câmaras frigoríficas devem possuir gerador automático para suprir uma eventual falta de energia elétrica;

k) Expedição/Distribuição: A distribuição é feita através de caminhão aberto, as polpas de frutas são acondicionadas em isopores para o transporte.

Deve-se transportar alimentos congelados em transporte adequado para não ocorrer mudanças na temperatura e possível alteração na qualidade do produto.

O fluxograma do processo produtivo do beneficiamento das polpas de frutas está apresentado na figura 1 em anexo.

Boas Práticas de Fabricação

É necessário que cada estabelecimento tenha seu manual de BPF, que detalhe sobre as condições higiênico sanitárias dos processos de manipulação dos alimentos, higienização dos equipamentos, utensílios, instalações e edificações dos estabelecimentos, além do estabelecimento dos requisitos mínimos de sanidade dos edifícios, instalações, equipamentos e utensílios, do controle do abastecimento da água, da saúde e higiene dos manipuladores de alimentos, do controle de pragas e vetores, e do controle e a garantia da qualidade dos

produtos finais (SABINO, 2012).

A empresa possui o manual de BPF e o manual de PPHO mas precisa melhorar os procedimentos internos na unidade de processamento de polpa de frutas, em relação aos requisitos legais nas instalações.

Na empresa foram constatados cartazes de orientação para os visitantes e/ou para as próprias colaboradoras, sobre a forma correta de lavagem das mãos e demais hábitos de higiene afixados em locais apropriados como, no banheiro e na área de produção.

Existe a necessidade da formalização dos procedimentos operacionais por meio de documentos e registros regulares e contínuos, para que se alcance a formalização no atendimento aos requisitos das BPF.

Alguns procedimentos operacionais não são acompanhados devidamente, e o controle desses procedimentos são necessários para padronizar os processos que levam à garantia da qualidade e segurança dos alimentos na empresa.

A falta de acompanhamento de alguns procedimentos existentes pode estar relacionada à falta de treinamento contínuo dos colaboradores, o acompanhamento de todos os procedimentos não foi observado e evidenciado por meio de registros.

A estrutura física do prédio onde está instalada a unidade de beneficiamento das polpas de frutas não possui um fluxo linear na produção, o que dificulta os procedimentos operacionais, bem como, a correta aplicação das BPF no processo produtivo.

De modo geral, foi observado que os funcionários possuem preocupação quanto os aspectos de BPF que entendem a sua importância e a necessidade de um controle maior dos procedimentos operacionais na empresa para que não afetem a qualidade do produto, principalmente no que se refere aos aspectos de higiene.

Instalações da Empresa

A estrutura física do prédio onde está instalada atualmente a unidade de processamento de frutas não foi projetada para tal função, mas, adequada a ela de forma que suprisse em partes a necessidade da agroindústria, mas não atende a todas as normas exigidas para a atividade.

Segundo Sebastiany et al. (2010) em sua pesquisa identificou que as empresas de polpa de frutas estavam instaladas em prédios adaptados, ou seja, que não foram construídos especialmente para este fim.

A estrutura não dispõe de espaço separado para a área administrativa e área de produção, cozinha, estoque, sendo constituídas todos num mesmo espaço.

A recepção dos frutos é feita na área externa do estabelecimento, embora o espaço seja cercado por tela, para evitar presença de animais de pequeno porte, esse não confere

o padrão para o acondicionamento correto das frutas que ficam ao chão até serem levadas para a área de lavagem dos frutos.

A área de lavagem dos frutos é limpa e os funcionários têm o cuidado constante com a higienização do espaço, os frutos são colocados em basquetas (caixas plásticas vazadas) e entram para a sala de corte através de uma abertura/óculo para serem descascados, a sala de corte possui porta com tela para evitar a presença de insetos e outros animais de pequeno porte.

Na área de corte são feitos o descascamento e o corte das frutas e acondicionadas em basquetas plásticas, onde posteriormente são pesadas na sala de pesagem. Para efetuar a pesagem é preciso passar por dentro da sala de despulpamento, depois elas passam pela sala de despulpamento novamente para irem para a câmara fria através de uma abertura/óculo.

A sala de despulpamento das frutas possui 02 despulpadeiras para as frutas e 01 despulpadeira somente para o processamento do açaí, a câmara fria fica fora área de processamento das polpas de frutas o que faz com que os produtos passem por uma área externa para ter acesso a câmara fria.

As polpas são colocadas em baldes plásticos e conduzida a câmara fria por meio de um carrinho que tem que passar por dentro da área de corte e pela área externa do prédio para chegar a câmara.

As salas de corte e despulpamento possuem ventiladores para manter a temperatura baixa e para proporcionar conforto térmico dos colaboradores.

A iluminação da área de processamento está inadequada, não atendendo a requisitos de higiene e prevenção de perigos, visto que na área de produção as lâmpadas fixas, devem estar protegidas de forma a garantir que o alimento não seja contaminado por perigo físico caso ocorra a quebra de alguma das lâmpadas (SENAI C, 2000).

Recomenda-se realizar a troca das janelas e dos óculos de madeira na área de produção, por janelas e óculo em vidro e alumínio, haja vista não ser permitido pelos órgãos de fiscalização nenhum tipo de equipamento, utensílio, móvel ou instalação de madeira na área de produção, por ser um material absorvente, de difícil higienização e pouca durabilidade (ESTUMANO, 2013).

Recomenda-se ser feito o revestimento em cerâmica de tom claro do piso que dá acesso a câmara fria, para que facilite a higienização do local e evite contaminação das polpas no transporte até a câmara fria (ESTUMANO, 2013).

Os banheiros são localizados fora da agroindústria em outro ambiente, dispõe de banheiros separados para homens e mulheres.

Os vestiários funcionam dentro do banheiro feminino por não possuir lugar próprio.

A empresa não dispõe de laboratório para Análise dos Perigos que afetam a qualidade

do produto e desconhece empresas que realizam esse trabalho na região, tornando inviável a realização das análises de forma periódica e não sendo possível avaliar a qualidade microbiológica das polpas de frutas. No entanto tal situação será sanada em sua nova sede onde haverá estrutura física para implantação de laboratório próprio para análise das polpas.

Na área externa da empresa encontram-se materiais em desuso ou estranhos ao ambiente que ocasionam não conformidades, pois podem ocasionar abrigos para pragas e roedores, a empresa deverá fazer a remoção desses materiais e armazená-los de forma organizada e em local adequado (ESTUMANO, 2013).

A estrutura física atual da empresa não oferece espaço para armazenar esses materiais, essas dificuldades serão sanadas na nova sede da indústria que terá espaço separado para a lavanderia e armazenamento do material de limpeza, bem como vestiários para os colaboradores guardarem seus uniformes que devem estar em locais próprios para não serem contaminados pelo ambiente externo.

Uma dificuldade encontrada pela empresa refere-se a constante oscilação do fornecimento de energia elétrica na agroindústria, o que ocasiona constante manutenção dos equipamentos que aumenta os custos operacionais da empresa, pois as instalações elétricas atuais não suportam todos os equipamentos ligados juntos.

A distribuição das polpas de frutas, é realizada em transporte não refrigerado, utilizando caixas de isopor, é preciso ter cuidado com o transporte e a distribuição para não comprometer o produto, seria adequado utilizar transporte em veículo refrigerado.

Verificou-se que existem não conformidades na unidade de processamento das polpas de frutas, devido principalmente a estrutura do espaço físico onde a agroindústria está instalada, o que torna o fluxo linear da produção inadequado aos padrões exigidos para implantação do sistema APPCC.

A empresa tem ciência das não conformidade estruturais e prepara-se para mudar para sede própria da agroindústria, onde terão a estrutura física adequada.

Tratamento da água

Em uma unidade de beneficiamento de polpa de frutas, água é um fator de extrema importância, pois, além de se tratar de um pré-requisito nas operações domésticas tais como as realizadas nos banheiros/vestiários, cozinha, operações de higienização da empresa, a água também é parte integrante do processo produtivo dos alimentos (SABINO, 2012).

A empresa preocupada com a qualidade da água, utiliza a tecnologia Hidrogerox para o tratamento da água industrial, essa tecnologia permitir a desinfecção necessária para uma indústria de alimentos, também carrega o conceito de sustentabilidade, pois o sistema produz seu próprio hipoclorito, substância empregada para a desinfecção da água industrial, para

tanto, é utilizado equipamento automatizado para geração de hipoclorito de sódio a partir de uma solução de cloreto de sódio, água e energia elétrica. A solução que é gerada contém cloro, ácido hipocloroso, peróxido de hidrogênio e oxigênio ativo, e a geração do hipoclorito se dá através da dissociação eletrolítica do cloreto de sódio (SABINO, 2012).

No sistema deverá ser usado um filtro que irá remover da água industrial as partículas de cloro residual livre, e desta forma, tanto as polpas como os demais processos da empresa não apresentarão flavor característicos de água clorada, o Hidrogerox gera substancial melhoria na qualidade da água, reduzindo o consumo de outros produtos químicos na desinfecção da água industrial (SABINO, 2012).

A empresa designou um colaborador para monitorar a qualidade da água, e fazer o controle e registro das operações realizadas diariamente, o mesmo ao ligar a bomba de água liga também o aparelho do Hidrogerox que bombeia o cloro para a caixa d'água, quando desliga a bomba de água desliga também o aparelho do Hidrogerox.

No reservatório do sistema de tratamento de água são colocados 600g de cloreto de sódio (sal de cozinha) em 20 litros de água, essa operação é realizada diariamente e leva 8 horas para ser concluída, e de 15 em 15 dias é feita a limpeza do reservatório do Hidrogerox, e além da preocupação com o tratamento da água através do sistema Hidrogerox, a empresa faz a limpeza da caixa d'água a cada 3 meses.

A empresa faz o tratamento da água através do sistema de Hidrogerox, bem como o controle através de registro periodicamente, no entanto precisa fazer a troca do filtro com frequência para que diminua a possibilidade de impurezas na água.

Operações

O processo de tomada de decisão da empresa é feito em conjunto com a equipe de trabalho, onde todos estão envolvidos direta ou indiretamente, as opiniões dos colaboradores são aceitas e quando necessário fazem experiências em relação a opinião fornecida pela equipe e se obtiver resultado satisfatório adequa a prática a empresa.

Sob o aspecto de gestão, a empresa precisa melhorar nas questões administrativas e de operações de produção, principalmente referente à registro e documentos dos produtos, para que se tenha real valor dos custos operacionais e quais as providências devem ser tomadas para corrigir as não conformidades.

A empresa possui um responsável técnico que não reside no município sede da mesma, mas atende as necessidades da unidade de processamento de polpa de frutas.

Controle de Pragas

O controle de pragas (insetos, roedores, aves e outros animais) em uma unidade de processamento de alimentos deve ser feita por profissionais credenciados de firmas especializadas (SENAI C, 2000).

A empresa encontra dificuldades para fazer de forma correta o controle de pragas nas dependências da unidade produtiva de polpa de frutas, pois não encontra empresas terceirizadas para a prestação do serviço que seguem as normas sanitárias exigidas pelos órgãos fiscalizadores para aplicação da dedetização.

Segundo Sebastiany et al. (2010) em sua pesquisa identificou que nenhuma das indústrias avaliadas realizava controle de pragas, o que estava em desacordo com a legislação vigente.

Embora mesmo encontrando dificuldades, são realizadas as dedetizações a cada seis meses na empresa, sempre nos dias de sábado para não comprometer a produção das polpas de frutas, não existe um controle com registro por escrito desse procedimento.

A empresa possui cadastro na vigilância sanitária do município, porém com atraso.

A empresa se preocupa com as medidas preventivas para evitar o acesso de pragas ao ambiente produtivo, utilizando medidas estruturais evidenciadas pela presença de telas nas portas e janelas da unidade produtiva inibindo a entrada de pragas rasteiras e insetos voadores, existe uma tela ao redor da unidade produtiva para evitar entrada de gatos e roedores evitando assim contaminação por zoonoses (ESTUMANO, 2013).

Para realizar um efetivo controle de pragas a empresa deve procurar uma empresa que siga as normas sanitárias exigidas pelos órgãos fiscalizadores para aplicação da dedetização da unidade de processamento de polpa de frutas a fim de ter segurança no trabalho realizado, bem como deve-se manter o controle desse procedimento com registro periódico.

Resíduos Sólidos

Os procedimentos para separação e destinação dos resíduos gerados não estão sendo registrados e são realizados por meio de separação de material.

Os resíduos não orgânicos da indústria são separados sem tratamento e levados a coleta de lixo realizada pela empresa municipal de limpeza urbana.

Os resíduos de material orgânico gerados pelo processo produtivo como as cascas das frutas e os frutos não aproveitados para as polpas e resíduos gerados pelo despulpamento das frutas, são separados e depositados sem tratamento em um local distante a 200m da unidade produtiva para serem decompostos naturalmente.

Segundo Sebastiany et al. (2010) em sua pesquisa identificou que a maioria das indústrias tinha o seu lixo recolhido através da coleta pública e apenas uma delas, por situar-se

fora do perímetro urbano, desprezava-o em um depósito próprio.

A empresa doa resíduos sólidos orgânicos que podem ser aproveitados por outras cadeias produtivas como as sementes de cupuaçu que são destinadas a uma associação que realiza extração de óleos naturais no município sede da empresa, e resíduos como as sementes de cacau, onde são extraídas 40% da polpa do fruto e devolvidas aos produtores rurais para serem aproveitadas para venda das amêndoas secas.

Para a implantação de sistema APPCC devem ser registrados em documentos todos os procedimentos realizados com os resíduos da unidade produtiva, para estabelecerem a quantidade de resíduos gerados, o tipo de resíduo, sua origem, sua destinação, recepção dos resíduos e os responsáveis pela geração, o transporte dos resíduos desde a geração até destinação final, conferindo a responsabilidade ambiental da empresa (SENAI C, 2000).

A empresa possui cadastro no órgão ambiental local e para sanar essa problemática pretende construir na nova sede da unidade produtiva uma composteira para tratamento adequado aos resíduos orgânicos.

Registros e Documentos

A empresa não dispõe de registros dos procedimentos seguidos na unidade de processamento de frutas, de forma satisfatória, somente alguns procedimentos são controlados com documentações e registros previstos por legislação sanitária específica e outros procedimentos necessários, como é o caso do controle de entrada e saída de frutas e a qualidade da água através do Hidrogerox, os demais procedimentos não cumprem uma rotina de anotações e registros.

Os produtos recebidos devem ser registrados para controle de qualidade verificando-se as características organolépticas normais como cheiro, cor, textura, firmeza e limpeza das mesmas (ESTUMANO, 2013).

A empresa deve fazer as avaliações prévias dos produtos, das embalagens e de todos os procedimentos que ocorrem na fábrica, para que haja o controle e a segurança dos mesmos e o controle financeiro da empresa mediante documento para que se possa determinar o rendimento industrial (ESTUMANO, 2013).

A empresa deve elaborar documentos de todos os procedimentos produtivos para formalizar a orientação de todas as atividades desenvolvidas.

CONCLUSÕES

A agroindústria desenvolve um trabalho satisfatório no beneficiamento de polpas de frutas, as BPF encontram-se presentes em todos os procedimentos verificados nesta pes-

quisa. No entanto, para aumentar o grau de segurança e atender aos pré-requisitos das BPF fazem-se necessários ajustes no processo de produção, para que sejam sanadas as Não Conformidades, mantendo assim a qualidade do produto ofertado ao mercado consumidor, bem como a certificação nos órgãos competentes.

Para a implantação do sistema APPCC a empresa terá que fazer adequações, em sua estrutura física, no monitoramento e registro dos processos produtivos, investir em capacitações e treinamentos dos colaboradores para acompanhar esses processos, não sendo possível a implantação do sistema APPCC nas instalações atuais da empresa.

REFERÊNCIAS

BAUER, M.W.; GEORGE, G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Tradução de GUARESCHI, P.A. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

CHAMOUN, R. Ideias de Negócio - Como montar uma fábrica de polpa de frutas. SEBRAE. 73 p. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-polpa-de-frutas>. Acesso em: 12 mai. 2017.

ESTUMANO, A,J.deF.P. Relatório de Consultoria - Aprimoramento das Boas Práticas de Fabricação na Agroindústria de Polpa de Frutas. SEBRAE. Altamira/PA. 22 p. 2013.

MORAES, B. Relatório de Consultoria – Estudo da Cadeia de Suprimento e Distribuição da Agroindústria de Polpa de Frutas. SEBRAE. Altamira/PA. 42 p. 2013.

MORETTI, C.L. Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Brasília: EMBRAPA Hortaliças e SEBRAE, 531 p. 2007.

SABINO, S. Relatório de Consultoria - Manual de Boas Práticas de Fabricação. SEBRAE. Altamira/PA. 39 p. 2012.

SABINO, S. Relatório de Consultoria - Manual de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional. SEBRAE. Altamira/PA. 83 p. 2012.

SEBASTIANY, E.; REGO, E.R.do; VITAL, M.J.S. Avaliação do processo produtivo de polpas de frutas congeladas. Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso), v. 69, n. 3, p. 318-326, Boa Vista, RR, 2010.

SENAI A. Guia para elaboração do Plano APPCC. Série Qualidade e Segurança Alimentar. Projeto APPCC Indústria. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE. 2. Ed. Brasília, SENAI/DN, 301p. 2000.

SENAI C. Elementos de apoio para o Sistema APPCC. Série Qualidade e Segurança Alimentar. Projeto APPCC Indústria. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE. 2 ed. Brasília, SENAI/DN, 361p. 2000.

“

Estudo do padrão de atividade elétrica cerebral durante degustação de bebida adoçada com diferentes adoçantes

Ana Carolina de Sousa **Silva**
FZEA/USP

Adriano Rogério Bruno **Tech**
FZEA/USP

Hubert Luzdemio Arteaga **Miñano**
UNACH

Nathalia Fontanari **Ortega**
FZEA/USP

Gustavo Voltani von **Atzingen**
IFSP

Ernane José Xavier **Costa**
FZEA/USP

RESUMO

Este estudo avaliou o sinal cerebral de 11 indivíduos saudáveis durante a degustação de suco de maracujá adoçado com sacarose (9,4g / 100g), sucralose (0,01593g / 100g) e aspartame (0,05477 g / 100g). O tipo de adoçante pode influenciar as propriedades sensoriais e a aceitação e preferência do consumidor por produtos de baixa caloria. O adoçante ideal não existe e é necessário usar cada um em uma situação para a qual ele seja adequado e, o aspartame e a sacarose podem ser bons substitutos da sacarose no suco de maracujá quando utilizados em quantidades equivalentes. Apesar do interesse em adoçantes artificiais, pouco se sabe sobre como o doce artificial é processado no cérebro humano. O EEG foi registrado em dois locais no córtex gustatório (C3 e C4). Os sinais de EEG foram amostrados a 512 Hz utilizando um eletroencefalógrafo portátil digital. Após inspeção inicial dos sinais, foram calculados os quatro primeiros coeficientes AGR e os dados comparados. Houve separação de pelo menos um coeficiente para 30 % dos voluntários. Apesar destes serem valores aquém do esperado, são indícios de que gostos similares que não podem ser distinguidos conscientemente podem resultar em ativação diferente no córtex gustatório.

Palavras-chave: Adoçantes; Eletroencefalografia (EEG); Processamento Digital de Sinais; Aspartame; Sucralose.

INTRODUÇÃO

O açúcar tem sido o principal adoçante na dieta humana por séculos representando uma percentagem elevada do consumo diário de energia com pouco valor nutricional adicional (BASSOLI; MERLINI, 2003; CABALLERO, 2013 apud ZORN et al., 2014). No entanto, há associação da ingestão elevada de açúcar com várias condições negativas de saúde, tais como obesidade e diabetes, tal fato, tem levado a uma forte necessidade de substituir total ou parcialmente o açúcar em alimentos por adoçantes alternativos de baixa caloria (LUSTIG; SCHMIDT; BRINDIS, 2012; TERNMAN et al., 2012).

Neste contexto os adoçantes não calóricos (ou de baixa caloria) tornaram-se populares entre os consumidores que buscavam perda ou manutenção de peso, uma vez que o uso de produtos não calóricos em substituição do açúcar poderia facilitar a perda de peso. Alguns estudos corroboram essa ideia (DE RUYTER et al., 2012; SØRENSEN et al., 2014), mas há outros estudos sugerindo o contrário, ou seja, que o uso de adoçantes não calóricos pode gerar ganho de peso (FOWLER et al., 2008), interferir no metabolismo (DHINGRA et al., 2007) e aumentar o interesse por alimentos mais calóricos (HILL et al., 2014). Hill et al (2014) menciona ainda a possibilidade de alimentos com a mesma capacidade edulcorante serem percebidos de maneira diferente por causa do seu conteúdo calórico. Um resultado semelhante obtido com qEEG sugere que a resposta cerebral pode distinguir gostos conscientemente semelhantes (ANDERSEN et al., 2019).

A indústria tem focado em criar produtos “saudáveis” e que atendam as expectativas previamente estabelecidas em relação aos produtos, mas as preferências por um determinado produto são muitas vezes atribuídas a uma combinação de fatores internos e externos e, explorar as emoções do consumidor ao provar um alimento pode envolver fatores intrínsecos e extrínsecos (LEITCH et al., 2015). Os fatores extrínsecos podem ser avaliados por meio de análise sensorial, já os fatores intrínsecos envolvem medidas como temperatura corporal, batimentos cardíacos, eletroencefalografia, ressonância magnética funcional (fMRI), expressões faciais etc.

Os estímulos gustativos são processados pelo cérebro considerando suas propriedades físicas e qualidades químicas (SCHMITT et al., 2000). A capacidade do EEG de acessar processos cerebrais já foi usada em estudos de natureza sensorial em humanos tanto para aromas (DIEGO et al., 1998; FERNANDEZ et al., 2004; MARTIN, 1998) como para gostos (ANDERSEN et al., 2019; HASHIDA et al., 2005; JACQUIN-PIQUES et al., 2016; LINFORTH, 2000; MOUILLOT et al., 2020; OHLA; BUSCH;

LUNDSTRÖM, 2012). Songsamoe e colaboradores (SONGSAMOE et al., 2019) sugerem que a eletroencefalografia (EEG) pode ser associada à escala hedônica para avaliar preferências do consumidor e, afirmam ainda que o EEG é uma técnica útil para apoiar

a análise sensorial tradicional. Jacquín-Piques e colaboradores (JACQUÍN- PIQUES et al., 2016) utilizaram potências evocados gustatórios (do inglês GEP) para avaliar ativação cerebral em função do estado prandial. Hashida e colaboradores (HASHIDA et al., 2005) utilizaram eletroencefalografia para avaliar gostos básicos contrastantes (doce e salgado). Piza e colaboradores (PIZA et al., 2015) avaliaram o efeito no sinal cerebral da redução de concentração da amostra utilizando o gosto doce como estímulo. Andersen e colaboradores utilizaram como estímulo soluções de sucrose, aspartame e uma associação de aspartame e acesulfame K equivalentemente adoçadas e perceberam que há discriminação da resposta cerebral para amostras perceptualmente equivalentes. O EEG também já foi utilizado para avaliar a atividade cerebral de ratos submetidos a uma dieta contendo aspartame (BURKE; SMALL, 2015).

O sinal de EEG adquirido com um único canal pode ser utilizado para monitorar a atividade mental (CINCOTTI et al., 2002; COSTA; CABRAL, 2000; HASHIDA et al., 2005) e há indícios que levam a crer que o padrão de EEG muda durante estímulos gustativos. Experimentos utilizando espectroscopia infravermelha (OKAMOTO; DAN, 2007) e magnetoencefalografia (MEG) (KOBAYAKAWA et al., 1996) foram realizados para localizar possíveis áreas gustativas do córtex cerebral e analisar diferenças entre os estímulos. Outros métodos, baseados em dinâmica não linear mostraram que o sabor da goma de mascar altera as características não lineares e o domínio de frequências do EEG (YAGYU et al., 1998). Um método satisfatório para coletar sinal de EEG livre de artefatos ainda não foi desenvolvido, mas há importantes resultados relacionando estímulos gustativos a parâmetros de potencial evocado em humanos (ANDERSEN et al., 2019; KOBAYAKAWA et al., 1996). Além disso, do ponto de vista da ciência de alimentos existem vários aspectos a serem considerados quando se trata da percepção dos gostos. Um destes aspectos é a hipótese de que o limiar da percepção dos gostos não está relacionado somente à sensibilidade do órgão sensorial, neste caso a língua, mas também a um processo cognitivo no cérebro (HUANG et al., 2006; NAIM et al., 2002; OKAMOTO; DAN, 2007).

Além dos aspectos de saúde há que se considerar que o tipo de adoçante pode influenciar as propriedades sensoriais e a aceitação por parte do consumidor (PINHEIRO et al., 2005). O adoçante ideal não existe e é necessário o uso de cada um em uma situação para a qual ele seja adequado (NABORS, 2002). O maracujá é uma fruta tropical popular, que possui uma importante variedade comercial, denominada maracujá amarelo, usada no preparo de sucos (DELIZA; MACFIE; HEDDERLEY, 2005). O aspartame e a sacarose podem ser bons substitutos da sacarose no suco de maracujá (ROCHA; BOLINI, 2015a, 2015b).

Neste estudo, hipotetizamos que os estímulos devidos ao consumo de bebidas adoçadas com adoçantes calóricos e não calóricos são distinguíveis por eletroencefalografia

(EEG). Para testar essa hipótese, comparamos o sinal cerebral adquirido em resposta ao consumo de suco de maracujá adoçado com sacarose (adoçante calórico), sucralose e aspartame (adoçante não calórico).

METODOLOGIA

Materiais

O suco de maracujá foi preparado com polpa de maracujá sem açúcar (DeMarchi™). As amostras foram adoçadas com sacarose (açúcar refinado da marca União), aspartame (Marca AminiSweet da Ajinomoto) e sucralose. O sinal foi adquirido usando um eletroencefalógrafo portátil de 52 canais, modelo iBlue-52, da marca iCelera.

Comitê de ética

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da FZEA-USP (CAAE 59017516.6.0000.5422) e está de acordo com a última declaração da lei de Helsinque e da Europa.

Métodos

O método está dividido em três seções principais: (1) Avaliação da capacidade do AGR de distinguir amostras distintas; (2) seleção dos participantes; (3) aquisição de EEG do grupo selecionado; (4) Processamento de sinais.

Preparo das amostras

As amostras foram preparadas em laboratório de acordo com a seguinte proporção: uma parte de polpa para duas partes de água. Elas foram preparadas um dia antes e armazenadas a 4-6°C e servidas em temperatura ambiente.

Uso do AGR para distinguir amostras perceptualmente distintas

Como o sinal de EEG oscila no tempo, é importante explorar seu comportamento local simultaneamente no tempo e na frequência. Os métodos mais usados para caracterizar este tipo de sinal são: Expansão de Gabor, “wavelets” e Transformadas de Fourier de tempo curto (“STFT, Short Time Fourier Transform”). Mas estas expansões estão definidas em intervalos regulares de amostragem e, em muitos sinais, é necessário que as funções elementares sejam flexíveis, de maneira a acomodar diferentes componentes no sinal analisado (QIAN,

2002). O AGR mapeia um sinal unidimensional $s(t)$ em uma função bidimensional do tempo e da frequência, ou seja, o plano tempo-frequência indica que componentes espectrais estão presentes em cada instante de tempo.

Um sinal $s(t)$ pode ser representado por uma classe de funções localizadas $h_p(t)$, ou seja:

$$s(t) = \sum_{p=0}^{p \max} B_p h_p(t) \quad (1)$$

De modo a melhor caracterizar a natureza tempo-frequência de $s(t)$, as funções elementares $h_p(t)$ serão funções Gaussianas normalizadas de variância α_p e centro tempo-frequência (t_p, f_p) ajustáveis.

Os coeficientes B_p são determinados por:

$$B_p = \langle s(t), h_p(t) \rangle \quad (2)$$

com $h_p(t)$ dada por:

$$\begin{aligned} h_p(t) &= g_p(t - t_p) \exp\{j2\pi f_p t\} \\ g_p(t) &= (\pi\alpha_p)^{-0,25} \exp\left\{-\frac{t^2}{2\alpha_p}\right\}, \\ \alpha_p &\in \mathbb{R}^+, \quad t_p, f_p \in \mathbb{R} \end{aligned} \quad (3)$$

Os coeficientes B_p refletem a similaridade entre o sinal de EEG, $s(t)$, e as funções $h_p(t)$, isto é, representam um ponto no plano tempo-frequência e, o problema consiste em encontrar as funções elementares $h_p(t)$, dentro do conjunto de funções elementares que são mais similares à $s(t)$. O que é equivalente a encontrar:

$$|B_p|^2 = \max_{h_p} |\langle s_p(t), h_p(t) \rangle| \quad (4)$$

A equação (4) não tem solução analítica, mas pode ser solucionada por meio de algoritmos numéricos. Ou seja, devemos encontrar os coeficientes B_p que melhor descrevem o sinal.

Para atestar a capacidade dos coeficientes adaptativos de Gabor, do inglês AGR (QIAN, 2002; QIAN; CHEN, 1994), de separar gostos distintos, avaliou-se a separação do suco de maracujá adoçado com açúcar (9,4 g / 100 g) da água (amostra de referência). A aquisição de sinais de EEG durante a análise sensorial das bebidas foi realizada com seis voluntários (ambos os sexos) que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os voluntários foram estudantes, docentes e funcionários recrutados no campus da USP-Pirassununga e constituíam um conjunto de não diabéticos, não fumantes e não usuários de medicamentos que afetam o paladar ou os processos cognitivos, estavam todos dentro

da faixa etária proposta (19-55 anos). Foi dada preferência a usuários que consumiam suco de maracujá (ou que pelo menos não desgostavam do sabor da fruta).

O EEG foi amostrado de forma não invasiva na superfície do escalpo utilizando uma touca própria para eletroencefalografia. As posições consideradas para avaliação foram C3 e C4, definidas pelo sistema internacional de disposição de eletrodos (sistema 10-20) (JASPER, 1958).

Os voluntários foram acomodados dentro de uma gaiola de Faraday (minimizar interferência no sinal adquirido). A aquisição do sinal de EEG foi realizada após o voluntário colocar a solução (suco com açúcar/água) na boca (prevenir o artefato introduzido pela movimentação muscular).

O tempo total de cada aquisição foi de quinze segundos. Os sinais de EEG foram amostrados a 512 Hz utilizando um eletroencefalógrafo portátil digital da marca iCelera. O tempo total de permanência dos voluntários entre posicionamento de eletrodos e término da aquisição foi de aproximadamente 30 minutos, neste período eles receberam seis amostras para avaliação, cada uma delas com 30 mL. As amostras oferecidas em triplicata foram: suco de maracujá adoçado com sacarose e água.

Seleção de um grupo homogêneo de provadores

Neste trabalho avaliou-se a capacidade do de se distinguir por meio de eletroencefalografia gostos percebidos conscientemente de maneira idêntica, ou seja, amostras adoçadas com quantidades equivalentes de diferentes adoçantes. A determinação da concentração ideal de sacarose e a concentração equivalente de sacarose e aspartame já foram feitas para o suco de maracujá (Rocha & Bolini, 2015a, 2015b). Porém, considerando que a equivalência da doçura depende do grupo, foi necessário selecionar um grupo que considerasse 9,4g / 100g a doçura ideal do suco de maracujá.

Os 105 voluntários foram estudantes, professores e funcionários recrutados no campus e constituíam um grupo de não diabéticos, não fumantes e não usuários de medicamentos que afetam o paladar ou os processos cognitivos, todos na faixa etária de 19 a 55 anos. Foi dada preferência aos usuários que consumiam suco de maracujá (ou que pelo menos não gostavam do sabor da fruta).

Os voluntários foram informados sobre a natureza e os objetivos dos experimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Cada voluntário recebeu amostras contendo 30 mL de suco de maracujá adoçado com diferentes quantidades de açúcar (4,7 g; 7,05 g; 9,4 g; 11,75 g e 14,1 g). As amostras foram colocadas em copos descartáveis, numeradas aleatoriamente e avaliadas em uma escala híbrida de 0 a 9. Os voluntários foram instruídos a considerar o centro da escala como

doçura ideal, 0 como menos doce que o ideal e 9 como mais doce do que ideal. O objetivo foi selecionar indivíduos com percepção de doçura ideal o mais próximo possível de 9,4 g / 100g e, dentre eles, aqueles com boa capacidade de ordenar as amostras de acordo com a concentração.

Aquisição dos sinais cerebrais

A aquisição dos sinais do EEG durante a degustação do suco de maracujá foi realizada com 11 voluntários (de ambos os sexos) selecionados de acordo com o item 2.2.3, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O EEG foi amostrado de forma não invasiva na superfície do escalpo utilizando uma touca específica para EEG. As posições consideradas foram C3 e C4 (Hashida et al., 2005; Kobayakawa, 1999) definidos pelo sistema internacional de descarte de eletrodos 10-20 (JASPER & H., 1958). O eletrodo terra foi posicionado nos lóbulos das orelhas dos participantes e o de referência na testa. Os sinais foram amostrados a 512 Hz usando um eletroencefalógrafo portátil iCelera digital. O tempo total para cada gravação foi de dezoito segundos.

Os voluntários foram acomodados dentro de uma gaiola de Faraday e a aquisição do sinal de EEG era iniciada quando o voluntário bebia a solução (suco). Os voluntários foram instruídos a permanecer com os olhos fechados e não se movimentar durante as gravações. Eles receberam oito amostras randomizadas para avaliação, cada uma com 30 mL. As amostras oferecidas em duplicado foram suco de maracujá adoçado com sacarose, suco de maracujá adoçado com sucralose, suco de maracujá adoçado com aspartame e água (referência). Cada voluntário participou de três dias diferentes do experimento (repetições). Nos intervalos das amostras adoçadas, os participantes receberam água com gás, para limpar os resíduos do palato e reduzir outras interferências.

Processamento dos sinais cerebrais

Como o sinal de EEG oscila no tempo, é importante explorar seu comportamento local simultaneamente no tempo e na frequência. Os métodos mais usados para caracterizar este tipo de sinal são: Expansão de Gabor, “wavelets” e Transformadas de Fourier de tempo curto (“STFT, Short Time Fourier Transform”). Mas estas expansões estão definidas em intervalos regulares de amostragem e, em muitos sinais, é necessário que as funções elementares sejam flexíveis, de maneira a acomodar diferentes componentes no sinal analisado (QIAN, 2002; QIAN; CHEN, 1994). O AGR mapeia um sinal unidimensional $s(t)$ em uma função bidimensional do tempo e da frequência (o plano tempo-frequência) e indica que componentes espectrais estão presentes em cada instante de tempo.

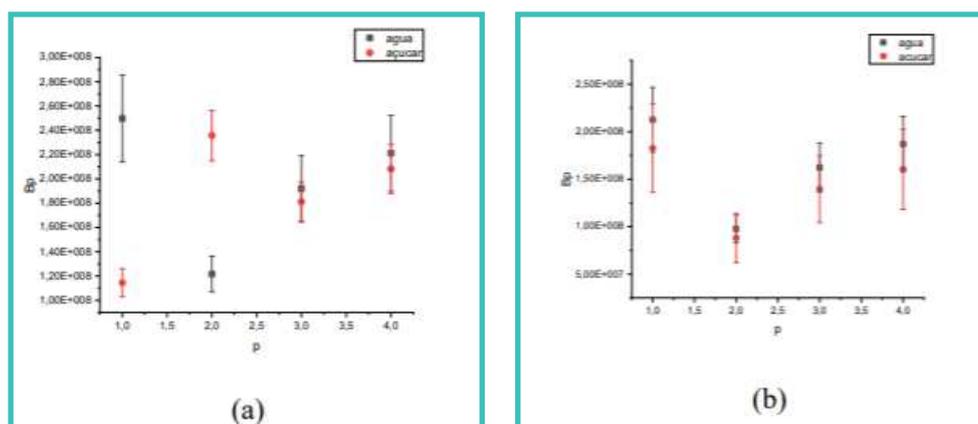
Os sinais foram inspecionados em ambiente MATLAB® e, a seguir foi feito o cálculo dos coeficientes de Gabor (QIAN, 2002; QIAN; CHEN, 1994). O algoritmo utilizado foi implementado em linguagem C. Após o cálculo dos primeiros quatro coeficientes Bp (Coeficientes de Gabor) foram calculados a média e o desvio padrão para cada tipo de amostras. Estes valores foram então considerados para comparação.

RESULTADOS

Uso do AGR para distinguir amostras perceptualmente distintas

A figura 1-a exibe os coeficientes AGR para um indivíduo que apresentou separação em pelo menos um coeficiente e, a figura 1-b exibe os coeficientes AGR para um segundo voluntário que não apresentou separação entre os coeficientes AGR.

Figura 1. (a) Coeficientes Adaptativos Gaussianos (AGR) para o voluntário com separação de coeficientes. (b) Coeficientes Adaptativos Gaussianos (AGR) para voluntário que não apresentou separação entre coeficientes.



O indivíduo da figura 1-a apresentou clara separação para os coeficientes 1 e 2, já o voluntário da figura 1-b não apresentou separação entre os coeficientes. Quatro dos seis voluntários apresentaram separação entre coeficientes. Este resultado está de acordo com o obtido por Hashida e colaboradores (HASHIDA et al., 2005) em que nem todos os indivíduos testados apresentaram separação entre os coeficientes Bp.

Mesmo o suco de maracujá não adoçado pode ter quantidades pequenas de açúcar e, estas podem ser processadas como estímulo doce pelo cérebro (MORONTE et al., 2016; PIZA et al., 2015). Optou-se então por manter a água como referência.

Seleção de um grupo homogêneo de provadores

Trinta participantes foram considerados aptos para a próxima etapa. A seleção do grupo foi realizada de acordo com dois critérios, que são a boa capacidade de ordenar as amostras

de acordo com a concentração de açúcar e a preferência pela amostra equivalente à doçura ideal (ou seja, indicaram valores em torno de 4,5 na escala híbrida (equivalente a 9,4 g / 100 g de sacarose, a doçura ideal para o suco de maracujá). Dos indivíduos considerados aptos, 11 concordaram em participar do estágio de aquisição do sinal cerebral.

Processamento dos sinais cerebrais

A figura 2 apresenta gráficos de coeficientes AGR para voluntários que apresentaram separação em pelo menos um coeficiente, já a figura 3 apresenta os coeficientes AGR para voluntários que não apresentaram nenhuma separação.

Figura 2. Coeficientes AGR para voluntários que apresentaram separação em pelo menos um dos coeficientes.

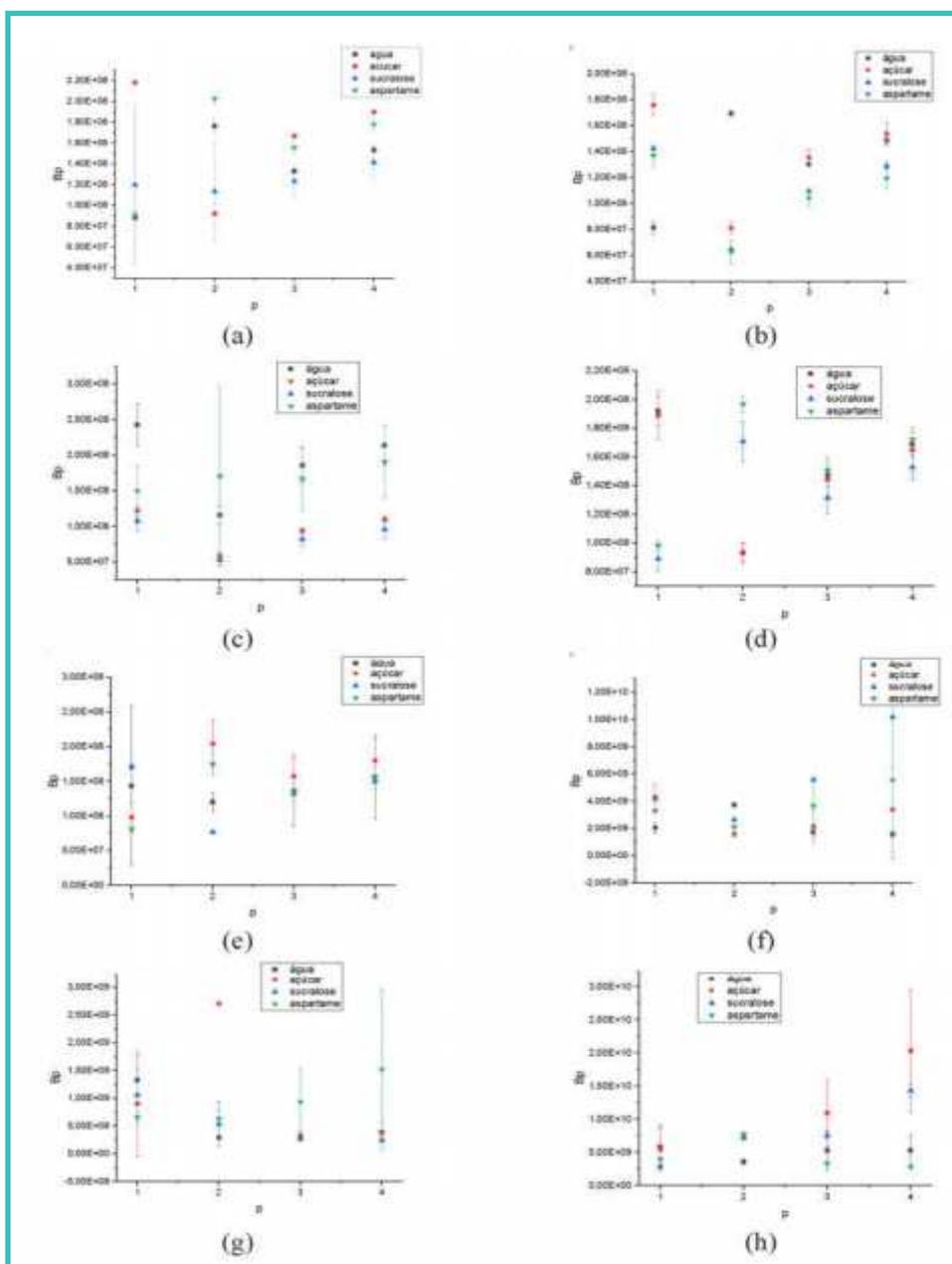
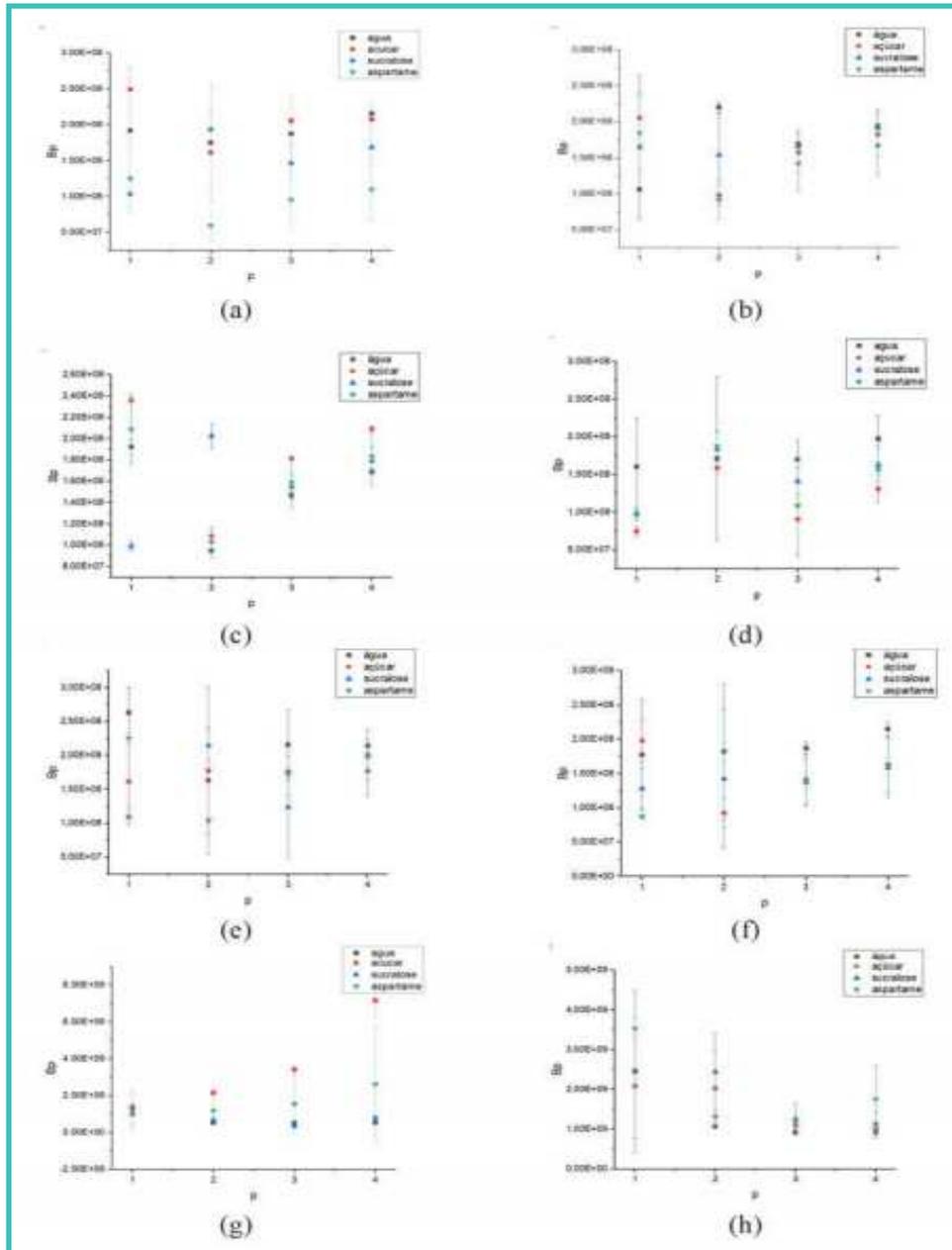


Figura 3. Coeficientes AGR para voluntários que não apresentaram separação nos coeficientes.



A separação de pelo menos um coeficiente, está de acordo com o resultado obtido por Hashida e colaboradores. (HASHIDA et al., 2005) ao utilizar coeficientes gaussianos adaptativos para distinguir gostos básicos. A diferença é que os autores concluíram que este foi um resultado generalizado para a maioria dos voluntários.

O mesmo não aconteceu no presente estudo, apesar de existirem situações como a da figura 2, ela aparece em 30 % dos experimentos, mas não se repete por exemplo para um mesmo indivíduo nos três dias que ele participou. A variância entre indivíduos tende a ser maior do que para um único indivíduo e esperava-se, que pelo menos para indivíduos específicos houvesse índices altos de acerto. Sendo assim, utilizar o AGR para distinguir entre dois estímulos similares (dulçor equivalente), apesar de mostrar que há indícios de que gostos similares são separáveis, não se mostrou como a melhor estratégia.

O AGR quando utilizado neste estudo para amostras distintas (suco adoçado e água) apresentou separação de pelo menos um coeficiente para 66 % dos voluntários e, na situação que as amostras eram perceptualmente semelhantes essa distinção foi muito mais baixa. Esses valores em um primeiro olhar parecem bastante discrepantes e, muito provavelmente se justificam pelo gosto residual persistente do aspartame (KING; ARENTS; DUINEVELD, 2003) que pode ter afetado outras amostras. Em todo caso seria bastante precipitado descartar a hipótese de que há separação entre gostos perceptualmente semelhantes, uma vez que ela apareceu em parte dos dados e, também em outros resultados que utilizavam amostras contendo apenas água e o adoçantes (ANDERSEN et al., 2019; MOUILLOT et al., 2020), diferentemente deste trabalho que se propôs a utilizar uma bebida, que possui outras características além do dulçor. A proposta é dar seguimento a estes estudos empregando outras técnicas de processamento.

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Houve separação de pelo menos um coeficiente para 30 % dos voluntários. Apesar destes serem valores aquém do esperado, são indícios de que gostos similares que não podem ser distinguidos conscientemente podem resultar em ativação diferenciada no córtex gustatório.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, C. A. et al. EEG discrimination of perceptually similar tastes. *Journal of Neuroscience Research*, v. 97, n. 3, p. 241–252, mar. 2019.
- BASSOLI, A.; MERLINI, L. SWEETENERS I Intensive. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. [s.l.] Elsevier, 2003. p. 5688–5695.
- BURKE, M. V.; SMALL, D. M. Physiological mechanisms by which non-nutritive sweeteners may impact body weight and metabolism. *Physiology & Behavior*, v. 152, p. 381–388, dez. 2015.
- CABALLERO, B. Sucrose: Dietary Sucrose and Disease. In: *Encyclopedia of Human Nutrition*. [s.l.] Elsevier, 2013. p. 231–233.
- CINCOTTI, F. et al. Classification of EEG mental patterns by using two scalp electrodes and Mahalanobis distance-based classifiers. *Methods of information in medicine*, v. 41, n. 4, p. 337–41, 2002.
- COSTA, E. J. X.; CABRAL, E. F. EEG-based discrimination between imagination of left and right hand movements using adaptive gaussian representation. *Medical Engineering & Physics*, v. 22, n. 5, p. 345–348, jun. 2000.
- DE RUYTER, J. C. et al. A Trial of Sugar-free or Sugar-Sweetened Beverages and Body Weight in Children. *New England Journal of Medicine*, v. 367, n. 15, p. 1397– 1406, 11 out. 2012.
- DELIZA, R.; MACFIE, H.; HEDDERLEY, D. THE CONSUMER SENSORY PERCEPTION OF PAS-

- SION-FRUIT JUICE USING FREE-CHOICE PROFILING. *Journal of Sensory Studies*, v. 20, n. 1, p. 17–27, fev. 2005.
- DHINGRA, R. et al. Soft drink consumption and risk of developing cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in middle-aged adults in the community. *Circulation*, v. 116, n. 5, p. 480–8, 31 jul. 2007.
- DIEGO, M. A. et al. Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations. *International Journal of Neuroscience*, v. 96, n. 3–4, p. 217–224, 1998.
- FERNANDEZ, M. et al. EEG during lavender and rosemary exposure in infants of depressed and non-depressed mothers. *Infant Behavior and Development*, v. 27, n. 1, p. 91–100, fev. 2004.
- FOWLER, S. P. et al. Fueling the Obesity Epidemic? Artificially Sweetened Beverage Use and Long-term Weight Gain. *Obesity*, v. 16, n. 8, p. 1894–1900, ago. 2008.
- HASHIDA, J. C. et al. EEG pattern discrimination between salty and sweet taste using adaptive Gabor transform. *Neurocomputing*, v. 68, p. 251–257, 1 out. 2005.
- HILL, S. E. et al. The effect of non-caloric sweeteners on cognition, choice, and post-consumption satisfaction. *Appetite*, v. 83, p. 82–88, dez. 2014.
- HUANG, A. L. et al. The cells and logic for mammalian sour taste detection. *Nature*, v. 442, n. 7105, p. 934–938, ago. 2006.
- JACQUIN-PIQUES, A. et al. Prandial States Modify the Reactivity of the Gustatory Cortex Using Gustatory Evoked Potentials in Humans. *Frontiers in Neuroscience*, v. 9, 5 jan. 2016.
- JASPER, J. J. The ten-twenty electrode system of international federation in electroencephalography and clinical neurophysiology. [s.l.: s.n.]. v. 10
- KING, B. M.; ARENTS, P.; DUINEVELD, C. A. A. A comparison of aspartame and sucrose with respect to carryover effects in yogurt. *Food Quality and Preference*, v. 14, n. 1, p. 75–81, 1 jan. 2003.
- KOBAYAKAWA, T. et al. The primary gustatory area in human cerebral cortex studied by magnetoencephalography. *Neuroscience letters*, v. 212, n. 3, p. 155–158, jul. 1996. LEITCH, K. A. et al. Characterizing consumer emotional response to sweeteners using an emotion terminology questionnaire and facial expression analysis. *Food Research International*, v. 76, p. 283–292, out. 2015.
- LINFORTH, R. S. Developments in instrumental techniques for food flavour evaluation: future prospects. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, n. 14, p. 2044–2048, nov. 2000.
- LUSTIG, R. H.; SCHMIDT, L. A.; BRINDIS, C. D. The toxic truth about sugar. *Nature*, v. 482, n. 7383, p. 27–29, 1 fev. 2012.
- MARTIN, G. N. Human electroencephalographic (EEG) response to olfactory stimulation: Two experiments using the aroma of food. *International Journal of Psychophysiology*, v. 30, n. 3, p. 287–302, 1 nov. 1998.
- MORONTE, E. C. et al. No TiEnfoque metodológico para cuantificar los efectos cognitivos en el análisis sensorial de alimentostle. *INNOTECH - Revista Del Laboratorio Tecnológico Del Uruguay*, v. 11, p. 42–46, 2016.
- MOUILLOT, T. et al. Differential Cerebral Gustatory Responses to Sucrose, Aspartame, and Stevia Using Gustatory Evoked Potentials in Humans. *Nutrients*, v. 12, n. 2, p. 322, 27 jan. 2020.

- NABORS, L. O. Sweet Choices: Sugar Replacements for Foods and Beverages. *Food Technology*, v. 56, n. 7, p. 28–35, 2002.
- NAIM, M. et al. Hypothesis of Receptor-Dependent and Receptor-Independent Mechanisms for Bitter and Sweet Taste Transduction: Implications for Slow Taste Onset and Lingering Aftertaste. In: [s.l: s.n.]. p. 2–17.
- OHLA, K.; BUSCH, N. A.; LUNDSTRÖM, J. N. Time for Taste—A Review of the Early Cerebral Processing of Gustatory Perception. *Chemosensory Perception*, v. 5, n. 1, p. 87–99, 6 mar. 2012.
- OKAMOTO, M.; DAN, I. Functional near-infrared spectroscopy for human brain mapping of taste-related cognitive functions. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 103, n. 3, p. 207–215, mar. 2007.
- PINHEIRO, M. V. S. et al. The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts - a review. *International Journal of Dairy Technology*, v. 58, n. 4, p. 193–199, nov. 2005.
- PIZA, L. V. et al. A methodological approach to quantify cognitive effects in sensorial analysis of food. (L. T. del Uruguay, Ed.) *INNOVA CIBIA. Anais...*Montevideo: Laboratório Tecnológico del Uruguay, 2015
- QIAN, S. Introduction to Time-Frequency and Wavelet Transforms. [s.l: s.n.]. QIAN, S.; CHEN, D. Signal representation using adaptive normalized Gaussian functions. *Signal Processing*, v. 36, n. 1, p. 1–11, 1 mar. 1994.
- ROCHA, I. F. DE O.; BOLINI, H. M. A. Passion fruit juice with different sweeteners: sensory profile by descriptive analysis and acceptance. *Food Science & Nutrition*, v. 3, n. 2, p. 129–139, mar. 2015a.
- ROCHA, I. F. DE O.; BOLINI, H. M. A. Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. *LWT - Food Science and Technology*, v. 62, n. 1, p. 861–867, 1 jun. 2015b.
- SCHMITT, B. et al. Slow cortical DC-potential responses to sweet and bitter tastes in humans. *Physiology & Behavior*, v. 71, n. 5, p. 581–587, dez. 2000.
- SONGSAMOE, S. et al. Understanding consumer physiological and emotional responses to food products using electroencephalography (EEG) *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 nov. 2019.
- SØRENSEN, L. B. et al. Sucrose compared with artificial sweeteners: a clinical intervention study of effects on energy intake, appetite, and energy expenditure after 10 wk of supplementation in overweight subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 100, n. 1, p. 36–45, 1 jul. 2014.
- TERNMAN, E. et al. Sleep in dairy cows recorded with a non-invasive EEG technique. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 140, n. 1–2, p. 25–32, 1 ago. 2012.
- YAGYU, T. et al. Smell and taste of chewing gum affect frequency domain eeg source localizations. *International Journal of Neuroscience*, v. 93, n. 3–4, p. 205–216, 7 jan. 1998.
- ZORN, S. et al. Application of multiple-sip temporal dominance of sensations to the evaluation of sweeteners. *Food Quality and Preference*, v. 36, p. 135–143, set. 2014.

“

Farinha de casca de manga: propriedades tecnológicas e perfil de compostos fenólicos

Eduardo Galvão Leite das **Chagas**

USP – FZEA

Vitor Augusto dos Santos **Garcia**

USP – FZEA

Layane Camila Barbosa da **Silva**

USP – FZEA

Fernanda Maria **Vanin**

USP – FZEA

Rosemary Aparecida de **Carvalho**

USP – FZEA

RESUMO

O consumo de manga é elevado, principalmente *in natura* e na forma de néctares, entretanto, o elevado volume de resíduos gerado apresenta risco ao meio ambiente. Por outro lado, estudos relatam que estes resíduos podem apresentar valor nutricional de interesse. Assim, o objetivo deste trabalho foi a produção e caracterização da farinha da casca de manga (FCM) em relação à sua composição centesimal e mineral, propriedades funcionais, compostos ativos e potencial antioxidante pelos métodos DPPH• e ABTS⁺. Para a produção da farinha, as cascas da manga foram secas à 60°C e a granulometria padronizada. A FCM apresentou uma alta capacidade de absorção de água e foram encontrados minerais como potássio, cálcio e nitrogênio. Os principais compostos fenólicos identificados na FCM por LC-qTOF-MS/MS foram ácido galoil quínico, quercetina e mangiferina, o que pode ter contribuído para o potencial antioxidante da FCM avaliados pelos métodos do DPPH• e ABTS⁺. De um modo geral, a FCM apresentou boas características físico-químicas e tecnológicas e elevado potencial antioxidante, o que torna a mesma interessante para a incorporação de produtos da indústria de alimentos, além de contribuir para a redução de resíduos.

Palavras-chave: Compostos ativos; Potencial antioxidante; Resíduos *Mangifera indica* L.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção mundial de frutas tropicais tem aumentado sendo em 2018 produzidos cerca de 60,4 milhões de toneladas no mundo correspondente apenas a manga, mangostão e goiaba (FAOSTAT, 2020). O Brasil é um dos países que se destacam na produção mundial de frutas (OCDE/FAO, 2015), principalmente de laranja, manga, melão e limão (CARVALHO, 2017). A comercialização das frutas ocorre tanto na forma *in natura* quanto processada pelas agroindústrias (SEBRAE, 2016), entretanto, o processamento acarreta a geração de elevado volume de resíduos industriais, que pode contribuir para a poluição ambiental, principalmente devido a sua elevada umidade e carga microbiana (BANNERJEE et al., 2017).

Dentre as frutas tropicais, a manga (*Mangifera indica* L.) é considerada uma das principais culturas do mundo (SOGI et al., 2013), sendo consumida *in natura* ou processada, porém nos últimos anos o seu processamento tem despertado grande interesse, principalmente para a produção de néctares, sucos, fatias enlatadas e outros (LÓPEZ-COBO et al., 2017), o que acaba gerando um elevado volume de resíduos industriais (SERNA-COCK; GARCÍA-GONZALES; TORRES-LEÓN, 2016), representando de 35 a 60% de todo fruto, incluindo cascas e sementes (LÓPEZ-COBO et al., 2017). Estudos relacionados ao resíduo da manga, reportam elevadas concentrações de compostos ativos como fenólicos totais (NGUYEN et al., 2019) e carotenoides (SOGI et al., 2013), potencial antioxidante e elevada concentração de fibras alimentares (DE ALBUQUERQUE et al., 2019).

Por outro lado, diversos estudos reportam na literatura a aplicação de cascas da manga em diferentes produtos. Mayo-Mayo et al. (2020) avaliaram a utilização de farinhas da casca de manga na produção de *chips* do tipo tortilha, Chen et al. (2019) estudaram a substituição de 5 a 20% de farinha de trigo pelo pó da casca da manga em pães, Ajila et al. (2010) avaliaram a aplicação de pós da casca da manga na produção de macarrão, dentre outros. Recentemente, Vicenssuto e Castro (2020) relataram que utilização de pó das cascas de manga na fermentação do kefir, resultou em produtos com melhores propriedades antioxidantes em relação à fermentação sem a incorporação do pó na fermentação.

Como pode-se verificar em função do exposto acima, farinhas de resíduos estão sendo utilizadas nas mais diversas aplicações, sendo que a caracterização das mesmas em função das suas propriedades tecnológicas pode contribuir para viabilizar diferentes aplicações. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi produzir farinha a partir da casca da manga, secas à 60 °C e caracteriza-la quanto as suas propriedades funcionais, tecnológicas, concentração de compostos ativos e potencial antioxidante, adicionalmente o seu perfil fenólico foi determinado.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

As mangas (*Mangifera indica* L.) foram coletadas na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP) na cidade de Pirassununga-SP (Brasil) (21°59'46" Sul; 47°25'33" Oeste) em janeiro de 2018. Os seguintes reagentes da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA) foram utilizados: radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico (Trolox), dicloridrato de 2,2'-Azobis (2-amidinopropano (AAPH), fluoresceína, ácido gálico e reagente de Folin-Ciocalteu. Os seguintes reagentes Synth (São Paulo, Brasil) foram adquiridos: cloreto férrico, ácido acético glacial, metanol, carbonato de sódio e fosfato de sódio. O óleo de soja (Liza, Cargil, Primavera do Leste, Brasil) foi utilizado nas análises de capacidade de absorção de óleo e capacidade emulsificante.

Produção da farinha

As mangas foram higienizadas em solução de hipoclorito de sódio (2,5%) por 1 minuto e em seguida lavadas em água corrente. Após a higienização, foram descascadas manualmente e as cascas foram submetidas à secagem a 60°C por 26 horas em estufa de circulação forçada de ar (Marconi, MA035/5) de acordo com SOGI et al. (2013). Após a secagem as cascas foram trituradas utilizando-se um moinho de facas (Marconi, MA 340) e a granulometria padronizada (16 mesh). A farinha da casca da manga (FCM) foi produzida em lote único e armazenada à -22°C em freezer até a realização das análises.

Conteúdo de água e atividade de água

Para determinação do conteúdo de água a metodologia proposta pela AOAC (2005) foi utilizada. A atividade de água foi avaliada através de um AquaLab (Meter, AquaLab Series 3TE, USA) à 25°C.

pH

O pH foi determinado de acordo com AOAC (2005). Amostras da FCM (10g) foram dispersas em 100 mL de água destilada e mantidas sob agitação (30 minutos, shaker Marconi, MA20, Brasil). Após este período a dispersão foi colocada em repouso por 10 min e o pH determinado (pHmetro, WTW, pH 3210, Alemanha).

Composição centesimal

A composição centesimal das amostras da FCM foram determinadas utilizando as metodologias da AOAC (1990) com modificações de Silva e Queiroz (2006). As proteínas foram analisadas pelo método de Kjeldahl. As fibras brutas avaliadas pelo método de Von Soest. O conteúdo de cinzas por incineração em mufla (Marconi, MA 385/3, Piracicaba, Brasil). Os lipídeos foram determinados por aparelho Soxhlet, sendo o éter de petróleo o solvente.

Composição mineral

Para determinação da composição de minerais as amostras foram submetidas a digestão nítrico-perclórica, de acordo com Nogueira e Souza (2005). As concentrações de fósforo, boro e enxofre foram determinados através de um espectrofotômetro colorimétrico (Femto, 600 Soft, Brasil) e a concentração de potássio através de um fotômetro de chama (Micronal, B462, Brasil). Para determinar a concentração de zinco, cobre, magnésio, cálcio, ferro e manganês foi utilizado em espectrofotômetro de absorção atômica (Varian, Fast Sequential AA240FS, USA).

Gelificação

A análise da propriedade de gelificação da FCM foi realizada de acordo com Sathe e Salunkhe (1981). Diferentes suspensões da amostra foram preparadas em 5 mL de água destilada em tubos de ensaio com as seguintes concentrações de FCM: 2, 4, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20% (m/v). Inicialmente, os tubos foram aquecidos em banho-maria (Marconi, MA127/GT60, Brasil) por 1 hora a 80 °C, em seguida, foram resfriados em água corrente e mantidos em refrigeração (4 °C) por duas horas. Após o período de refrigeração, os tubos com as suspensões foram invertidos e a concentração de FCM mínima para a gelificação correspondeu à concentração na qual o gel formado se manteve na posição inicial, sem que houvesse um escorrimento pela parede.

Índice de inchamento

O índice de inchamento foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Oladele e Aina (2007). Amostra da FCM (1g) foi dispersa em água destilada (10 mL, tubos de centrífuga) e submetida ao aquecimento na temperatura de 80°C sob agitação mecânica (100 rpm, agitador MA127/GT60, Marconi, Brasil) por 30 minutos. Após o aquecimento a suspensão foi centrifugada a 1000 g por 15 minutos (centrífuga Eppendorf, 5430R, Alemanha), sendo o sobrenadante descartado e o índice de inchamento calculado pela eq. (1):

$$\text{Índice de inchamento} = \frac{\text{massa final da amostra (g)}}{\text{massa inicial da farinha seca (g)}} \quad (1)$$

Capacidade de absorção de água

Para determinar a capacidade de absorção de água (CAA) da FCM foi utilizada a metodologia proposta por Sosulski (1962) com modificações. Amostras da FCM (5g) foram suspensas em água destilada (30 mL) e mantidas sob agitação (agitador de tubos, Heidolph, Multi Reax, Alemanha) por 30 minutos. Em seguida a dispersão foi centrifugada (centrífuga Eppendorf, 5430R, Alemanha) a 2.300 rpm por 25 minutos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, sendo o sobrenadante descartado. A massa restante foi submetida a secagem em estufa (Marconi, MA 035/5, Brasil) a 50°C por 25 minutos. A CAA (%) foi determinada utilizando a eq. (2).

$$\text{CAA (\%)} = \frac{(m_f - m_i)}{m_f} \times 100 \quad (2)$$

onde: m_f = massa da amostra após secagem (g) e m_i = massa inicial da amostra (g)

Capacidade de absorção de óleo

A metodologia descrita por Sosulski et al. (1976) foi utilizada para determinar a capacidade de absorção de óleo (CAO). Amostras da FCM (4 g) foram adicionadas a 24 mL de óleo de soja, as dispersões foram mantidas sob agitação manual por 30 min (30 segundos em intervalos de 5 min). Em seguida, as amostras foram centrifugadas (1.600 g, 25 minutos, $25 \pm 1^\circ\text{C}$, centrífuga Eppendorf, 5430R, Alemanha), o sobrenadante foi descartado e a massa final foi determinada. A CAO (%) foi determinada pela eq. (3).

$$\text{CAO (\%)} = \frac{(m_f - m_i)}{m_f} \times 100 \quad (3)$$

onde: m_f = massa da amostra após centrifugação (g); m_i = massa inicial da amostra (g)

Capacidade de formação e estabilidade da emulsão

A capacidade de formação (CEm) e estabilidade da emulsão (EEm) foram avaliadas pela metodologia proposta por Yasumatsu et al. (1972) com modificações. Amostras da FCM (0,875 g) foram dispersas em água destilada (12,5 mL) e óleo de soja (12,5 mL) e homogeneizada em ultra-turrax (IKA, T25 digital, Alemanha) à 10.000 rpm por 1 minuto. Em seguida, a amostra foi centrifugada (Eppendorf, 5430R, Alemanha) à 1.300 g por 5 minutos. A CEm (%) foi determinada pela eq. (4).

$$\text{CEm (\%)} = \frac{\text{altura da camada de emulsão (mm)}}{\text{altura total da dispersão no tubo (mm)}} \times 100 \quad (4)$$

Um novo ensaio, nas mesmas condições descritas acima, foi realizado para a determinação da EEm da FCM, no entanto, anterior a etapa de centrifugação, as amostras foram mantidas à 80°C (banho termostatizado, Marconi, MA 127/GT60, Piracicaba, Brasil) por 30 minutos. Após a centrifugação a altura da camada de emulsão foi determinada e a EEm calculada de acordo com a eq. (5).

$$EEm (\%) = \frac{\text{altura da camada de emulsão após aquecimento (mm)}}{\text{altura total da dispersão no tubo (mm)}} \times 100 \quad (5)$$

Capacidade de formação de espuma

A capacidade de formação de espuma (CEs) foi avaliada de acordo com a metodologia proposta por Hsu et al. (1982), com modificações. Amostras da FCM (0,9 g) foram dispersas em água destilada (30 mL) e submetida a agitação (mixer, Oster®, FPSTHB2610R-017, China) por 3,5 minutos. A dispersão foi transferida para uma proveta (100 mL) e o volume da espuma foi determinado após 30 segundos de repouso. A eq. (6), descrita por Lawhon, Cater e Matil (1972) foi utilizada para a determinação da CEs (%):

$$CEs (\%) = \frac{\text{volume após agitação (mL)} - \text{volume antes da agitação (mL)}}{\text{volume antes da agitação (mL)}} \times 100 \quad (6)$$

Perfil fenólico

A extração e identificação dos compostos fenólicos na FCM foram realizados de acordo com a metodologia proposta por Hassimoto et al. (2007). A extração dos compostos fenólicos, foram realizadas em três extrações consecutivas, para isto, amostras (5g da FCM) foram dispersas em 100 mL de solução metanólica (70:30 v/v) acidificada em ácido acético (5%) e mantidas sob agitação (homogeneizador Brinkmann, Polytron-Kinematica GmbH, Kriens-Luzern, Suíça) em banho de gelo por 2 minutos e filtradas. As amostras, resultante das três extrações, foram filtradas a vácuo em papel filtro (Whatman nº 6) e concentradas em rotoevaporador (Rotavapor RE 120, Büchi, Flawil, Suíça) a 40°C até que o metanol tenha sido removido. Ao final uma alíquota de água destilada foi adicionada até completar o volume do extrato para 50 mL.

Para a identificação dos compostos fenólicos foi utilizado um sistema LC quaternário Quatrarry Infini 1260 (Agilent Technologies, EUA, bomba quaternária acoplada a um detector de diodo e amostrador automático) (CLAE-DAD). A análise foi realizada utilizando coluna Poroshell 2,7 μ (100x3 mm, Agilent Technologies) a 25°C e uma taxa de fluxo de 0,5 mL/min, sendo a fase móvel formada por uma eluição de ácido fórmico (0,5%) em água e acetronitrila.

O gradiente de eluição foi: 5-18% de acetonitrila (0-7 min), 18-28% (7-17 min), 90% em 17 (01-20 min), 5% em 20, (1-26 min). A análise foi executada a 525 nm para a detecção de antocianinas (modo positivo) e 370 e 270 nm para outros flavonoides (modo negativo). Para a análise por LC-qTOF-MS/MS, foi utilizado um cromatógrafo líquido (Prominence Shimadzu, Japão) acoplado a um espectrômetro de massas de armadilha de íons Esquires-LC (Bruker Daltonics, Billerica, MA, EUA), utilizando uma interface de ionização por electropulverização (ESI) e o mesmo gradiente de eluição, porém com redução da taxa de fluxo para 0,2 mL/min.

Análises de fenólicos totais e do potencial antioxidante

Para a determinação dos fenólicos totais e do potencial antioxidante, amostras da FCM (1g) foram dispersas em 30 mL de solução hidroetanólica (50:50 v/v). A dispersão foi homogeneizada em shaker (Marconi, MA420, Brasil) a 150 rpm por 4 horas (temperatura ambiente) e em seguida, filtrada à vácuo (Tecnal, TE058, Brasil) utilizando papel filtro Whatman (n° 1) de acordo Sai-Ut et al. (2015). O extrato obtido foi armazenado a -22 °C até a execução das análises.

Concentração de compostos fenólicos totais

Para determinação da concentração de compostos fenólicos totais utilizou-se a metodologia proposta por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). Alíquotas dos extratos diluídos (0,5 mL) foram adicionados a 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteau e mantidos em repouso por 4 minutos. Em seguida, foi adicionado solução de carbonato de sódio (7,5%, 2 mL). A solução foi homogeneizada (vórtex IKA, Vortex 1 V1, Alemanha), e mantida em repouso na ausência de luz por 2 horas (temperatura ambiente). As absorbâncias foram determinadas utilizando um espectrofotômetro (PerkinElmer, Lambda 35 UV-Vis, EUA) a 740 nm. O ácido gálico foi utilizado como padrão externo (22,4 a 64 µg/mL), sendo o resultado expresso em mg de ácido gálico equivalente (AGE) por g em resíduo seco.

Potencial antioxidante pelo método do DPPH•

A metodologia utilizada para a determinação do potencial antioxidante pelo método do radical DPPH foi proposta por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Foram preparadas soluções com diferentes concentrações de extrato (0,5 – 2,5 g/L) e adicionadas na solução metanólica de DPPH• ($6 \cdot 10^{-5}$ M, 3,9 mL). As soluções foram mantidas na ausência de luz na temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) por 25 min. As absorbâncias foram determinadas utilizando-se espectrofotômetro (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-vis, USA) a 517 nm. O potencial antioxidante foi avaliado a partir da determinação do EC_{50} (mg/mL), sendo a concentração

necessária da amostra para inibir em 50% a absorvância do DPPH•, obtido a partir de uma curva da inibição da absorvância em função da concentração do extrato.

Potencial antioxidante pelo método do ABTS^{•+}

O potencial antioxidante avaliado pelo método do ABTS^{•+} foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Re et al. (1999). Alíquotas da diluição dos extratos da FCM (30 µL) foram adicionadas em 3 mL do radical ABTS (5 mL de ABTS 7mM; 88 µL de solução de persulfato de potássio 140 mM). As amostras, em seguida, foram homogeneizadas (Vortex, 1V1, Alemanha) e mantidas em repouso por 6 minutos. As absorvâncias das amostras foram determinadas em espectrofotômetro (PerkinElmer, Lambda 35 UV-Vis, EUA) a 593 nm e o Trolox foi utilizado para construção da curva de calibração (100 – 2000 mM).

Análise estatística

As análises de caracterização da FCM foram realizadas em triplicatas, com exceção das análises de fenólicos totais e do potencial antioxidante, para a qual o extrato foi obtido em triplicata, e assim, foram totalizadas, para estas análises também realizadas em triplicata, 9 amostras. Os resultados foram expressos como valor médio ± desvio padrão. Os dados analisados foram avaliados estatisticamente através da diferença entre as médias utilizando o teste de Duncan em um intervalo de 95% de confiança pelo software SAS (Versão 9.2, SAS, Inc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conteúdo de água, atividade de água e pH

O conteúdo de água, atividade de água e pH da farinha do resíduo da casca de manga foram baixos (Tabela 1). De acordo com Jay (2005) uma baixa atividade de água (<0,5) reduz as chances de proliferação microbiana, além de acarretar uma redução das reações químicas e enzimáticas. Valores similares de conteúdo de água de 7,1 e 7,23 %, foram reportados para farinha da casca de manga por Chen et al. (2019) e Roidoung, Ponta e Intisan (2020), respectivamente. Ajila et al. (2010) avaliando a farinha da casca da manga incorporada em macarrão também reportaram valores de 10,5% de conteúdo de água.

O reduzido valor de pH é um fator de interesse para a preservação de alimentos (BONAZZI; DUMOULIN, 2011), pois impedem a proliferação de microrganismos, aumentando a vida de prateleira do produto (JAY, 2005). De acordo com Uchoa et al. (2008) pós com valo-

res de pH <4,5, podem ser considerados pós alimentícios ácidos, com reduzida capacidade de proliferação microbiana. Os resultados obtidos foram similares aos observados por Sogi et al. (2013) para pós de cascas de manga submetidos a diferentes condições de secagem (4,18 a 4,42). Rybka, Lima e Nassur (2018) produziram farinha das cascas de diferentes tipos de manga em secador de fluxo de ar contínuo e ascendente em leito fixo (cabine) a 60°C e reportaram valores de pH entre 4,21 e 4,31, para as diferentes variedades.

Tabela 1. Caracterização da farinha da casca da manga (FCM) em relação ao conteúdo de água, atividade de água (aw), pH, composição centesimal e composição mineral.

Caracterização	FCM
Conteúdo de água (g/100g de resíduo seco)	14,14 ± 0,06
aw	0,431 ± 0,001
pH	4,25 ± 0,01
Composição centesimal	
Proteínas (g/100g)	2,99 ± 0,01
Lipídeos (g/100g)	0,65 ± 0,01
Fibras (g/100g)	11,88 ± 0,68
Cinzas (g/100g)	2,44 ± 0,03
Composição mineral	
Nitrogênio (g/kg)	4,85 ± 0,10
Fósforo (g/kg)	0,62 ± 0,08
Potássio (g/kg)	7,41 ± 0,17
Cálcio (g/kg)	2,40 ± 0,11
Magnésio (g/kg)	0,63 ± 0,04
Enxofre (g/kg)	1,50 ± 0,14
Boro (mg/kg)	0,14 ± 0,02
Cobre (mg/kg)	18,00 ± 0,62
Ferro (mg/kg)	60,90 ± 1,23
Manganês (mg/kg)	45,20 ± 1,49
Zinco (mg/kg)	28,90 ± 0,26

Resultados de composição centesimal e composição mineral expressos em base seca.

Composição centesimal

Observou-se que a FCM possui uma reduzida concentração de proteínas e lipídeos (Tabela 1), porém concentração superior de fibras. Chen et al. (2019) também reportaram o mesmo comportamento para o pó da casca da manga seca à 55°C, que apresentou baixa concentração de proteínas e lipídeos (6,8 e 0,9 g/100g de resíduo seco, respectivamente) e uma elevada concentração de fibras (44,4 g/100g de resíduo seco). O teor de cinzas determinado para a FCM (Tabela 1) foi similar ao reportado por Mayo-Mayo et al. (2020) para a casca da manga (2,31 g/100g de resíduo seco), superior ao resíduo de buriti (1,88 g/100 g de resíduo seco) determinado por Resende et al. (2019) e inferior ao resíduo do abacaxi (5,85 g/100 g resíduo seco) e para a casca de banana (22,2 g/100 g resíduo seco), determinado

por Brito et al. (2020) e Eshak (2016), respectivamente.

Composição mineral

Em relação a composição mineral, observou-se concentrações superiores de potássio, nitrogênio, ferro, manganês e zinco (Tabela 1), o que corrobora com a composição de outros resíduos reportados na literatura. Chiocchetti et al. (2013) determinaram o teor de minerais em resíduos de frutas (amora, camu-camu, coco, cupuaçu, goiaba, laranja, graviola, acerola, banana, jaca, manga, mamão e abacaxi) e reportaram, para a casca da manga, teores similares de potássio e cálcio (7,43 e 2,03 g/kg em resíduo seco) e valores inferiores de ferro (13,7 mg/kg em resíduo seco).

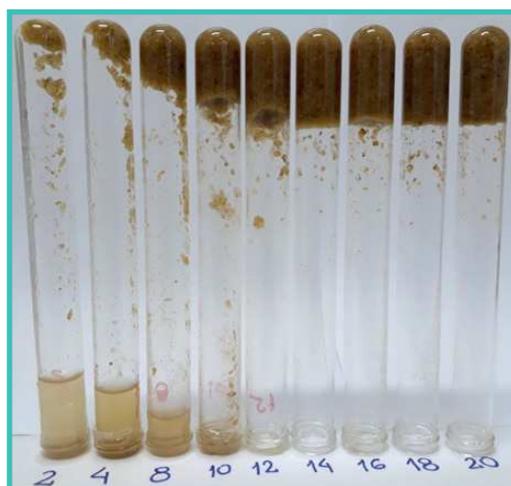
Felipe et al. (2006) avaliaram a composição mineral dos pós alimentícios obtidos de casca de manga e reportaram valores de 39,80; 205,79; 0,41; 3,93; 13,49 e 0,73 mg/ 100 g, para cálcio, potássio, cobre, ferro, zinco e manganês, respectivamente, similar aos resultados obtidos neste trabalho, entre os micronutrientes o cobre apresentou o menor percentual. Sabino et al. (2017) produziram farinhas das cascas obtidas a partir de subprodutos de frutos tropicais (abacaxi, banana, manga, mamão e melão) e reportaram que a farinha da casca de manga apresentou 26,20; 1,08 e 24,70 mg / 100 g de cálcio, ferro e magnésio, sendo o cobre o que apresentou menor valor (0,19 mg / 100 g) e o potássio o mais abundante (159,10 mg / 100 g).

Gelificação e índice de inchamento

Verificou-se que a menor concentração de FCM para a formação de gel foi de 12% (Figura 1), possivelmente a elevada concentração de FCM necessária para a formação de gel está associada a reduzida concentração de proteínas presente na farinha (2,99 g/ 100g). De acordo com Coffmann e Garcia (1977) uma elevada concentração de proteínas na amostra é requerida para que ocorra a formação do gel.

Sathe e Salunkhe (1981) avaliaram as propriedades funcionais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), e reportaram que embora a gelificação esteja relacionada as proteínas, também deve-se levar em consideração o tipo de proteína contida na amostra. Lakshmi, Usha e Preetha (2016), avaliaram a farinha da semente da manga como um novo ingrediente e verificaram que a concentração mínima para a formação de gel desta farinha foi de 8%.

Figura 1. Ensaio de gelificação para dispersões com concentrações de FCM iguais a 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20% (m/v).



O índice de inchamento da FCM foi $12,3 \pm 0,3$ g/g de farinha seca. Thebaudin et al. (1997) na revisão dos interesses tecnológicos e nutricionais das fibras alimentares, reportaram que o inchamento é o primeiro passo da solubilização dos polissacarídeos, sendo que esta propriedade está relacionada à concentração de fibras na amostra que é espalhada até se dispersar por completo na presença de um excesso de solvente (água) (THEBAUDIN et al., 1997). Desta forma, o índice de inchamento da FCM pode estar relacionado à sua elevada concentração de fibras, sendo superior ao reportado por Noor, Siti e Mahmud (2015) para a farinha da casca da manga com um índice de 6,81 g/g de farinha seca.

Capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO)

Observou-se que a FCM apresentou uma CAA superior a CAO, como podemos observar na Tabela 2. Possivelmente a alta CAA esteja relacionada ao alto percentual de fibras presente na FCM (Tabela 1). De acordo com Marques et al. (2013) a CAA está associada a concentração de fibras na amostra, uma vez que as fibras tem a capacidade de reter uma elevada quantidade de água. Filli et al. (2013) reportaram que a capacidade dos alimentos de absorver e reter água é de fundamental importância no desempenho da textura dos alimentos.

Tabela 2. Capacidade de absorção de água, capacidade de absorção de óleo, capacidade emulsificante, estabilidade emulsificante e capacidade espumante da farinha da casca de manga (FCM).

Caracterização	FCM
Capacidade de absorção de água (%)	$717,19 \pm 31,20$
Capacidade de absorção de óleo (%)	$86,47 \pm 3,31$
Capacidade emulsificante (%)	$9,18 \pm 0,6$
Estabilidade da emulsão (%)	$0,2 \pm 0,04$
Capacidade espumante (%)	*NI

*NI – Não identificado para a amostra

Resultados inferiores foram reportados por Sogi et al. (2013) para pós da semente e casca da manga submetidos em diferentes condições de secagem (CAA = 604%) e por Roidoung, Ponta e Intisan (2020) para farinha da casca da manga (CAA = 457%).

De acordo com Santana et al. (2017) ao estudarem as características tecnológicas de farinhas de vegetais comerciais relataram que a CAO está associada a concentração de proteínas, sendo conferida às ligações de partes proteicas da farinha às moléculas do óleo. Em comparação com os valores de CAO para FCM, resultado similar foi reportado por Roidoung, Ponta e Intisan (2020) determinando uma CAO de 91% para o pó da casca da manga. Resultados superiores de CAO foram reportados por Sogi et al. (2013), Leão et al. (2017) e Duarte et al. (2017) para a farinha da casca da manga (208%), farinha da casca e sementes do pequi (135%) e farinha do resíduo da casca do maracujá (298%), respectivamente.

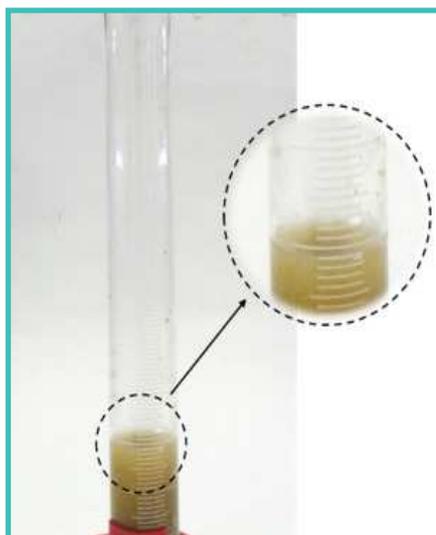
Capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão

Reduzidos valores de CEm e EEm foram observados para a FCM (Tabela 2), estes valores podem estar associados a reduzida concentração de proteínas (Tabela 1). De acordo com Kinsella e Whitehead (1989), outros fatores como o número e a disposição dos resíduos polares na cadeia proteica afetam a hidrofobicidade e conseqüentemente a afinidade da proteína por lipídeos. Desta forma, além da concentração o conhecimento da estrutura das proteínas das frutas é importante para a melhor compreensão da CEm. Viuda-Martos et al. (2015), avaliando as cascas de figo quanto suas propriedades funcionais verificaram um valor superior para a CEm (47,85 %).

Capacidade de formação de espuma

A FCM não apresentou uma capacidade espumante (CEs), como pode-se verificar na Figura 2, possivelmente em função da reduzida concentração de proteínas, como apresentado anteriormente. Diferente do observado neste estudo, Noor, Siti e Mahmad (2015) na avaliação da farinha da casca da manga e função de suas propriedades funcionais, determinaram uma capacidade espumante de 2,59%. As diferentes observações entre os estudos podem estar relacionadas com a heterogeneidade do material estudado.

Figura 2. Representação do ensaio da capacidade espumante da farinha da casca da manga (FCM).



Perfil fenólico

Os compostos fenólicos identificados para a FCM estão apresentados na Tabela 3. Foram identificados um total de quinze compostos fenólicos. Coelho et al. (2019), ao avaliarem extratos de casca da manga em diferentes condições de maceração, determinaram 19 tipos de compostos fenólicos sendo 13 flavonóides (catequina e procianidinas A2, B1 e B2), 1 estilbene e 6 ácidos fenólicos dentre eles o ácido gálico, siríngico e o cumárico. Possivelmente as diferenças observadas estão relacionadas com a heterogeneidade do material. López-Cobo et al. (2017), na avaliação de fenólicos lipofílicos e hidrofílicos na manga e seus resíduos (cascas e sementes) determinaram por CLAE e CG-QTOF três antocianinas na casca da manga o que não foi identificado neste trabalho. A Figura 3 apresenta um exemplo do cromatograma obtido da farinha da casca de manga.

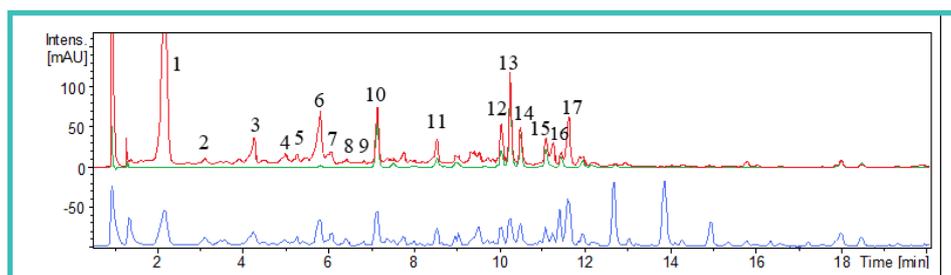
Tabela 3. Identificação dos compostos fenólicos utilizando a técnica de CLAE-DAD-ESI-qTOF-MS/MS na farinha da casca da manga (FCM) – Tempo de retenção, dados do espectro de massa no comprimento de onda de máxima absorção 370 nm (λ_{max}) executado no modo negativo

Pico	TR (min)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS/MS (m/z)	Compostos identificados
1	2.2	343.0686	191.0547/169/127/85	Ácido 3-O-galoil quinico
2	3.2	331.0686	169.0121/125	Monogaloilglucose
3	4.3	483.0795	331/169.0118	Digaloilglucose
4	5.0	311.0771	191.0534/137/93	Ácido quinico derivado
5	5.3	495.0800	343/191.0549	Ácido digaloil quinico
6	5.9	575.1080	423/285/175/125	NI
7	6.1	289.0726	203/109	(epi)catequina
8	6.5	671.0704	635/483/465/313/169	NI
9	6.9	635.0916	483/465/313/169.0125/125	Trigaloilglucose
10	7.2	421.0808	331/301.0376/109	Mangiferina
11	8.6	573.0921	421/283/169.0126	Galoil derivado
12	10.1	301.0021	257/229/185	Ácido elágico

13	10.3	463.0929 441.0978	300.0274/151 289.0722/169	Quercetina O-hexosideo (gal) Catequina monogalato
14	10.6	463.0931	300.0273/151	Quercetina 3-O-glucosideo
15	11.1	433.0825	300.0303/179/151	Quercetina O-pentosideo
16	11.3	939.0985	759/465/295/169.0123	Pentagaloilglucose
17	11.6	861.0451	525/335.0371/183	NI

Nota: TR: tempo de retenção; [M-H]⁻: molécula desprotonada (modo negativo); MS: espectrometria de massa; NI: composto não identificado

Figura 3. Cromatograma da farinha da casca da manga seca a 60°C, onde os picos correspondem aos seguintes compostos: 1 - ácido 3-O-galoil quínico, 2 - monogaloilglucose, 3 - digaloilglucose, 4 - ácido quínico derivado, 5 - ácido digaloil quínico, 7 - (epi)catequina, 9 - trigaloilglucose, 10 - mangiferina, 11 - galoil derivado, 12 - ácido elágico, 13 - quercetina O-hexosideo (gal) e catequina monogalato, 14 - quercetina 3-O-glucosideo, 15 - quercetina O-pentosideo, 16 - pentagaloilglucose e 6, 8 e 17 são picos não identificados



Fenólicos totais

Observou-se que mesmo após a secagem a FCM apresentou concentração de fenólicos totais (Tabela 4). Por se tratar de um material heterogêneo, na literatura pode-se encontrar inúmeros valores para a concentração de fenólicos totais nas cascas da manga. De acordo com Fidelis (2020) os fatores externos como o tipo de solo, condições climáticas, de extração e as condições de secagem do material interferem diretamente na transformação ou degradação dos compostos fenólicos. O resultado observado foi superior ao reportado por Sogi et al. (2013) ao avaliarem os efeitos das condições de secagem da casca da manga em que determinaram uma faixa de concentração de fenólicos totais de 20,32 a 31,85 mg AGE/g em resíduo seco para o pó da casca da manga obtido em diferentes condições de secagem. Por sua vez, o resultado foi similar ao reportado por Mayo-Mayo et al. (2020) no estudo da incorporação da farinha da casca da manga em *chips* de tortilhas, determinando uma concentração de fenólicos totais de 98,96 mg AGE/g em resíduo seco para a farinha da casca da manga seca a 40°C por 24 horas.

Tabela 4. Concentração de fenólicos totais e potencial antioxidante pelo método dos radicais DPPH• e ABTS•+ da farinha da casca da manga (FCM)

Caracterização	FCM
Concentração de fenólicos totais (mgAGE/g*)	83,72 ± 1,82
Potencial Antioxidante	
DPPH• (EC ₅₀ , mg/mL)	1.6 ± 0.3
ABTS•+ (µmol TE/g*)	392 ± 81

*Resultados obtidos em base livre de umidade (resíduo seco)

Potencial antioxidante

O potencial antioxidante, pelos métodos do DPPH• e ABTS•+ podem ser observados na Tabela 4. Genovese et al. (2008) avaliaram compostos ativos e potencial antioxidante de frutas exóticas e relataram que o potencial antioxidante está associado positivamente as concentrações de fenólicos totais, desta forma, uma concentração elevada de compostos fenólicos reflete em uma elevação no potencial antioxidante. Desta forma, o potencial antioxidante da FCM pode estar relacionado com a elevada concentração de compostos fenólicos na FCM.

Ribeiro e Schieber (2010), no estudo dos compostos bioativos da manga, relataram a existência de um sinergismo entre os compostos bioativos, o que acarreta um aumento do potencial antioxidante, ou seja, é necessário conter diversos compostos bioativos com diferentes potenciais de redução e polaridades, atingindo por completo um sistema pró-oxidante e assim formarem um produto não reativo no corpo humano.

Pelo método do DPPH•, Umamahesh et al. (2019) na avaliação de extratos da casca de 5 tipos de manga, reportaram valores de EC_{50} entre 0,022 e 0,944 mg/mL de extrato, superior ao observado neste estudo.

Por sua vez, o potencial antioxidante avaliado pelo método do ABTS•+ foi superior ao determinado por Coelho et al. (2019) ($275 \mu\text{molTEq}/100 \text{ mL}$ de extrato) na avaliação extratos da casca da manga por maceração em relação a compostos bioativos e potencial antioxidante, também, foi superior a casca da manga avaliada por Nguyen et al. (2019) ($147 \mu\text{molTEq}/\text{g}$ em resíduo seco) no estudo de alguns resíduos de frutas tropicais em relação a compostos fenólicos e potencial antioxidante. O potencial antioxidante avaliado pelo método do ABTS•+ neste estudo também foi superior ao determinado por López-Cobo et al. (2017) para a farinha da casca da manga ($4,75 \mu\text{molTEq}/\text{g}$ em resíduo seco).

CONCLUSÃO

A FCM pode ser considerada uma fonte de fibras e minerais importantes. A elevada capacidade de absorção de água e óleo podem ser propriedades interessantes para a indústria de alimentos. Por fim, pode-se concluir que em função da concentração de compostos fenólicos e do potencial antioxidante observado a incorporação em novos produtos pode conferir benefícios a saúde humana.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Os autores gostariam de agradecer ao PUB-USP pela bolsa de estudos para L.C.B.S.

REFERÊNCIAS

- AJILA, C. M. et al. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 11, n. 1, p. 219–224, 2010.
- AOAC. Official Methods of analysis of AOAC international. 18. ed. Washington: AOAC, 2005.
- AOAC, A. OF O. A. C. Official Methods of Analysis. 15th. ed. Washington DC, USA: AOAC, 1990.
- BANERJEE, J. et al. Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chemistry*, v. 225, p. 10–22, 2017.
- BONAZZI, C.; DUMOULIN, E. Quality Changes in Food Materials as Influenced by Drying Processes, in *Modern Drying Technology*. In: *Modern Drying Technology: Product Quality and Formulation*. 1. ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2011. v. 3p. 1–20.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LebensmittelWissenschaftundTechnologie*, v. 28, p. 25–30, 1995.
- BRITO, T. B. N. et al. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. *Lwt*, v. 124, n. September 2019, p. 109028, 2020.
- CARVALHO, C. Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz.
- CHEN, Y. et al. Effects of mango peel powder on starch digestion and quality characteristics of bread. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 140, p. 647–652, nov. 2019.
- CHIOCCHETTI, G. D. M. E et al. Mineral composition of fruit by-products evaluated by neutron activation analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 297, p. 399–404, 2013.
- COELHO, E. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of mango peel liqueurs (*Mangifera indica* L.) produced by different methods of maceration. *Antioxidants*, v. 8, n. 4, p. 1–11, 2019.
- COFFMANN, C. W., & GARCIA, V. V. Isolate From Mung. *J. Fd. Technol.*, v. 1, n. 76, p. 473–484, 1977.
- DE ALBUQUERQUE, M. A. C. et al. Tropical fruit by-products water extracts of tropical fruit by-products as sources of soluble fibres and phenolic compounds with potential antioxidant, anti-inflammatory, and functional properties. *Journal of Functional Foods*, v. 52, n. November 2018, p. 724–733, 2019.
- DUARTE, Y. et al. Effects of Blanching and Hot Air Drying Conditions on the Physicochemical and Technological Properties of Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa*) by-Products. *Journal of Food Process Engineering*, v. 40, n. 3, 2017.
- ESHAK, N. S. Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber. *Annals of Agricultural Sciences*, v. 61, n. 2, p. 229–235, 2016.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- FELIPE, É. M. DE F. et al. Avaliação Da Qualidade De Parâmetros Minerais De Pós-Alimentícios Obtidos De Casca De Manga E Maracujá. *Alim. Nutr.*, v. 17, n. 1, p. 79–83, 2006.

FIDELIS, M. et al. Camu-camu seed (*Myrciaria dubia*) – From side stream to an antioxidant, antihyperglycemic, antiproliferative, antimicrobial, antihemolytic, anti-inflammatory, and antihypertensive ingredient. *Food Chemistry*, v. 310, n. November 2019, p. 125909, 2020.

FILLI, K. B.; NKAMA, I. Hydration properties of extruded fura from millet and legumes. *British Food Journal*, v. 115, n. 6, p. 884–898, 2013.

GENOVESE, M. I. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Science and Technology International*, v. 14, n. 3, p. 207–214, 2008.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Identification and characterisation of anthocyanins from wild mulberry (*Morus Nigra* L.) growing in Brazil. *Food Science and Technology International*, v. 13, n. 1, p. 17–25, 2007.

HSU, D. L. et al. Effect of germination on electrophoretic functional and bread-baking properties of yellow pea, lentil and faba bean protein isolates. *Cereal Chemistry*, v. 59, p. 344–350, 1982.

JAY, J. M. *Microbiologia dos alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KINSELLA, J. E.; WHITEHEAD, D. M. Proteins in Whey: Chemical, Physical, and Functional Properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, v. 33, p. 343–438, 1989.

LAKSHMI, M.; USHA, R.; PREETHA, R. Mango (*Mangifera indica*) Stone Kernel Flour - A Novel Food Ingredient. *Malaysian Journal of Nutrition*, v. 22, n. 3, p. 461–467, 2016.

LEÃO, D. P. et al. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. *Food Chemistry*, v. 225, p. 146–153, 2017.

LÓPEZ-COBO, A. et al. Use of HPLC- and GC-QTOF to determine hydrophilic and lipophilic phenols in mango fruit (*Mangifera indica* L.) and its by-products. *Food Research International*, v. 100, p. 423–434, 2017.

MARQUES, T. R. et al. Chemical constituents and technological functional properties of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) waste flour. *Food Science and Technology*, v. 33, n. 3, p. 526–531, jul. 2013.

MAYO-MAYO, G. et al. Addition of roselle and mango peel powder in tortilla chips: a strategy for increasing their functionality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 14, n. 3, p. 1511–1519, 2020.

NGUYEN, N. M. P. et al. In vitro antioxidant activity and phenolic profiles of tropical fruit by-products. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 54, n. 4, p. 1169–1178, 2019.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. *Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.

OCDE/FAO. *Brazilian agriculture: prospects and challenges* OECD-FAO Agricultural Outlook 2015. Nova Iorque: OECD Publishing, 2015.

OLADELE, A. K.; AINA, J. O. Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*). *African Journal of Biotechnology*, v. 6, n. 21, p. 2473–2476, 2007.

- RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 26, n. 9/10, p. 1231–1237, 1 maio 1999.
- RESENDE, L. M.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*, v. 270, n. December 2017, p. 53–60, 2019.
- RIBEIRO, S. M. R.; SCHIEBER, A. Bioactive compounds in mango (*Mangifera indica* L.). *Bioactive Foods in Promoting Health*, p. 507–523, 2010.
- ROIDOUNG, S.; PONTA, N.; INTISAN, R. Mango peel ingredient as salt and phosphate replacement in chicken breast marinade. *International Journal of Food Studies*, v. 9, n. 1, p. 193–202, 2020.
- RYBKA, A. C. P.; LIMA, A. DE SO.; NASSUR, R. DE C. M. R. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. *Enciclopédia Biosfera*, v. 15, n. 27, p. 12–21, 2018.
- SABINO, L. B. D. S. et al. Composição mineral de farinhas obtidas a partir de cascas de frutos tropicais baseado na ingestão diária recomendada. *Brazilian Journal of Food Research*, v. 8, n. 3, p. 102–111, 2017.
- SAI-UT, S. et al. Optimization of antioxidants and tyrosinase inhibitory activity in mango peels using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, v. 64, n. 2, p. 742–749, 2015.
- SANTANA, G. S. et al. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, n. 2, p. 88–95, 2017.
- SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Functional Properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Proteins: Emulsion, Foaming, Viscosity, and Gelation Properties. *Journal of Food Science*, v. 46, n. 1, p. 71–81, 1981.
- SEBRAE. Cenários e projeções estratégicas 2016. São Paulo: 2016. Disponível em: <www.sebrae-mercados.com.br/fruticultura>.
- SERNA-COCK, L.; GARCÍA-GONZALES, E.; TORRES-LEÓN, C. Agro-industrial potential of the mango peel based on its nutritional and functional properties. *Food Reviews International*, v. 32, n. 4, p. 364–376, 2016.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods of Enzymology*. v. 299, p. 152–178, 1998.
- SOGLI, D. S. et al. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of “Tommy Atkins” mango peel and kernel as affected by drying methods. *Food Chemistry*, v. 141, p. 2649–2655, 2013.
- SOSULSKI, F. W. et al. Functional Properties Of Rapeseed Flours, Concentrates and Isolate. *Journal of food Science*, v. 41, p. 1349–1452, 1976.
- SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining starch absorptivity in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry Journal*, v. 39, p. 344–346, 1962.
- THEBAUDIN, J. Y. et al. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology*, v. 8, n. 2, p. 41–48, 1997.

UCHOA, A. M. A. et al. Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 15, n. 2, p. 58–65, 2008.

VICENSSUTO, G. M.; DE CASTRO, R. J. S. Development of a novel probiotic milk product with enhanced antioxidant properties using mango peel as a fermentation substrate. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 24, n. December 2019, p. 101564, 2020.

VIUDA-MARTOS, M. et al. Assessment of chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of fig (*Ficus carica* L.) powder co-products. *Industrial Crops and Products*, v. 69, p. 472–479, 2015.

YASUMATSU, K. et al. Whipping and Emulsifying Properties of Soybean Products. *Agricultural and Biological Chemistry*, v. 36, n. 5, p. 719–727, 1972.

“

Formulação e aceitabilidade de maionese saborizada com óleo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum meyer*) e ervas aromáticas

Laura Fernanda Pinheiro **Tobias**
UFAM

Maria das Graças Gomes **Saraiva**
UNINILTONLINS

João Vitor Souza **Soares**
UFAM

Eyde Cristianne **Saraiva Bonatto**
UFAM

Thalissa Bianca Rosário **Soares**
UFAM

Jordanna Gabriela Dias **Evangelista**
UFAM

Roberta Silva da **Ferreira**
UFAM

RESUMO

Os efeitos do consumo excessivo de lipídeos originaram uma tendência no desenvolvimento de alimentos com menores teores de gorduras. A maionese apresenta um elevado índice de gordura, sendo um dos molhos mais consumidos mundialmente. Assim, associar esse molho a qualidades nutricionais de uma fruta da região amazônica pode lhe garantir um aspecto mais saudável. O tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) é um fruto rico em lipídeos e vitaminas A, B1, C e ômega-3. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo desenvolver e estimar o efeito do uso do óleo de tucumã e ervas aromáticas na elaboração de maionese. Foram realizadas três formulações: com óleo de soja com tucumã acrescido de ervas (T1), óleo de soja com tucumã (T2) e tradicional com ervas (T3), avaliadas através do teste de aceitação com diferentes atributos e escalas de 1 (desgostei extremamente) à 9 (gostei extremamente) e teste de intenção de compra com escala de 2 pontos: "não" e "sim". Calculou-se o Índice de Aceitabilidade (IA) para determinar como aceitáveis apenas os produtos que apresentassem valores de no mínimo 70% e teste Tukey para avaliar se houve diferença significativa entre as amostras. As amostras T1 e T2 apresentaram o maior índice de intenção de compra. Já a amostra T3 não obteve uma grande expressividade na intenção de compra quando comparados com os demais tratamentos. Portanto, os resultados obtidos foram promissores, mostrando que o desenvolvimento de um produto diferenciado é uma alternativa de disponibilizar um alimento de melhor qualidade nutricional agregando valor ao molho usando espécies nativas da região amazônica.

Palavras-chave: Maionese, Óleo de Tucumã, Ervas Aromáticas.

INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos industrializados e o interesse por parte das indústrias na elaboração desses produtos têm aumentado significativamente no Brasil a partir da década de 70. Dentre esses alimentos, uma das melhores opções é a maionese.

A maionese é uma emulsão composta de óleo, ovos e vinagre, sendo considerada um alimento com alto teor lipídico. Algumas frutas amazônicas, como o Tucumã, possuem alta taxa lipídica e importante valor nutricional (FURLANETTO, LACERDA e CAMPOS, 1982).

Para Sagrillo (2014), o tucumã é uma espécie rica em carotenoides e pertence à família Arecaceae (Palmeiras) também chamada de tucumanzeiro. É natural da região amazônica, sendo também encontrado nos estados do Acre, Roraima, Rondônia, Pará e Mato Grosso (CAVALCANTE, 1991). Os frutos servem para alimentação humana e doméstica, dos quais o mesocarpo (polpa) possui elevado conteúdo de lipídeos, fibras e vitaminas como A, E e C, sendo consumidos “*in natura*” ou na forma de licor, sorvete e creme (GOLÇALVES, 2008; MENEZES, 2012).

Além disso, diversos estudos vêm sendo realizados para avaliar as atividades farmacológicas dos extratos obtidos da casca, polpa e amêndoa do tucumã (OLIVEIRA et al., 2018).

Diante do exposto acima e com a finalidade de expandir os produtos da região amazônica, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver e estimar o efeito do uso de tucumã e ervas aromáticas na elaboração de maionese. Além de avaliar a aceitação sensorial do produto.

METODOLOGIA

Três amostras de maionese produzidas em laboratório com tucumã e ervas aromáticas (orégano e pimenta calabresa).

As amostras foram preparadas e numeradas de acordo com a ordem em que foram obtidas: A (tucumã, orégano e pimenta calabresa); B (tucumã); C (tradicional, orégano e pimenta calabresa). A composição das amostras utilizadas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das amostras

COMPONENTES	A	B	C
Sal	9,33	9,25	10,50
Mostarda	25,47	24,34	23,12
Gema de ovo	3	3	3
Ovo	5	5	5
Vinagre	35	37	40
Óleo de Soja com Tucumã	800	800	-
Tucumã	214,28	225,53	-
Óleo de Soja	200	200	700
Orégano	5,76	-	11,2

Pimenta Calabresa	4,94	-	9,85
-------------------	------	---	------

Figura 1. Material utilizado



Fonte: Autor, 2019

Nas amostras A e B foi utilizado o óleo de soja com tucumã, na tentativa de desenvolver o uso do fruto na maionese.

As amostras A e C foram aromatizadas com ervas com intuito de aperfeiçoar seus atributos sensoriais.

Para a extração do óleo de soja com tucumã, o fruto foi descascado e triturado no liquidificador. Em seguida, macerado e batido juntamente com óleo de soja. Por fim, foi filtrado para a obtenção da solução de óleo de soja com tucumã. O processo pode ser observado na Figura 2.

Figura 2. Obtenção do óleo de soja com tucumã



Fonte: Autor, 2019

As análises foram realizadas em Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Amazonas, seguindo metodologia adaptada descrita por Ferreira (2000). Os testes foram realizados com 50 provadores não treinados de ambos os sexos e com idades entre 17 e 29 anos, instruídos para a participação.

As amostras foram servidas aleatoriamente aos julgadores em copos plásticos e codificadas com 3 dígitos. Foi fornecido pão de forma para degustação e água mineral para

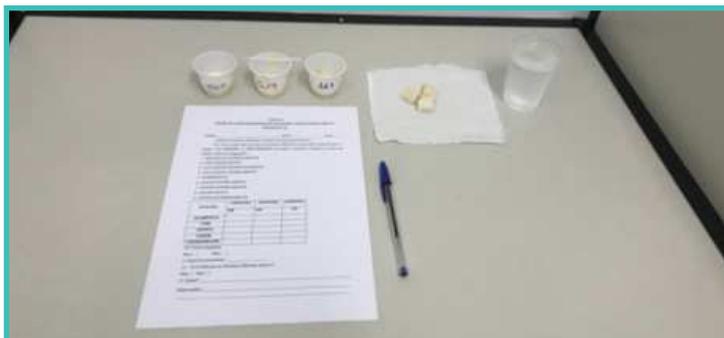
limpeza do palato entre a avaliação das amostras (Figura 3).

Foram analisados os atributos sensoriais: aparência, aroma, cor, cremosidade e sabor, com escala hedônica de 1 (desgostei extremamente) à 9 (gostei extremamente) e teste de intenção de compra com escala estruturada de 2 pontos: "não" (nota 1) e "sim" (nota 2). Calculou-se também o Índice de Aceitabilidade (IA)

Os resultados foram submetidos a análise de variância e testes de médias de Tukey.

Figura 3. Análise Sensorial

Fonte: Autor, 2019



RESULTADOS

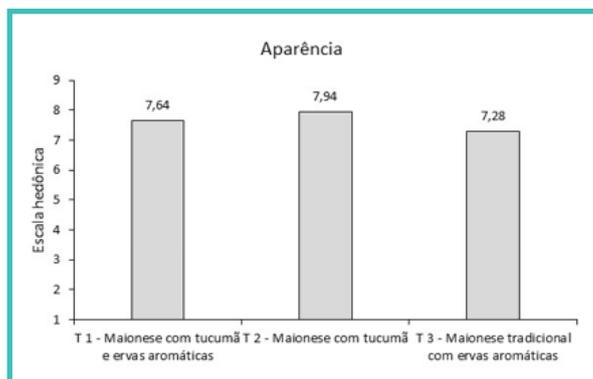
Na Tabela 2 encontram-se os resultados das médias para os cinco atributos sensoriais avaliados nos três sabores de maionese.

Tabela 2. Resultados das médias obtidas no teste de aceitação para o quesito de impressão global das três formulações de maionese

Tratamentos	Atributos sensoriais				
	Aparência	Aroma	Cor	Cremosidade	Sabor
T1 - Maionese com tucumã e ervas aromáticas	7,64 ^A	7,22 ^A	7,72 ^A	8,14 ^A	7,94 ^A
T2 - Maionese com tucumã	7,94 ^A	7,18 ^A	7,92 ^A	7,86 ^A	7,76 ^A
T3 - Maionese tradicional com ervas aromáticas	7,28 ^A	6,98 ^A	7,32 ^A	7,20 ^B	7,50 ^A

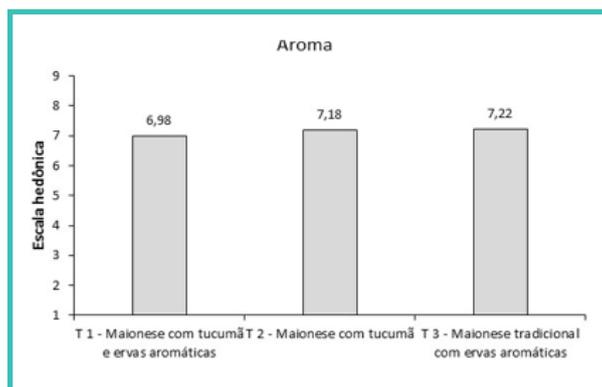
As médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 4 - Atributo sensorial aparência



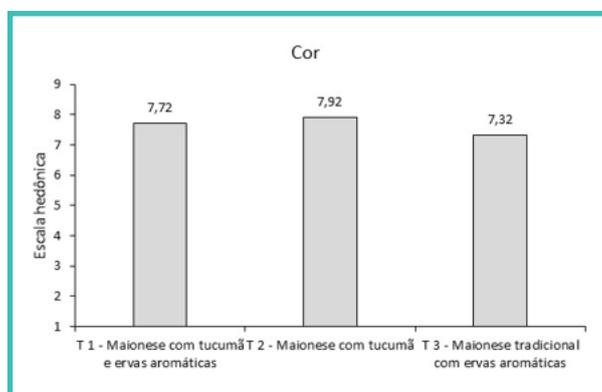
Fonte: Autor, 2019

Figura 5 - Atributo sensorial aroma



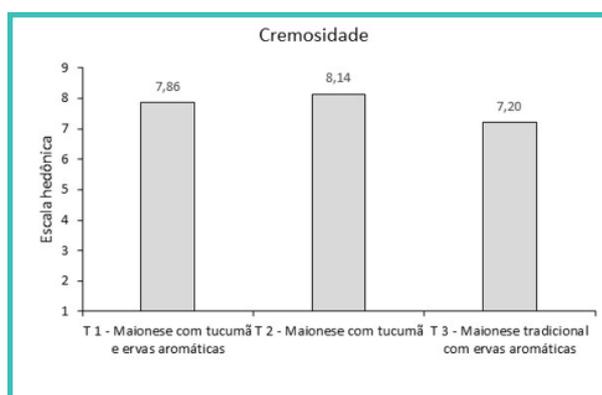
Fonte: Autor, 2019

Figura 6 - Atributo sensorial cor



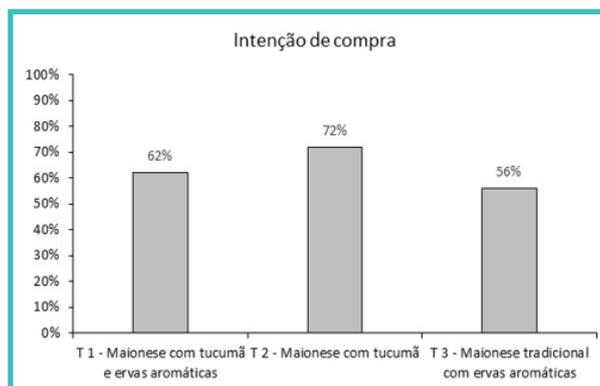
Fonte: Autor, 2019

Figura 7 - Atributo sensorial cremosidade



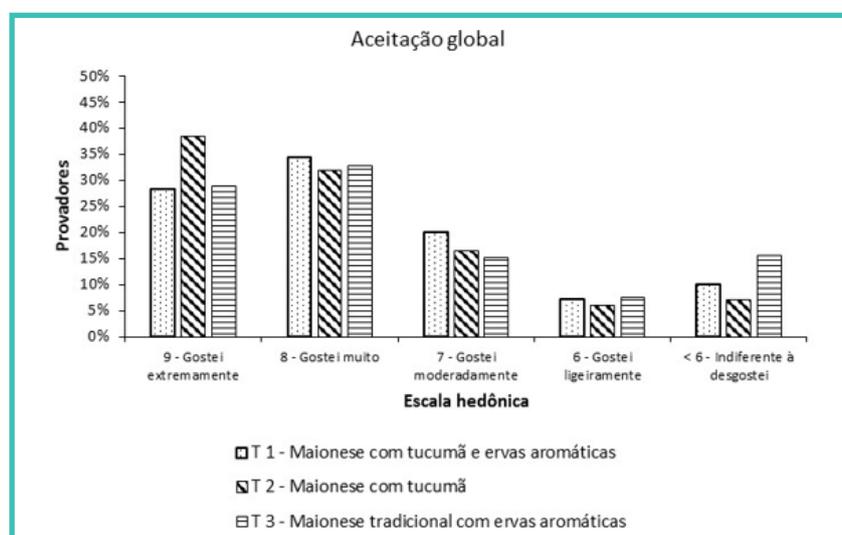
Fonte: Autor, 2019

Figura 8 - Intenção de compras dos produtos



Fonte: Autor, 2019

Figura 9 - Aceitação global da maionese dos produtos



Fonte: Autor, 2019

CONCLUSÃO E DISCUSSÕES

Teste de Aceitação

Observou-se, na Tabela 2, que a amostra T3 diferiu das demais amostras significativamente quanto ao atributo cremosidade. Quanto aos atributos aparência, cor, aroma e sabor, seguindo o Teste de Tukey, não houve significância estatística entre as amostras analisadas.

Na Figura 4, observa-se a avaliação dos produtos em relação ao atributo sensorial aparência, onde a maior nota média foi para maionese com tucumã (7,94), maionese com tucumã e ervas (7,64), seguida da maionese tradicional com ervas aromáticas (7,22)

Na Figura 5, observa-se que no atributo sensorial aroma, a maior nota média foi para maionese com tucumã e ervas aromáticas (7,22), seguida da maionese com tucumã (7,18),

e da maionese tradicional com ervas aromáticas (6,98).

No atributo sensorial cor, as maiores notas médias foram dadas para o tratamento de maionese com tucumã (7,92), seguido da maionese com tucumã e ervas aromáticas (7,72) e da maionese tradicional com ervas aromáticas (7,32), conforme Figura 6.

E no atributo sensorial cremosidade, as maiores notas médias foram, para a maionese com tucumã e ervas aromáticas (8,14), seguida da maionese com tucumã (7,86), e da maionese tradicional com ervas aromáticas (7,20), como mostra a Figura 7.

No atributo sensorial sabor, a maior nota foi emitida para maionese tradicional com ervas aromáticas (7,94), seguida da maionese com tucumã (7,76) e da maionese com tucumã e ervas aromáticas (6,98), como pode ser verificado na Figura 8.

Teste de Intenção de compra

Na Figura 8, observa-se que os provadores manifestaram a maior intenção de compra para o tratamento maionese com tucumã apresentou (72%), seguido da maionese com tucumã e ervas aromáticas (62%). Isso pode se dar ao fato de o tucumã ser um fruto regional, o qual é bastante apreciado pela população do Estado. O tratamento de maionese tradicional com ervas aromáticas foi inferior aos demais, entretanto expressivo quando comparados aos demais tratamentos, pois apresentou 56% de intenção de compra, sendo bem aceito por mais da metade dos provadores.

Índice de aceitabilidade

Na Figura 9, são apresentados dados referentes ao índice de aceitabilidade, analisando os três tratamentos. Na aceitação global da maionese com tucumã e ervas aromáticas, 34,4% dos provadores afirmaram que gostaram muito (nota 8), e 28,4% que gostaram extremamente (nota 9). Na aceitação global a maionese com tucumã, teve as melhores notas 32% dos provadores afirmaram que gostaram muito (nota 8), e 38,8% que gostaram extremamente (nota 9). Na aceitação global da maionese tradicional com ervas aromáticas, 32,8% dos provadores afirmaram que gostaram muito (nota 8), e 28,8% que gostaram (nota 9). Esses resultados seguem os mesmos padrões de estudos da literatura com maioneses de outras regiões do país, sendo parecido com os resultados obtidos por Salgado, Carrer e Danieli (2006).

CONCLUSÃO

Verificou-se que o tratamento maionese com tucumã foi a que apresentou maior intenção de compra (72%) e também maior pontuação na aceitação global.

Os consumidores da região amazônica levam muito em conta a fração regional dentro de um produto consumido por eles. Por isso, a influência da regionalidade ajuda no caminho para a aceitação de produtos os sabores de frutos da Amazônia.

Por fim, entende-se que o desenvolvimento de um produto diferenciado é uma escolha para disponibilizar um alimento de melhor qualidade nutricional agregando valor ao molho usando espécies nativas da região amazônica.

REFERÊNCIAS

FURLANETTO, S. M. P.; LACERDA, A. A.; CERQUEIRACAMPOS, M. L. Pesquisa de alguns microrganismos em saladas com maionese adquiridas em restaurantes, lanchonetes e “rotisseries”. Rev. saúde Pública. São Paulo, v. 16, n. 6, 1982.

FERREIRA, V. L. P. (Coord.). Análise sensorial – Testes discriminativos e afetivos. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 73-77, 2000. (Manual Série Qualidade).

SALGADO, J. M.; CARRER, J. C.; DANIELI, F. Avaliação sensorial de maionese tradicional e maionese enriquecida com ervas aromáticas. 2006. ResearchGate. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250045207_Avaliacao_sensorial_de_maionese_tradicional_e_maionese_enriquecida_com_ervas_aromaticas>. Acesso em: 23 de abril de 2020

CAVALCANTE, P. B. Frutas comestíveis da Amazônia. 5 ed. Belém: Edições CEJUP/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279pp. (Coleção Adolfo Ducke).

MENEZES, A. J. E.A; HOMMA, A. K. O; OLIVEIRA, M. E. C; MATOS, G. B. Exploração do óleo de tucumã do Pará (*Astrocaryum vulgare* Mart.) na mesorregião da ilha do Marajó – Município de Soure – Pará. In: II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2012, Belém- PA. Anais II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2012.

GONÇALVES, A. E. de S. S. Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonóides e vitamina C. 88fl., 2008. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SAGRILLO, M. R. Efeito in vitro do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*, MEYER) na citoproteção ao estresse oxidativo e na modulação da leucemia promielocítica aguda. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3860/SAGRILLO%2c%20MICHELE%20RORATO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

OLIVEIRA, S. D.; NETO, J. P. M.; SILVA, K. E. R. Uma revisão sobre a morfoanatomia e as propriedades farmacológicas das espécies *Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart. 2018. Disponível em < <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/08/v7-n3-cs18-cs28-2018.pdf> >.

“

Investigação da atividade antioxidante das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e avaliação da aceitação sensorial do suco elaborado com a hortaliça e adicionado de laranja

Weida Ketline Capucho Pinto **Charpinel**
UFES

Daniela da Silva **Oliveira**
UFES

Krystal Soares de **Paula**
UFES

Sérgio Henriques **Saraiva**
UFES

RESUMO

A taioba é considerada fonte de carotenoides, vitamina C, fenólicos e outras substâncias antioxidantes. Os estudos sobre sua composição, na literatura, são escassos. Assim, o presente trabalho teve como objetivos investigar o teor de fenóis totais, carotenoides e a atividade antioxidante da folha de taioba e dos sucos elaborados com a folha, e avaliar sua aceitação sensorial. Analisou-se carotenoides por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), compostos fenólicos totais (Folin Ciocalteu) e a atividade antioxidante in vitro (ABTS) por métodos espectrofotométricos. Foram elaboradas duas formulações de sucos de taioba com laranja: 50% de folhas de taioba (F1) e 25% de folhas de taioba (F2). Os sucos também foram avaliados quanto ao pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável. Os resultados encontrados nas folhas ($43,57 \pm 4,20$ mg/100g para carotenoides; $7,39 \pm 0,21$ mgAGE/g para fenólicos totais; e $18,38 \pm 1,79$ μ M trolox/g para atividade antioxidante) foram superiores aos encontrados na literatura, com exceção da atividade antioxidante. Com relação ao suco, não houve diferença estatística entre as formulações ($p > 0,05$) quanto ao teor de carotenoides. Entretanto, houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) para compostos fenólicos e atividade antioxidante. Na caracterização física, F1 foi classificado como ácido, e F2 como muito ácido. Os resultados encontrados para acidez total titulável e sólidos solúveis totais foram próximos aos encontrados na literatura. Logo, os sucos elaborados com as folhas de taioba podem ser considerados uma alternativa interessante para estimular o consumo dessa hortaliça pela população, aumentando o aporte de compostos antioxidantes na alimentação.

Palavras-chave: Taioba, Suco; Carotenoides; Compostos Fenólicos; Atividade antioxidante.

INTRODUÇÃO

As hortaliças verde escuras fornecem nutrientes importantes para a manutenção do estado nutricional e saúde dos indivíduos devido ao reduzido teor de gordura, carboidratos e calorias, além de serem fontes de fibras e micronutrientes, tais como os carotenoides provitamina A, vitaminas C e E, compostos fenólicos totais, ácido fólico, ferro, cálcio, dentre outros, os quais favorecem a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas (CARVALHO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011; JACKIX, 2013).

Os antioxidantes são compostos que têm a capacidade de limitar os efeitos nocivos ao organismo por reagirem com os radicais livres e inibir a propagação de reações oxidativas. A vitamina C, vitamina E, os compostos fenólicos e os carotenoides são alguns exemplos desses compostos antioxidantes (PODSEDEK, 2005; NOGUEIRA et al., 2015; ARAÚJO et al., 2016).

Algumas hortaliças são pouco conhecidas pela população, e por isso não são amplamente consumidas, sendo denominadas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). Essas são mais consumidas nas regiões onde são cultivadas e dentre elas, destacam-se o jambu (típico da região amazônica), chicória-de-caboclo (típica da região Norte do Brasil), ora-pro-nobis (Minas Gerais) e as taiobas (típica dos estados de Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro) (KINUPP, 2009).

Segundo Jackix (2013), a taioba pertence à família das aráceas originária da América tropical e possui valor nutritivo considerável por possuir elevados teores de proteínas, fibras, ácido ascórbico, cálcio e ferro nas folhas de taioba, enquanto o teor energético é baixo. A folha fresca apresenta oxalato de cálcio, devendo ser eliminado antes do consumo através da cocção.

É um alimento de baixo custo e de preparação simples, e no Brasil, o clima é favorável ao seu cultivo. Esses fatores devem contribuir para o incentivo ao consumo dessa planta, a qual pode ser de grande importância para a agricultura familiar (JACKIX, 2013).

Ainda existem poucos estudos científicos sobre a composição, principalmente em relação aos compostos funcionais, das folhas da taioba encontrados na literatura brasileira.

A utilização das folhas da taioba em preparações diferentes da sua utilização tradicional, como por exemplo a elaboração de sucos, pode ser interessante pois além de diversificar e ampliar a sua forma de consumo também agrega valor nutricional e funcional ao produto. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo investigar os teores de compostos antioxidantes presentes na folha da taioba e nos sucos elaborados, e avaliar a aceitação sensorial dos sucos com as folhas da hortaliça e laranja.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo do tipo experimental foi realizado no Laboratório de Técnica Dietética, Laboratório de Análise Sensorial, Laboratório de Química de Alimentos, Laboratório de Operações Unitárias e na Central Analítica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus Alegre.

Ingredientes para a elaboração dos sucos

Para a elaboração dos sucos, foram utilizados os seguintes ingredientes: folhas de taioba frescas, suco extraído de laranjas do tipo pêra-mel e água. Os ingredientes foram adquiridos no comércio local.

As folhas de taioba foram mantidas em refrigerador convencional até o momento das análises físico-químicas e da elaboração dos sucos.

Elaboração dos sucos de taioba

Inicialmente, elaborou-se o suco puro com as folhas da taioba. Para isso, as folhas foram submetidas à cocção por ebulição durante 20 minutos para que ocorresse diminuição da concentração de oxalato de cálcio (JACKIX, 2013). Após a cocção, as folhas foram lavadas em água corrente para retirar o oxalato de cálcio solubilizado. Posteriormente, as folhas foram liquidificadas com água potável na proporção de 1:2 de taioba:água (massa:volume).

A higienização das laranjas para extração de seu suco foi realizada, segundo a RDC nº 352 de 23 de dezembro de 2002, em água potável adicionada de solução clorada (0,5 a 2,0 ppm) durante 15 minutos (BRASIL, 2002). Após essa etapa, as laranjas foram cortadas ao meio para extração do suco com auxílio de um extrator de suco (Vitalix). O suco foi coado para que as sementes ficassem retidas.

Foram elaboradas duas formulações de bebida mista com concentrações iniciais de 50% e 40% (F1) e 25% e 65% (F2) de suco de taioba e de laranja, respectivamente, e 10% de água potável em ambos os sucos. As formulações foram preparadas por meio da adição dos dois sucos ao liquidificador (Britania–Diamente Black Filter), os quais foram batidos até que se obtivesse uma bebida homogênea.

Análises químicas

As análises químicas (compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e carotenoides) das folhas da taioba e dos sucos elaborados foram realizadas em três repetições, todas em triplicatas.

Preparo dos extratos

A extração dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com o estudo de Bloor (2001). O procedimento foi feito por adição de 1 g da amostra a 30 mL de uma solução metanol:água (60:40 v/v), sendo submetida à agitação a uma velocidade de 100 rpm, em temperatura ambiente por 40 minutos. Em seguida as amostras foram filtradas à vácuo e centrifugadas a 5500 rpm, à 4 °C por 10 minutos. As frações do sobrenadante foram diluídas para obter extratos nas concentrações de 0,066 g/mL⁻¹. As alíquotas dos extratos foram utilizadas nos testes subsequentes.

Estimativa de compostos fenólicos totais

O teor de fenólicos totais nos extratos foi estimado utilizando o método colorimétrico do reagente de Folin-Ciocalteu, de acordo com a metodologia proposta por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). Adicionou-se aos 0,6 ml de extrato 3 ml de reagente de Folin-Ciocalteu diluído em água destilada (1:10 v/v), sendo então submetidos à agitação. Após repouso de 3 minutos foram adicionados 2,4 ml de solução saturada de carbonato de sódio a 7,5% em água.

A agitação em vórtex foi realizada e, em seguida, a solução foi deixada para reagir por 1 hora. Após, a absorbância foi medida em 760 nm, no espectrofotômetro (Thermo Scientific™ Evolution™ 300 UV-Vis Spectrophotometer). Elaborou-se uma curva analítica de ácido gálico para expressar os resultados em miligramas de Equivalentes de Ácido Gálico (mg EAG/100 g).

Avaliação da atividade antioxidante (Teste do ácido 2,2' - azino-bis - (3 - etilbenzotiazolína) - 6 - sulfônico - ABTS)

A determinação da atividade antioxidante pelo método do radical ABTS foi segundo a metodologia proposta por Re et al., (1999). O extrato das folhas de taioba foi diluído na proporção de 0,1:10 (v/v) em etanol 80%.

Inicialmente preparou-se o radical ABTS, armazenando-o em vidro âmbar e local refrigerado até o início da análise. Depois, em tubos de ensaio adicionou-se 0,5 ml das amostras e 3,5 ml do radical ABTS, homogeneizando-os em vórtex. Os tubos ficaram em repouso por 6 minutos na ausência de luz. Após o repouso, realizou-se a leitura por espectrofotometria a 734 nm. Foi elaborada uma curva analítica de Trolox (0-200 mg/L) para expressar os resultados em Trolox por 100 gramas de amostra (Mmols trolox/100 g de amostra).

Determinação de carotenoides

O processo de extração dos carotenoides foi realizado segundo Rodriguez-Amaya (1976), e a análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) (Shimadzu - Proeminence) pelas condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant'Ana et al. (1998).

O processo foi realizado utilizando maceração com acetona resfriada (50 mL), filtrando o material a vácuo. O extrato foi dividido em três partes, sendo transferido para funil de separação contendo éter de petróleo (50 mL). A cada parte adicionada, o extrato foi lavado três vezes com água destilada. Em seguida, foi adicionado sulfato de sódio anidro. O extrato foi vertido e medido em uma proveta. Antes da análise, uma alíquota do extrato foi seca sob fluxo de nitrogênio e posteriormente recuperado em acetona. Em seguida, o extrato foi filtrado em unidades filtrantes com 0,45 μm antes da análise no cromatógrafo líquido.

A análise por CLAE foi realizada conforme as seguintes condições cromatográficas: coluna cromatográfica RP-18; detector UV-Visível; fase móvel metanol:acetato de etila:acetonitrila (50:40:10); fluxo da fase móvel: 2,0 mL/minuto; tempo de corrida: 20 minutos. Os cromatogramas foram lidos no comprimento de onda de 450 nm. Os carotenoides foram identificados por comparação com o tempo de retenção dos padrões. A quantificação foi realizada pela construção de curvas de calibração dos padrões de carotenoides.

Determinação de acidez total titulável, pH, sólidos solúveis totais nos sucos

Foi realizada a aferição da acidez total titulável, pH e sólidos solúveis totais nas duas formulações de sucos elaborados. As análises foram realizadas conforme procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

A acidez total titulável, expressa em gramas de ácido cítrico anidro/100 g de suco, foi determinada em triplicata por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) N/10. Em 10 mL da amostra foram adicionadas gotas de solução alcoólica de fenolftaleína e titulados com NaOH N/10. O volume gasto foi registrado e calculada a acidez através da Equação 1:

$$\text{Acidez (\% \u00c1c. cítrico)} = [V \times F \times N \times eq. g(\text{Ac. cítrico})] 10 \times P \quad (\text{Equação 1})$$

onde: V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação; F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio N = normalidade da solução de NaOH = 0,1 Eq.g ácido cítrico = 64,04 P = g ou mL da amostra usado na titulação.

A obtenção dos valores do pH foi realizada com pH-metro digital de bancada (Ionlab PH-500B-I), por meio do método potenciométrico, e a determinação dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) foi realizada por refratometria através do refratômetro de bancada (ATAGO).

Análise sensorial e intenção de compra

Foram recrutados 100 julgadores não treinados, formados por estudantes e funcionários da Universidade Federal do Espírito Santo, campus Alegre-ES, que gostassem de suco, e que não possuíssem nenhuma intolerância ou alergia aos ingredientes utilizados no preparo do produto. O teste consistiu em apresentar duas amostras de suco elaborado com diferentes concentrações da folha de taioba, com 20 ml cada, aos julgadores. As amostras foram codificadas com três dígitos, de maneira aleatória e monódica para cada julgador, sendo que cada um recebeu uma ficha contendo uma escala hedônica de nove pontos para avaliação das amostras quanto aos atributos sabor, textura, aroma e impressão global, em que o escore 1 corresponde a “desgostei extremamente” e o escore 9 a “gostei extremamente” (REIS e MINIM, 2006). Também foi avaliada a intenção de compra utilizando uma escala de 5 pontos, em que 1 corresponde a “definitivamente não compraria” e 5 a “definitivamente compraria” (REIS e MINIM, 2006).

Aspectos Éticos

A análise sensorial foi realizada mediante aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (parecer número 3.353.235), atendendo às Resoluções nº 466/12 e 196/96, bem como mediante assinatura, pelo voluntário, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Planejamento Experimental e Análise Estatística dos Dados

Os resultados das análises químicas realizadas na folha da taioba foram tabulados no programa Excel e foram apresentados em média e desvio padrão de três repetições. As propriedades antioxidantes nas diferentes formulações de suco foram analisadas pelo teste t independente, a 5% de significância. Para a análise sensorial foi considerado um Delineamento em Blocos Casualizados, onde cada julgador foi considerado um bloco, e os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas através do programa Statistic®.

RESULTADOS

Caracterização das folhas frescas e dos sucos de taioba

As médias e desvios padrões das concentrações de β -caroteno, compostos fenólicos e atividade antioxidante analisadas nas folhas frescas da taioba estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização de compostos antioxidantes das folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*).

Propriedades	Média** \pm DP
β caroteno (mg/100g BU*)	43,57 \pm 4,20
Compostos fenólicos (mg EAG/g BU)	7,39 \pm 0,21
Atividade Antioxidante (ABTS) (μ M trolox/g BU)	18,38 \pm 1,79

*BU: base úmida.

** Média de três repetições.

Na tabela 2 está demonstrada a comparação das médias dos compostos antioxidantes avaliados nas formulações dos sucos contendo taioba e laranja.

Tabela 2. Médias* dos compostos antioxidantes dos sucos elaborados com as folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e laranja.

Tratamento	β -caroteno (mg/100g)	Compostos fenólicos (mgA-GE/g BU)	Atividade antioxidante (ABTS) (μ M trolox/g BU)
F1	3,72a	2,93a	11,70a
F2	4,18a	1,79b	6,31b

*Média de 3 repetições. Médias seguidas pela mesma letra, por coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de t.

Constatou-se que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) no teor de β -caroteno entre os sucos estudados. Com relação ao teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante, observou-se que F1 foi estatisticamente superior ($p \leq 0,05$) quando comparado com F2, uma vez que quanto maior a concentração de taioba utilizada, maior a concentração dos fenóis totais. Considerando que a atividade antioxidante se correlaciona com o teor de compostos fenólicos totais, esta também foi superior ($p \leq 0,05$) no suco com maior concentração de folha de taioba (50%).

Caracterização física dos sucos elaborados

Os resultados da caracterização física dos sucos elaborados com as folhas da taioba são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização física dos sucos elaborados com folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e laranja.

Tratamento	pH	Sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix)	Acidez titulável (% ácido cítrico)
F1	4,1	6,5	0,4
F2	3,7	5,8	0,4

Observa-se que a formulação F2 obteve menor valor de pH devido à maior concentração de suco de laranja utilizado para o preparo dessa formulação (65%), a qual é composta

por ácido cítrico, contribuindo para a acidez da preparação. Já F1, que possuía menor teor de suco de laranja (40%) obteve valor de pH um pouco mais elevado.

Análise sensorial dos sucos de taioba e laranja

Os resultados da análise sensorial estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Médias* dos atributos sensoriais avaliados para as concentrações de sucos testadas.

Tratamento	Cor ¹	Sabor ¹	Textura ¹	Impressão	Intenção de compra ²
F1	6,47 ^a	7,97 ^a	7,95 ^a	7,71 ^a	4,89 ^a
F2	6,47 ^a	7,95 ^a	8,02 ^a	7,71 ^a	4,87 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste t.

1 : Escala hedônica de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente)

2 : Escala hedônica de 1 (certamente compraria) a 5 (certamente não compraria)

Pode-se constatar que as duas formulações não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) para os atributos avaliados, assim como para a intenção de compra. Tanto F1 quanto F2 apresentaram boa aceitação pelos avaliadores.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O β -caroteno foi o carotenoide quantificado nas folhas da taioba ($34,48 \pm 1,13$ mg/100g) e sua concentração foi superior quando comparado com os valores encontrados por De Almeida et al. (2014) para a ora-pro-nobis ($34,48 \pm 1,13$ mg/100g). Viana (2013) encontrou valores menores para algumas hortaliças não convencionais, como azedinha tipo I (0,095 mg/100g), beralha (0,083 mg/100g), caruru (0,192 mg/100g) e peixinho (0,103 mg/100g).

As folhas verde escuras constituem um grupo de alimentos fontes de carotenoides. Entretanto, a concentração dessa substância varia de acordo com a espécie, a sua forma de cultivo, clima, o tipo de solo utilizado, intensidade luminosa, dentre outros fatores (SILVA et al., 2010; JACKIX, 2013).

A concentração estimada de fenóis totais na folha de taioba foi maior quando comparada com algumas referências. Viana (2013) encontrou valores menores para azedinha tipo I (0,23 mg/100g), beralha (0,25 mg/100g), caruru (0,56 mg/100g) e peixinho (0,77 mg/100g). Ferreira (2016) avaliou o teor de compostos fenólicos na couve-galega e foi observado que essa hortaliça convencional também possui valores reduzidos quando comparados com a folhas da taioba.

Os fenóis totais são os primeiros indicativos quanto a capacidade antioxidante de um alimento. Assim, quando se encontra uma alta concentração desses compostos na amos-

tra, maiores são as chances de esta conter uma atividade antioxidante elevada (MALTA, 2011). Kinnup e Barros (2008) destacam que as PANCs, geralmente apresentam maiores quantidades de compostos antioxidantes do que as hortaliças convencionais, agregando maior valor nutricional à alimentação.

Quando comparada com outras hortaliças não convencionais, a taioba apresentou valores reduzidos de atividade antioxidante. Viana (2013) encontrou valores elevados para a azedinha tipo I (69,23 μM trolox/g BU), bertalha (60,00 μM trolox/g BU), caruru (47,37 μM trolox/g BU) e peixinho (99,09 μM trolox/g BU).

Os sucos elaborados com as folhas da taioba apresentaram quantidade reduzidas dos compostos analisados, o que era esperado devido aos processos em que as folhas foram submetidas. As quantidades de folhas utilizadas influenciam na proporção de compostos fenólicos e atividade antioxidante encontrados nos sucos, entretanto, os carotenoides não foram influenciados pela quantidade de taioba adicionada.

A elevação do pH observada em F1 pode ser explicado pelo próprio cultivo da hortaliça, que segundo Jackix (2013), requer uma variação do pH do solo entre 5,5 e 6,5, conferindo uma característica menos ácida à folha, e conseqüentemente aumentando o pH dessa formulação.

Os resultados encontrados para sólidos solúveis totais dos sucos foram esperados, pois o suco com maior concentração de folha conseqüentemente apresenta maior teor de sólidos em sua composição. E a acidez total titulável de ambas as formulações apresentou valores iguais.

Durante a execução da análise sensorial, a cor dos sucos aparentou maior variação visual decorrente da oxidação das substâncias sofrida pela luz e oxigênio. Um dos motivos para que a cor dos sucos sofresse alteração é devido à presença de clorofila e carotenoides na composição, os quais conferem a cor verde ao suco. Essas substâncias são termolábeis, ou seja, oxidam-se quando na presença de temperatura e incidência de luz consideradas inadequadas. Além desses fatores, catalisadores metálicos estiveram presentes durante a preparação dos sucos, como a lâmina do liquidificador utilizado. A cor também pode ser afetada pela faixa de pH na qual o produto se encontra. Essa alteração ocorre devido a interação dos compostos fenólicos com o ácido ascórbico, causando a degradação de ambos os compostos e descolorindo os pigmentos (FREITAS et al. 2006).

A cor é um atributo que interfere na decisão de compra do consumidor (LEITE, 2015; SILVA et al., 2017). Todavia, a avaliação desse atributo não apresentou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) para ambos os sucos.

A intenção de compra foi classificada dentro da faixa de 1 a 5, sendo que 1 representa a opção de “certamente não compraria”, e 5 representa a opção de “certamente compraria”. Desse modo, observa-se que a intenção de compra satisfatória para ambas as formulações.

As duas formulações foram bem aceitas pelos julgadores e as intenções de compra foram positivas, assim, os sucos podem ser considerados produtos nutritivos e promissores no mercado. Diante dos resultados apresentados, a folha da taioba possui concentrações consideráveis de carotenoides e fenólicos totais, além de apresentar moderada atividade antioxidante. Sendo assim, seu consumo pode favorecer a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. S. et al. Impacto da suplementação de vitamina C sobre níveis de peroxidação lipídica e glutatona reduzida em tecido hepático de camundongos com imunossupressão induzida por ciclofosfamida. *Revista de Nutrição*. Campinas, v. 29, n.4, p 579-587, 2016.

BLOOR, S. J. Overview of methods for analysis and identification of flavonoids. *Methods in Enzymology*, v. 335, p. 3-14, 2001.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 352, de 23 de dezembro de 2002. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2002.*

CARVALHO, P. G. B. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. *Revista da Associação Brasileira de Horticultura*. Brasília, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.

DE ALMEIDA, M. E. F. et al. Caracterização química das hortaliças não convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 3, p. 431-439, 2014.

FERREIRA, A. C. S. Avaliação do teor em compostos bioativos e parâmetros de qualidade ao longo do processamento mínimo de couve -galega. Porto, Portugal. FCUP, 2016. Originalmente apresentada como tese de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2016.

FREITAS, C. de et al. Estabilidade dos carotenoides, antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 5, p. 942-949, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1ª Edição Digital. São Paulo, SP, p. 97-474, 2008.

JACKIX, E. A. Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*): composição química e avaliação das propriedades funcionais in vivo. Campinas, SP. UNICAMP, 2013. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, 2013.

KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): uma riqueza negligenciada. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 61., 2009, Manaus. Anais [...]. Manaus: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), 2009.

LEITE, S. T. Iogurte simbiótico de açaí (*Euterpe edulis* Mart.): caracterização físico-química e viabilidade de bactérias lácticas e probióticas. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado, Universidade Federal Do Espírito Santo, 2015.

MALTA, L. G. Avaliação biológica de frutas do cerrado brasileiro: guapeva, gabioba e murici. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

- NOGUEIRA, C. et al. Retinol, β -carotene and oxidative stress in systemic inflammatory response syndrome. *Revista da Associação Médica Brasileira*. São Paulo, v. 61, n. 2, p. 116-120, 2015.
- OLIVEIRA, D, S. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Health Sciences* . Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. et al. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Food Chemistry*, v. 61, n. 1-2, p. 145-151, 1998.
- PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. *RG Journal Impact*, Polônia, 19 jul. 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364380500188X>>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- REIS, C. R.; MINIM, V. P. R. *Análise Sensorial: estudo com consumidores*. Viçosa: Editora UFV, 2006.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. *Journal of Micronutrient Analysis* , v. 5, p.191-225, 1976.
- SILVA, J. H. F. da et al. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de pitaiá (*Hylocereus undatus*) cultivada no agreste meridional pernambucano. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 7, n. 2, p. 260-265, 2017.
- SILVA, M., L., C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, v. 299, p. 152-177, 1999.
- VIANA, M. M. S. *Potencial nutricional, antioxidante e atividade biológica de hortaliças não convencionais* . Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de São João del Rei, 2013.

“

Jatobá fruit (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.): oil, resin, bark and flour analysis

Rosana Gonçalves Rodrigues das **Dôres**
UFOP

Fernando Luiz **Finger**
UFV

Clarice Silva e **Souza**
SZIE

Giuseppe **Micalizzi**
UNIME

Maira Christina Marques **Fonseca**
EPAMIG

Sebastiano **Pantò**
UNIME

Juliana Cristina Santos **Almeida**
UFOP

Valeria **Signorino**
UNIME

Ivan Paiva **Barbosa**
UFV

Daniele **Giuffrida**
UNIME

RESUMO

In the Brazilian Cerrado, there is a huge diversity of fruits, among which the Jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh. (Caesalpiniaceae), a tree that produces fruits rich in oil, resin and whose seeds has aryl farinaceous. This work analyzed the postharvest quality of ripe fruits, identifying components of the essential oil by CGMS, quantifying the phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity by spectrophotometry at ethanolic extracts from Jatobá bark, oil, resin and flour. The experimental design was in blocks randomized and the results were compared by ANOVA and medium test at 1%. The compounds detected at oil of Jatobá fruit provide better conservation ensuring a longer shelf life consequently an extensive marketing time. The compounds identified in oil and flour validate the use as a functional food and as a medicine.

Palavras-chave: Brazilian Fruits; Cerrado; CGMS; Functional Food; Postharvest; Traditional Medicine

INTRODUÇÃO

Tropical fruits are appreciated for their flavor, color and shapes. The Cerrado, typical Brazilian biome, had an enormous diversity of fruits. The very particular characteristics of the fruits, the incidence of thousands of endemic species make Cerrado a unique environment, being one of the world's "Hot spots"[1, 2]. Due to the diversity of the typical fruits of the unique occurrence and of the non-domestication, these are marketed in popular markets, in streets, roads by the native population. Jatobá or Jatobá tree, *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (Caesalpiniaceae) (Fig.1), medicinal plant of Brazilian Cerrado is an important natural resource. It reaches up to 20 - 40 m in height and trunk with up to 1 m in diameter of grayish color externally and internally pink-wine, from where wine resin (known as Jatobá wine) exudes [3, 4].

Figure 1. *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh A. Jatobá Tree. B. Jatobá fruit (ripe fruits). C. Jatobá fruits and flour (transversal section). D. Jatobá fruits, seeds and flour (longitudinal section). E. Flour fruit. F, G, H, I. Barks, resin detail. I. Resin (12x). K, L, M. Hydro distillation process. K. Barks cut for distillation. L. Distillation process. M. Jatobá Oil (detail).



The fruits have 10-20 cm of length and 4-6 cm in diameter which contain a flour pulp which is extracted and consumed by native population for diet helps, to reduce the risk of gastrointestinal and coronary illnesses. The flour is utilized in preparations as cake, breads, piece, ices, gels, creams, with thickener and emulsifier and its can added to infant food supplements such as flours, milk, powders [5]. The interest in studying flours of underutilized plants has been growing, due to the presence of nutrients and bioactive compounds beneficial to health, making these flours a functional food and because they are possible food inserted in the diet of allergenic people, such as celiac patient [6]. The nutritional composition Jatobá flour have a high content of dietary fiber, calcium, magnesium, sugars, and low content of lipid, ash, protein, starch and are used in human and animal food [7, 8, 9]. Jatobá fruits are

edible, with flavor, aroma sui generis and they are many used by native population in respiratory disorders, asthma, lung diseases, throat inflammation, arthritis, rheumatism, coughs, fevers, circulatory problems, vermifuge, diarrhea, cystitis, among many other ethnopharmacological citations. Pharmacologically, they have been employed in circulatory diseases, tonic in general, stimulant, in rheumatism, bronchodilator and expectorant (resin and oil) [3, 9, 10, 11, 12, 13]. Thus, the aim of this work was to analyze the postharvest quality of the fruits (biometry), identifying major components of the essential oil by CGMS, quantifying the phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity of ethanolic extracts of the bark, oil, resin and flour of the *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. fruits.

MATERIAL AND METHODS

Harvesting the Jatobá fruits, treatments processing and biometric and physicochemical analyzes.

Ripe fruits were picked at Cerrado region, in the same access, at Minas Gerais, Brazil. In the laboratory, the intact fruits were selected, segregated, separately in four blocks of 10 individuals and analyzed in their biometric parameters weight (g) and longitudinal and transverse diameters (mm). Posteriorly, the fruits were opened, separated into seeds, peels, and flour which were properly measured. In the physical evaluation, the determination of moisture (wb, wet basis), total ashes and pH were done by gravimetry, incineration and pH meter [14].

Preparation of the ethanol extracts of bark, resin and flour Jatobá

In the ethanolic extracts preparation, 100 g of bark (TJB), resin (TJR) and flour (TJF) were weighed, added Ethanol PA (98°GL) and extracted by successive macerations until the exhaustion. The extracts were collected, filtered and evaporated in water bath at 40 ± 1 °C until the dry extract is obtained. The residual treatments (TJB, TJR and TJF) were weighed and the average yields of the extracts, percentage of water and dry mass were calculated in relation to the initial dry mass.

Obtaining and analyzing Jatobá oil

For jatobá oil or the treatment TJO, 100 g bark fruits were used for essential oil extraction by hydro distillation using Clevenger apparatus for 4 hours second European Pharmacopeia 8th methodology (2014). The oil obtained was reunited in vials, protected from light and heat, stored in refrigerator at 5 oC and perceptual yield was estimated. For the transportation of the

oil for this analysis, due registration with MCBIO/ SISBIO/ Brazil was done and the permission for research, publication and dissemination of data is by Dr. RGR Does.

GC-FID analysis

The CG analyses was executed Shimadzu GCMS-QP2010 system, equipped with an SLB-5MS column (Supelco, USA), 30 m x 0.25 mm I.D. x 0.25 μm film thickness. Oven temperature was programmed in 50 °C at 3 °C min^{-1} to 280 °C, held 5 minutes. The injector was held at temperature of 280 °C; the FID temperature was set at 300 °C (sampling rate 40 ms) and gas flows were 40 mL min^{-1} for hydrogen, 40 mL min^{-1} for make up (N_2/Air) and 400 L min^{-1} for air, respectively. Carrier gas was He, at a linear velocity of 30.0 cm s^{-1} and a pressure of 99.5 KPa. Data were processed through GCsolution software (Shimadzu). Samples, diluted 1:10 in hexane, were injected in split mode, with a split ratio of 1:100 and the volume injection was 0.4 μL . Quantification of compounds was done by peak area integration and internal normalization by response factors measured on the basis of the previously consolidated procedure. Each response factor was measured by choosing, when possible, different standard compounds representative of the main chemical groups typically determined in Jatobá essential oils. The internal standard used was nonane at a concentration of 2.5g 25 mL⁻¹. Each sample was analysed for three consecutive runs. These analyses were done in the PANLAB, at Messina University.

Phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity.

In the dosage of phenolic compounds, 1 mg of each treatment (TJB, TJR, TJO and TJF) were weighed and added to 1.6 mL of 7.5% sodium carbonate and 1.0 mL of the Folin-Ciocalteu reagent, [15] homogenizing in vortex and then treatments were left sheltered from light and heat for 30 minutes. The absorbance was measured in a spectrophotometer at 720 nm. Standard curve was constructed with gallic acid and the results expresses as gallic acid as a function of the initial fresh mass (g 100 g⁻¹ initial mass). The quantification of flavonoids was done using aluminum chloride (AlCl_3). 1 mg of the treatments (TJB, TJR and TJF) were diluted in 1 mL of methanol and 1 mL of 5% aluminum chloride in methanol solution were added, homogenizing in vortex. The absorbance measured by spectrophotometry at 430 nm (Temperature = 27 °C, relative humidity = 69%). Standard curve was constructed with rutin and the results expressed in g of rutin per 100 g of initial mass. The antioxidant activity was measured from 2 mg of the TJO, TJB, TJR, and TJF treatments that were diluted in 1 mL of methanol and added to 1000 μL of 4M DPPH solution.¹⁶

Controls were BHA (2-tert-Butyl-4-hydroxyanisole and 3-tert-butyl-4-hydroxyanisole) (positive control) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) (negative control). Methanol was

used as white. The absorbance measurements were taken at 0 and 30 minutes in a spectrophotometer at 520 nm (relative humidity = 69%, Temperature = 24.4 °C). The antioxidant activity was calculated by the equation:

$$\%AAt = \frac{(\text{Control Abs} - \text{Treatment Abs})}{\text{Control Abs}} * 100$$

The regression equations were measured as a function of time (60 minutes).

Experimental design

The experimental design was in completely randomized blocks with all treatments (bark, flour, resin and oil) in four replicates to the variables analyzed. The data submitted to variance analysis and means comparisons by the Tukey test at 1% significance.

RESULTS

Biometry, oil analysis, phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity dosages The biometric analysis of fruits provides subsidies for the differentiation of species of the same genus and between varieties of a the same species [16]. The median of longitudinal and transverse diameters, weight of intact fruits, bark, seeds, flour were 114.8613 ± 5.9089 mm to 41.0563 ± 2.0701 mm, 51.4589 ± 4.1760 g in fruits; where bark weight was 35.3274 ± 2.5618 g, the flour with seeds and only flour were 16.0731 ± 2.1006 g and 6.5886 ± 0.7437 g and seeds 8.9898 ± 3.0260 g by fruit, these data being as described in the literature for fully ripe fruit fruits. The data found are related to those of [17] where fruits of *H. courbaril*, their length, width and diameter ranged from 86.00 to 147.00 mm; 45.64 to 85.82 mm and 34.95 to 50.00 mm, respectively. In the physicochemical analysis, gravimetry is a standard for the classification of food products as well as plant raw materials, in relation to the moisture content and the shelf-life of the vegetable drug. In gravimetry after six hour at 105 °C, the moisture content of the flour was $15.69 \pm 0.80\%$ and $11.40 \pm 0.17\%$ in the mature intact fruits. The total ash contents were in $2.17 \pm 0.35\%$ in flour, $2.56 \pm 0.40\%$ in seeds and $3.17 \pm 0.12\%$ in the intact fruits. Studies by [18] Jatobá pulp had $22.6 \pm 2.50\%$ moisture, ash content of $2.44 \pm 0.045\%$. In flour analysis found $10.18 \pm 0.07\%$ moisture and $1.80 \pm 0.03\%$ ash [19]. In *Hymenaea martiana* barks, the mean diameter was 538 ± 1.00 μm and the loss by desiccation $8.50 \pm 1.16\%$, corroborating that species of the same genus are morphologically distinct, add to this, edaphic conditions, which act significantly on the morphological differentiation and physical development of the species [20]. The pH of the extracts are similar (Table 1).

Table 1. The means of effectiveness of the extraction process (EP), extracts yield (% YE), hydrogen potential of the extracts (pH), phenolic compounds (PC, g100g⁻¹ initial mass) and flavonoids (Flav, g100g⁻¹ initial mass), antioxidant activity (% AA) in barks (TJB), flour (TJF), resin (TJR) extracts and oil (TJO) of Jatobá fruits. Ouro Preto, Brazil, 2017.

Treatment	EP ^{ns}	pH ^{ns}	YE ^{ns}	PC**	Flav**	AA _{t0} **	AA _{t30} **
TJO	-----	-----	2.04	2.0082C	-----	38.75A	90.89A
TJF	10.56	6.3	47.66	2.5010BC	2.4408B	39.52A	92.67A
TJB	11.56	5.5	18.48	5.4575A	3.2562A	36.49A	66.16B
TJR	11.25	5.7	17.45	2.9915B	2.3615B	17.30B	43.30C
CV (%)	0.26	0.32	0.56	9.65	3.99	4.90	2.62

** The means followed by the same letter in the column did not vary statistically by the Tukey test at 1%. ns=not significant.

The extracts TJB and TJR had acid pH, while TJF had a slightly basic character. This values are important for maintaining sensory aspects, the chemical constituents and their stability. Jatobá extracts have a slightly acidic character, attributed to the bioactive ones like phenolics and flavonoids. For fruit meal, pH may be related to sugars and vitamin C contents. In citrus fruits, a much more acidic pH is observed due to the high levels of vitamin C. The extract yields were 18.49% and 47.68% in TJB and TJF, respectively. The efficiency of the extractive process in TJB was 11.55% and 10.54% in TJF. The ethanolic extracts have a high polarity, favorable to Jatobá (powdery aril of the seeds). Non-polar compounds are not favored, such as those found in the exudate present in the oil and resin bags. The difference between yields of TJB and TJF extracts can be explained as a function of the polarity and the exhaustion of the extractive process. The dried extracts had a reddish brown coloration for bark and resin (TJB, TJR), and yellow for the flour extract (TJF). The odor is woody for bark, typical, referring to that of mature fruits, with certain astringency. In resin extracts, the odor is stronger, woody and sweet, cloying, causing some disgust. Extracts of bark and resin are not palatable while that of flour is extremely sweet. Study reports the color red to brown in fruits and bark extracts, with granulated and gelatinized appearance, hardened consistency and sweet-smelling, taste unpleasant and very bitter [20]. From 100 g of Jatobá bark were obtained for hydro distillation in Clevenger apparatus about 2.0976 ± 0.5260 % of essential oil (TJO). In CGMS analysis, twenty-two compounds were identified, two monoterpenes and twenty sesquiterpenes, among them one alcohol. The majoritarian compounds of jatobá oil (TJO) were Germacrene D (19.56%), Copaene-Alpha (13.8%), Cadinene-delta, Muurolene Gamma, Bicyclgermacrene, Cadinene-gamma (Fig. 2, Table 2). As for oil, obtained by hydro distillation, it has a light yellow color, is limpid, slightly dense, irritating odor, strong and very similar to the bark of the fruits and trunk. The composition of the essential oil can be variable according to the species, in the same genus, according to the abiotic factors and stages of fruit maturation.

Figure 2. Chromatogram of Jatobá oil. Conditions analysis: Column: SLB-5MS 30 m x 0.25 mm id 0.25 mm film – Inj.Vol: 0.4 mL - Split Ratio: 1:50 (280 °C) – T.Progr: 50 °C to 280 °C (5 min) at 3°C/min - P.Progr: 26.7 kPa at linear velocity constant 30 cmsec-1 – Carrier gas: He - Detector: MS (280 °C) – Ion source temp: 220 °C – Interface Temp: 250 °C – Acq.mode full scan – Mass range 50 – 550 m/z.

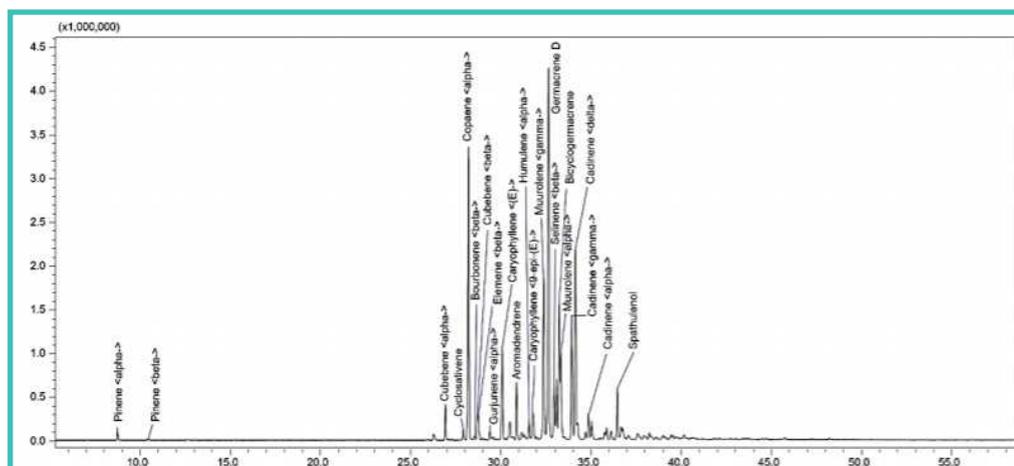


Table 2. Volatile compounds identified in Jatobá oil by GC-MS. Messina, Italy. 2016

Name	LRI _{lit}	LRI _{exp}	GC-MS Similarity%	Ret. Time	Area	Area%	Class
Pinene α	933	934	94	8.749	393893	0.36	M
Pinene β	978	979	89	10.443	27990	0.03	M
		1335		26.274	399063	0.37	
Cubebene α	1349	1349	92	26.918	1625549	1.51	S
Cyclosativene	1368	1372	89	27.916	529562	0.49	S
Copaene α	1375	1379	97	28.209	14889505	13.8	S
Bourbonene β	1382	1387	90	28.546	165403	0.15	S
Cubebene β	1392	1390	88	28.683	1925020	1.78	S
Elemene β	1390	1391	91	28.753	*	*	
		1396		28.983	72706	0.07	S
Gurjunene α	1406	1406	90	29.377	518746	0.48	S
		1410		29.559	154646	0.14	
		1414		29.701	35164	0.03	
Caryophyllene (E)	1424	1423	95	30.07	5001345	4.63	S
		1433		30.492	741626	0.69	
Aromadendrene	1438	1442	95	30.87	2819487	2.61	S
		1449		31.172	331215	0.31	
		1452		31.29	112124	0.1	
Humulene α	1454	1459	95	31.558	820614	0.76	S
Caryophyllene 9-epi-(E)	1464	1464	92	31.768	1874075	1.74	S
Muurolene γ	1478	1478	91	32.377	8765159	8.12	S
Germacrene D	1480	1485	95	32.649	21109885	19.56	S
Selinene β	1492	1492	94	32.959	2875697	2.66	S
		1495		33.086	3161745	2.93	
Bicyclogermacrene	1497	1499	91	33.239	7591284	7.03	S
Muurolene α	1497	1501	93	33.334	3778195	3.5	S
Cadinene γ	1512	1517	93	33.927	6297443	5.84	S
Cadinene δ	1518	1522	95	34.133	10061820	9.32	

		1525		34.242	686954	0.64	
		1536		34.685	331991	0.31	S
Cadinene α	1538	1540	97	34.861	1392578	1.29	S
		1545		35.034	1025786	0.95	
		1566		35.863	902725	0.84	
		1572		36.115	476743	0.44	
Spathulenol	1576	1581	91	36.454	2628309	2.44	SA
		1586		36.662	1430726	1.33	
		1597		37.084	343444	0.32	
		1609		37.567	584951	0.54	
		1619		37.929	335459	0.31	
		1627		38.24	477907	0.44	
		1648		39.002	351446	0.33	
		1660		39.44	442831	0.41	
		1679		40.157	241383	0.22	
		1837		45.742	93098	0.09	
		1910		48.212	96260	0.09	

Legend: MS database (LRlit) and experimental (LRlexp) LRI values, database similarity (% Similarity), retention time (Ret. time), absolute content as g100 g⁻¹, relative abundances (Area %). Class: M = monoterpene; S= sesquiterpene; A= alcohol

It is important to note that the production of secondary compound data is directly related to the species' adaptive and reproductive needs. The main characteristic of it is the presence in the essential oil of diterpenes [21]. Study found the sesquiterpenes alpha-copaene (11.1%), spathulenol (10.1%) and beta-selinene (8.2%), in the ripe fruits, while germacrene-D (31.9%), beta-caryophyllene (27.1%) and bicyclogermacrene (6.5%) were the major compounds in the oil from *H. courbaril* unripe fruits [22]. In general, green fruit has a higher oil content as a function of the defense mechanisms against herbivores. Germacrene D, the chemical marker, is potential anti-microbial, bactericide and antioxidant, justifying the ethnomedicinal use and in the traditional preparations or as a fortifier. The antioxidant property is critical to add nutritional value to traditional preparations as cakes and flour for children or multi-blends. In Brazil, Jatobá flour is used as a supplement for undernourished children and is one of the components of a flour distributed in health programs known as multi-blend flour. The phenolics and flavonoids are showing in table 1. The mean phenolic content in fruits (all parts studied) was $3.2339 + 1.3986 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ initial mass ($\hat{y}=0,1314x+0.0053$. $R^2=0.994$). The higher phenolic content was superior in barks, being twice superior to the other treatments. The content of phenolics is related to lignification, presence of stone cells, resin bags, exudates. Considering the stage of development of the fruits used in this experiment, it is important to remember that maturation phase is marked by lignification in part of the mesocarp and endocarp, observing mesocarp sclerid formation and lignification of external endocarp fibers. The maturation stage of the fruits, the extractive depletion, the temperature used to obtain the dried extracts are differential in obtaining the yields and consequently the contents of bioactive. Studies detected the levels of $235.7 \pm 1.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ $586.50 \pm 9.61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and 516.89

$\pm 2.63 \text{ EAGg}^{-1}$ phenol compounds respectively in fruit peels [23,20, 24]. The mean flavonoid contents were $2.6862 \pm 0.4335 \text{ g.100g}^{-1}$ initial mass ($\hat{y} = 0.0906x + 0.035$, $R^2 = 0.998$). The means of the TJB, TJR and TJF treatments are shown in table 1. Flavonoids are present in the barks, in the flour and in less quantity in the resin. The importance of flavonoids may be related to fruit protection, palatability and pigmentation of flowers and fruits. Among the functional properties of flavonoids are to act as an antioxidant. The principal flavonoids detected on genus *Hymenaea* were astilbin, quercetin, rutin, ultenin, 7-metoxicatechin and taxifolin, and also, eucrifin, engelitin and procyanidins [25, 26]. The content of flavonoids in the aryl of Jatobá was 0.2098% higher than that found in the pulp and bark of the species *Hymenaea stigonocarpa* Mart (0.0196%) [27]. The flavonoids in aqueous extract of the bark were $3.9 \pm 0.05 \text{ mgg}^{-1}$ and $106.20 \pm 0.37 \text{ mgg}^{-1}$ in ethanolic extract in *H. martiana* bark [20, 24]. The antioxidant activity in flour is present, and in function of polyphenols with characteristics act by antioxidant in cellular membranes. Fruit extracts had the average antioxidant activity of 31.10% at time zero and 67.38% at time 30 minutes (Table 1). The antioxidant activity was higher at time zero and thirty minutes in flour extract TJF, statistically equivalent to BHA (positive control) at time thirty. The regression equations of antioxidant activity over one hour were $\hat{y} = -0.0354x^2 + 3.1923x + 26.136$; $R^2 = 1$ in TJB; $\hat{y} = 0.2083x + 49.095$; $R^2 = 0.83$ in TJF; $\hat{y} = 0.4903x + 44,339$, $R^2 = 0.86$ in TJR and BHA $\hat{y} = -0.0446x^2 + 4.0099x + 11.517$. $R^2 = 1$. The antioxidant activity after one hour of reaction was equivalent between the TJB treatment and the BHA, indicating that over time, all the substrate was consumed by the extract. This result is very expressive in the fight against cellular aging and oxidative stress. These data allow us to infer that although the Jatobá barks has the highest levels of phenolic compounds and flavonoids, the higher antioxidant activity was found in flour, validating the popular use of flour in food preparations, in special preparations as in gluten-free foods, in special flours for children with nutritional deficits or as unconventional food. Vencato et al [24] pointed out that the antioxidant potential analysis in the bark extract showed a high activity against free radical DPPH ($\text{IC}_{50} = 33.97 \pm 0.55 \mu\text{g mL}^{-1}$), since this sample was only 1.9 times less antioxidant than the quercetin standard ($\text{IC}_{50} = 18.22 \pm 2.22 \mu\text{g.mL}^{-1}$). The amount of ethanolic extract of leaves of *H. stigonocarpa* Mart. (ppm) required to decrease the initial concentration of DPPH by 50% (EC_{50}) was $19.1 \pm 0.1\%$ [26].

CONCLUSION

The data obtained allow the tracing of marketing strategies of Jatobá fruits, in function of the compounds identified. In oil extracted from ripe fruits, the content of germacrene (sesquiterpene), antimicrobial, bactericidal and antioxidant potentiates the validity for longer (shelf-life). From a medicinal perspective, Germacrene D and Copaene-alpha contents, phenolic

compounds and flavonoids confirm the ethnopharmacological uses, allowing the validation of traditional preparations, such as a general fortifier, aiding in the increase of appetite, popularly called "appetite opener" and still acts contributing to the feeling of satiety. The high antioxidant activity of flour has an important role in the prevention of cellular oxidative stress acting as functional food and, thus, corroborates with the traditional food preparations, by the people of the Cerrado. The Jatobá is a viable alternative for the alimentary and medicinal area, due to the presence of bioactive compounds obtained in flour, bark extract, resin and fruit oil. The fruit flour has high antioxidant capacity and the presence of flavonoids, bioactive compounds, that act in the prevention of cellular oxidative stress. The incorporation or substitution of Jatobá meal in food bases is a good alternative for the preparation of new foods as a natural source of antioxidant compounds and higher nutritional value, besides benefiting the group of people allergic to certain substances. The compounds identified in the analysis of oil, resin, peel and flour validate the use of Jatobá as a functional food and as a medicine stimulating its different uses in the Cerrado region.

Conflict of Interest The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

CNPq (National Council for Scientific and Technological Development) for granting scholarships, including postdoctoral and scientific initiation. The FAPEMIG (Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais) and UFOP (Federal University of Ouro Preto), UFV (Federal University of Viçosa) and EPAMIG (Agricultural Research Company of Minas Gerais) for institutional support. To PANLAB, from the University of Messina, Italy, for support in oil analysis.

REFERENCES

- Mittermeier RA, Robles Gil P, Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, Da Fonseca, GAB. (eds.) (2004) Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 392p
- Alho C J R (2005) Desafios para a conservação do Cerrado face às atuais tendências de uso e ocupação. In: SCARIOTI, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.) Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente (MMA). p.367
- Lorenzi, H (2002) Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. (2nd ed.). Nova Odessa: Plantarum.
- Oliveira F, Akisue G and Kubota, M (2014) Farmacognosia.(2ª ed.). Rio de Janeiro: Atheneu
- Shanley, P and Medina, G (2005) Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. Belém: CIFOR
- Dini CG, María A and Vina, SZ (2012) Non-traditional flours: frontiers between ancestral heritage and innovation. *Food & Function*, 3, 6, 606-620
- Batista AG, Esteves EA, Dessimoni-Pinto NAV, Oliveira LG, Pires STand Santana RC (2011) Chemical composition of Jatobá-do-cerrado (*Hymenea stigonocarpa* Mart.) flour and its effect on growth of rats. *Alimentos e Nutrição*, 22(2), 173-180

Souza PF de, Santana RC, Fernandes JSC, Oliveira LFR. de, Machado ELM, Nery MCand Oliveira, MLR.de (2015) Germinação e Crescimento Inicial Entre Matrizes de Duas Espécies do Gênero *Hymenaea*. *Floresta e Ambiente*, 22(4), 532-540. <https://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.067613>

Tamayo LMA, Gonzalez DMA, and Garces YJ (2008) Propriedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Rev. Lasallista Investig.*, 5, 100-111

Lorenzi H and Matos FJA (2008) Plantas medicinais no Brasil :nativas e exóticas. (2nd.ed). Nova Odessa: Plantarum

Fernandes HP, Senhorin AP, Senhorin VDG, Vieira Jr GM, Silva VC and Carvalho MG (2015) New glycosylated biscoumarins from *Hymenaea courbaril* L. seeds. *Phytochemistry Letters*, 13, 413-416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytol.2015.07.016>

Petroni LM., Huffman MA. and Rodrigues E (2017) Medicinal plants in the diet of woolly spider monkeys (*Brachyteles arachnoides* E. Geoffroy, 1806) – a bio-rational for the search of new medicines for human use? *Rev. bras. Farmacogn.*, 27, 135-142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2016.09.002>

Cipriano J, Martins L, Deus MSM and Peron, AP (2014) Gênero *Hymenaea* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. *Caderno de Pesquisa série Biologia*, 26, 41-50

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2010) Farmacopeia Brasileira. (5th ed.). Brasilia: ANVISA, (1st volume)

Braga TV, Rodrigues-das-Dores RG, Ramos CS, Evangelista FCG, Tinoco LMS, Varotti FP, Carvalho MG and Sabino, AP (2014) Antioxidant, antibacterial and antitumor activity of ethanolic extract of the *Psidium guajava* leaves. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 3492-3500. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.523365>

Cruz ED, Martins FO and Carvalho JEU (2001) Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae – Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica*, 24, 161-165

Andrade LA, Bruno RLA, Oliveira LSB and Silva HTF (2010) Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 32, 293-299. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.3681>

Moraes Neto VF, Teixeira RHF, Veloso AMP and Silva SP (2016) Caracterização físico- química da polpa da semente do jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) cultivado no agreste pernambucano. Oral conference in I Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER, Natal, Brazil

Matuda TG and Maria Netto F (2005) Caracterização química parcial da semente de Jatobá-do-Cerrado (*Hymenaea stignocarpa* Mart). *Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas*, 25, 353-357

Oliveira FGS (2015) Influência do método extrativo sobre a produção de compostos fenólicos em *Hymenaea martiana* (Fabaceae) e controle de qualidade da droga vegetal. Master Science Dissertation at Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brazil

Doménech-Carbó MT, Cruz-Cañizares JL, Osete-Cortina L, Doménech-Carbó A, and David H. (2009) Aging behavior and analytical characterization of the Jatobá resin collected from *Hymenaea stignocarpa* Mart. *International Journal of Mass Spectrometry*, v. 284, p. 81-92

Aguiar JC, Santiago GM, Lavor PL, Veras HN, Ferreira YS, Lima MA, Arriaga AM, Lemos TL, Lima

JQ, de Jesus HC, Alves PB and Braz-Filho R. (2010) Chemical constituents and larvicidal activity of *Hymenaea courbaril* fruit peel. *Natural Product Communications*, 5, 1977-1980

Doménech-Carbó MT, Cruz-Cañizares JL, Osete-Cortina L, Doménech-Carbó A, David H. (2009) Aging behavior and analytical characterization of the Jatobá resin collected from *Hymenaea stigonocarpa* Mart. *International Journal of Mass Spectrometry*, v. 284, p. 81-92

Vencato SB, Lemes MLB, Campelo DS, Corrêa DS and Ferraz ABF (2016) Avaliação do perfil fitoquímico e potencial antioxidante do extrato aquoso de *Hymenaea courbaril*. *Revista de Iniciação Científica da Ulbra*, 14, 55-66

Maranhão CA, Pinheiro CA, Santana ALBD, Oliveira LS, Nascimento MS and Bieber LW (2013) Antitermitic and antioxidant activities of heartwood extracts and main flavonoids of *Hymenaea stigonocarpa* Mart. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 79. 9- 13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.01.005>

Bezerra GP, Gois RW, de Brito TS, de Lima FJ, Bandeira MA, Romero NR, Magalhaes PJ and Santiago GM (2013) Phytochemical study guided by the myorelaxant activity of the crude extract, fractions and constituent from stem bark of *Hymenaea courbaril* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 149, 62-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2013.05.052>

Kloppel LL, Xavier BEM, Cunha LMS, Chaul LT, Conceição EC da and Santos PA. (2013) Prospecção fitoquímica do arilo de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* Hayne. *Revista de Biotecnologia & Ciência CFBC*, 2, 1-2

“

Geleia de bagaço de uva e chia proveniente da produção vinícola da região do submédio São Francisco

Claudileide de Sá **Silva**
UPE

Cedenir Pereira de **Quadros**
UNIVASF

Daniela Rocha **Vanderlei**
UPE

RESUMO

Objetivou-se produzir uma geleia de chia e bagaço da uva proveniente da Fazenda Santa Maria, situada na região do Vale do Médio São Francisco. Foram elaboradas três formulações de geleias 0% (controle), 70% e 90% de concentração de bagaço de uva, as geleias foram avaliadas por 50 provadores não treinados, compostos por estudantes e funcionários da UPE Campus Petrolina, que receberam uma amostra de 25g, julgando os atributos: textura, aroma, sabor e avaliação global, através da escala hedônica estruturada de nove (9) pontos (de 1 = gostei muitíssimo a 9 = desgostei muitíssimo), e em seguida a intenção de compra através de uma escala hedônica estruturada de 3 pontos (certamente compraria, provavelmente compraria, provavelmente não compraria). Os resultados obtidos da análise sensorial, revelaram que a amostra de geleia contendo 70% de bagaço obteve boa aceitação. Esta amostra obteve para os atributos textura, sabor aroma e impressão global 48% (n=24), 50% (n=25) e 56% (n= 28) para gostei muito, respectivamente, já intenção de compra de 16% (n= 8) para certamente compraria e 60% (n= 30) provavelmente compraria. Dessa maneira, os resultados obtidos abrem novas perspectivas para aproveitamento do bagaço da uva assim como para obtenção de um produto funcional, visto que as características sensoriais avaliadas foram bem aceitas pelos entrevistados.

Palavras-chave: Resíduo de uva; Geléia; Chia; Análise sensorial; Fibras.

INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos no Brasil representa um impacto significativo, uma vez que, o país desperdiça mais de 180 a 250 mil toneladas de resíduos sólidos no mundo, sendo estes, em sua maioria composta por resíduos orgânicos¹. Em relação aos resíduos de uva na safra brasileira, foi de aproximadamente 1,3 milhão de toneladas no ano de 2013, das quais 836 mil foram destinadas ao processamento, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento². Uma importante alternativa que vem sendo estabelecida para correção deste panorama é o reaproveitamento das matérias primas de forma integral, como por exemplo, as cascas e bagaços de frutas, folhas e talos vegetais que estariam aptos à produção de novas preparações alimentícias³.

Estima-se que o bagaço corresponda a 16% da uva processada, o que equivale à geração de 210 mil toneladas por ano, sendo prejudicial ao meio ambiente o elevado descarte dos resíduos. Apesar do elevado descarte do resíduo da uva ser prejudicial ao meio ambiente². Considerando-se a expressiva produção de vinhos e sucos no país, o bagaço de uva possui alto teor de antioxidante e de fibras e é possível dizer que os subprodutos da uva estão entre as mais significativas fontes de antioxidantes naturais, bem como o alto teor de polifenóis e o baixo custo do bagaço residual⁴.

Conforme Costa & Rosa⁵, a chia é tradicionalmente utilizada na dieta humana no México e no sudoeste dos EUA. No Brasil, as regiões do oeste do Paraná e do noroeste do Rio Grande do Sul começaram a investir no cultivo da chia nas últimas safras. A chia tem sido utilizada na elaboração de preparações complexas, como, pães, bolos, barras de cereais, biscoitos, geleias, bebidas e embutidos, entre outros.

Neste sentido, a elaboração de geleias visando aproveitar os benefícios funcionais da chia e do bagaço de uva, se mostra uma alternativa ao aproveitamento dos resíduos de uva ao mercado de alimentos funcionais.

Desse modo, o presente estudo tem por objetivo produzir geleia a partir do aproveitamento de resíduos de uva proveniente da região do Vale do São Francisco.

METODOLOGIA

Obtenção dos resíduos de Uva

Os resíduos de uva foram obtidos na Fazenda Santa Maria, proveniente da vinícola do grupo Vinibrasil situada na zona rural do município de Lagoa Grande, região do vale do São Francisco.

Ingredientes

As geleias foram elaboradas com uso dos ingredientes conforme dispostos na Tabela 1. Foram utilizados o percentual de 0% de bagaço de uva para geleia controle e mais duas variações de 70% e 90% do bagaço de uva. No que se refere ao método de produção, independentemente das diferentes concentrações, o fluxograma de preparação será semelhante.

Elaboração das geleias com resíduos de uva e chia

Para elaboração da geleia seguiu-se o fluxograma descrito na Figura 1. Logo, os resíduos constituídos somente com a casca, após uma exclusão das sementes foi processado no liquidificador modelo da marca Diamante, modelo Black Filter com potência de 400 watts, em seguida batido com água, o líquido obtido foi peneirado numa peneira com mesh 35, o líquido foi reservado. Após a chia ser hidratada foi levada ao fogo médio por 40 minutos com o edulcorante xilitol, quando a chia e o xilitol reduziu à 63° Brix, quantidade do suco do resíduo foi acrescentado nas proporções necessárias para atingir as variações desejadas (70% e 90%). Ainda sob cocção, deu-se continuidade até atingir 65° Brix (Figura 1)⁶. Em relação à amostra controle, esta seguiu isenta do bagaço de uva (0%), sendo utilizada polpa da uva 1.125g da variedade black sem semente para saborizar e aromatizar.

Determinação da concentração ideal do bagaço de uva na formulação das geleias segundo avaliação de degustadores e preferência de compra

Nesta avaliação foram realizados dois testes afetivos com formulários adaptados⁷, sendo o primeiro através da escala hedônica de 9 pontos, em que foram avaliados os atributos como textura, aroma, sabor e aceitação global da amostra, variando de gostei muitíssimo à desgostei muitíssimo. O segundo teste foi a partir da escala hedônica de 3 pontos quanto ao seu poder de compra (certamente compraria, provavelmente compraria, provavelmente não compraria).

Para as análises foram ofertados aos degustadores aproximadamente 25g de cada produto correspondente a unidade amostral. Para início do teste, foi servido água em temperatura ambiente, para que fosse utilizada entre as amostras, como também foram disponibilizados formulários para avaliação das geleias.

A análise sensorial foi realizada no laboratório II de Nutrição, *campus* Petrolina, em balcões específicos destinado a este teste, evitando o contato físico-pessoal entre os voluntários para que não houvesse interferência nos resultados. Por se tratar de um teste do tipo afetivo, com provadores não treinados, uma amostra de 50 (cinquenta) provadores foi considerado representativa⁸. Para tanto, foram selecionadas pessoas do sexo feminino e

masculino, maiores de 18 anos, convidados aleatoriamente entre estudantes e funcionários da Universidade de Pernambuco campus Petrolina.

Após concordar em participar da análise, foram questionados se possuíam algum dos critérios de exclusão: ser fumante, possuir problemas de saúde que cause ageusia ou anosmia, uso de medicamentos que causem estas complicações, doenças que limitem a ingestão de alimentos, intolerância a frutose e/ou aversão ao produto teste. Caso o convidado tivesse apresentado um ou mais dos critérios de exclusão, seria agradecido a disposição, porém dispensado a participação. Aqueles que aceitaram e foram considerados aptos a participar da pesquisa, receberam orientações de que a experimentação do novo produto não representava quaisquer danos à saúde e que a participação seria voluntária, podendo a qualquer momento solicitar a retirada de sua participação no projeto. Além disso, o provador precisou assinar um termo de consentimento livre e esclarecido.

Análises Estatísticas

O banco de dados foi construído no Microsoft Office Excel 2010, e as médias de desvios padrão analisados no software Prism versão 7.0 (Graphpad, USA). Os valores resultantes da análise sensorial foram analisados com auxílio da Anova ($p < 0,05$) e pós teste de Bonferroni ($p < 0,05$) entre as médias obtidas.

Considerações Éticas

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco sob o nº de parecer CAAE: 60156616.8.0000.5207.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população em estudo foi formada em sua maior parte por indivíduos do sexo feminino 80% ($n=40$), enquanto o sexo masculino foi representado por 20% ($n=10$). A média de idade foi de 21 anos ($DP \pm 3$). Em relação ao nível de escolaridade, 94% ($n=47$) apresentou curso superior incompleto. As características desta população podem ser explicadas devido a pesquisa ter sido realizada no laboratório de técnica dietética de Nutrição da Universidade de Pernambuco, campus Petrolina, dessa forma a maioria dos participantes eram acadêmicos da instituição.

Em relação à análise sensorial da geleia do resíduo de uva com chia, os resultados estão representados na figura 2, cujas amostras de geleia contendo 70% de resíduo de uva obtiveram boa aceitação, sendo mais bem avaliada nos atributos textura e impressão global, com 58% ($n=29$) e 56% ($n=28$), respectivamente para gostei muito. A amostra da geleia con-

tendo 90% de resíduo de uva apresentou 38% (n=19) e 34% (n=17) respectivamente para os mesmos atributos. Já no quesito sabor, as amostras contendo 70% de resíduo obtiveram melhor avaliação 48% (n=24) para gostei muito, seguidas das amostras contendo 90% em com 20% (n=10) para o mesmo atributo e avaliação gostei muito.

Ao realizar a avaliação sensorial da amostra controle (0%), ou seja, geleia de chia com polpa de uva, houve uma aceitação negativa como mostra os valores descritos nos atributos textura 38% (n=19), aroma 36% (n=18), sabor 20% (n=10) e impressão global 34% (n=17), para o item gostei muito em comparação com a geleia produzida com 70% de resíduo de uva, que obtiveram valores mais elevados.

Os resultados das avaliações sensoriais no presente estudo se mostraram inferiores aos encontrados por Milane et al.⁹, ao desenvolverem uma geleia light de mix amora-uva-chia, em que obtiveram uma boa aceitação dos avaliadores quanto aos seus atributos sensoriais, onde 93,3% gostaram da aparência; 95,0% da textura; 81,6% do sabor.

Não foram encontrados estudos de aceitação e análise sensorial na literatura de geleia produzida com resíduo de uva, no entanto, resultados similares ao do presente trabalho foram relatados por Vieira et al.¹⁰ que obtiveram escores médios entre 8 (gostei muito) e 9 (gostei muitíssimo), nos atributos avaliados no teste de aceitabilidade da geleia mista de casca de abacaxi e polpa de pêsego, indicando elevada aceitação do produto, e 91% na intenção de compra por parte dos provadores. Os autores ressaltam o emprego da casca de abacaxi no desenvolvimento da geleia que pode ser uma alternativa viável no aproveitamento de coprodutos gerados durante o processamento do abacaxi já que é uma boa fonte de nutrientes.

Amaral et al.¹¹ fizeram a análise sensorial de geleia de polpa e de casca de maracujá e a geleia de casca de maracujá obteve média de aceitação superior à geleia de polpa de maracujá. Outros trabalhos sobre aproveitamento da casca do maracujá foram desenvolvidos como o trabalho de Moreira¹², que produziu uma geleia da casca com polpa do maracujá e uma geleia da casca do maracujá, e a partir dos resultados obtidos na análise dos atributos sensoriais das formulações avaliados foi possível verificar que o produto que apresentou maiores médias em todos os atributos foi a geleia da casca com polpa de maracujá.

Em relação a intenção de compra, 80% (n= 40) dos provadores afirmaram que provavelmente não compraria a amostra geleia de chia contendo 90% de resíduo de uva, o que pode ser atribuído a textura e seu sabor residual. No entanto, a amostra geleia de chia com 70% de resíduo de uva obteve 16% (n= 8) de aceitação, seguido da amostra controle, geleia de chia com polpa de uva, que atingiu 48% (n=24).

Portanto, considerando os resultados da intenção de compra e os resultados das características sensoriais das amostras, acredita-se que a amostra da geleia de chia com 70% de resíduo de uva obteve uma boa aceitação, com valores de 16% (n=8) para certamente

compraria e 60% (30) para provavelmente compraria, e desse modo pelo 76% de chance de boa aceitação no mercado consumidor.

Um projeto de pesquisa da Embrapa em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), obteve produtos de alto valor nutricional e funcional como barras de cereais e bebidas pró-bióticas, a partir dos extratos concentrados obtidos a partir do bagaço de uva. O projeto teve como foco as indústrias de suco de uva e vinho do Rio de Grande do Sul e contou com a parceria da Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS)². Trabalhos neste sentido estimulam o aproveitamento de cascas das frutas, pois são úteis como fontes alternativas de alimento ou como ingredientes para obtenção de preparações. Assim, o aproveitamento além de agregar valor, auxilia na redução do impacto ambiental e colabora para a sustentabilidade das cadeias produtivas do agronegócio.

Neste contexto, Franzosi, Daneluz & Baratto¹³, fizeram a elaboração de duas preparações com as partes de frutas que seriam descartadas, uma com a casca do abacaxi e outra com a casca da banana, e obtiveram em seus resultados que 58% dos provadores certamente aplicariam no seu cotidiano as preparações com cascas. O que indica interesse e aceitação, sendo importante no que se refere a utilização do aproveitamento integral dos alimentos.

Ferreira et al.¹⁴ relataram que existem na literatura poucos produtos produzidos a partir da farinha da semente e casca de uva, tendo sido encontrado o biscoito tipo cookie realizado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, o qual obteve 70% de aceitação dos julgadores.

De acordo com Bertagnolli et al.¹⁵, resíduos de frutas quando adicionados aos alimentos são associados a produtos saudáveis pelos clientes, desde que agreguem valor aos produtos produzidos. Estes dados reforçam a conveniência em explorar os resíduos de uva para o desenvolvimento de alimentos funcionais.

Deste modo, é importante que estes subprodutos sejam explorados, pois apresentam propriedades fitoterápicas de importância para as indústrias farmacêuticas, químicas e de alimentos, permitindo assim agregar valor a este resíduo industrial, que atualmente é descartado ou utilizado como adubo¹⁶.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos da análise sensorial da geleia de chia com 70% do bagaço de uva, apresentou nos atributos textura, sabor aroma e impressão global, o que mostrou uma boa aceitação e 76% de intensão de compra.

Dessa maneira, os resultados obtidos no presente estudo abrem novas perspectivas para aproveitamento do bagaço da uva assim como para obtenção de um produto funcional, visto que as características sensoriais avaliadas foram bem aceitas pelos entrevistados e

trazem benefícios a saúde do consumidor e ao meio ambiente contribuindo para redução do impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

Gouveia N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Rev. Ciência & Saúde Coletiva* 2012;17(6):1503-1510.

EMBRAPA, Bagaço de uva vira alimentos funcionais. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2235712/bagaco-de-uva-vira-alimentos-funcionais> Acesso em: 19/04/2018.

Rosario M, Alencar L, Resende C, Melo K, Cruz L, Martins C, Giacomine C, Barbosa L. Avaliação sensorial de patê de talos comum e light. *Rev. Eletrônica da Univar* 2011;1(7):126-128.

Monteiro MP. Bebidas a base de subproduto da uva: efeito sobre o estresse oxidativo e marcadores de riscos de doenças cardiovasculares em mulheres saudáveis [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.

Costa NMB, Rosa COB. Alimentos funcionais: Compostos bioativos e efeitos fisiológicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2016.

Damiani C, Boas EVBV, Soares Junior MS, Caliari M, Paula ML, Pereira EP et al. Análise física, sensorial e microbiológica de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. *Ciência Rural* 2008;38(5):1418-1423.

Oliveira AF. Análise sensorial dos alimentos [livro da internet]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2010. [acesso em 9 nov 2018] Disponível em: https://pt.slideshare.net/Dil_adilson/apostila-analise-sensorial20101

Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos [livro da internet]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. [acesso em 28 out 2018] Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf

Milane NC, Ferreira EJ, Stavski M, Borsato AV, Raupp DS. Desenvolvimento de uma geleia light de mix amora-uva-chia. *Journal of Health* 2016;16(1):14-28.

Vieira ECS, Silva EP, Amorim CCM, Sousa GM, Becker FS, Damiani C. Aceitabilidade e características físico-químicas de geleia mista de casca de abacaxi e polpa de pêssigo. *Científica* 2017;45(2):115-122.

Amaral DA, Pereira MLS, Ferreira CC, Gregório EL. Análise sensorial de geleia de polpa e de casca de maracujá. *HU Revista* 2012;38(n):181-186.

Moreira KCA. Aceitabilidade de geleia desenvolvida com casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims*) [monografia]. Brasília: Universidade de Brasília; 2016.

Franzosi D, Daneluz HC, Baratto I. Níveis de desperdício de partes não convencionais de produtos utilizados diariamente em um restaurante no sudoeste do paraná. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento* 2018;12(69):66-75.

Ferreira CC, Oliveira BP, Oliveira CC, Santos GS, Salomão RP, Marinho TA. Aproveitamento integral da casca e semente de uva para a produção de barra de cereal. In: XXV Congresso Brasileiro

de Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2016; Gramado. p. 1-6.

Bertagnolli SMM, Silveira MLR, Fogaça AO, Umann L, Penna NG. Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour. *Food Science and Technology* 2014;34(2):303–308.

Campos LMAS, Michielin EMZ, Danielski L, Ferreira SRS. Experimental data and modeling the supercritical fluid extraction of marigold (*Calendula of cinalis*). *Journal Of Supercritical Fluids* 2005;34(2):163-170.

Tabela 1. Formulação da geleia com bagaço de uva e chia.

INGREDIENTES
Bagaço da uva
Chia
Xilitol
Água

Figura 1 - Fluxograma de fabricação da geleia com bagaço de uva e chia.



Figura 2. Avaliação aos atributos sensoriais das amostras de geleias de chia e resíduo de uva Petrolina, Pernambuco, Brasil, 2018.

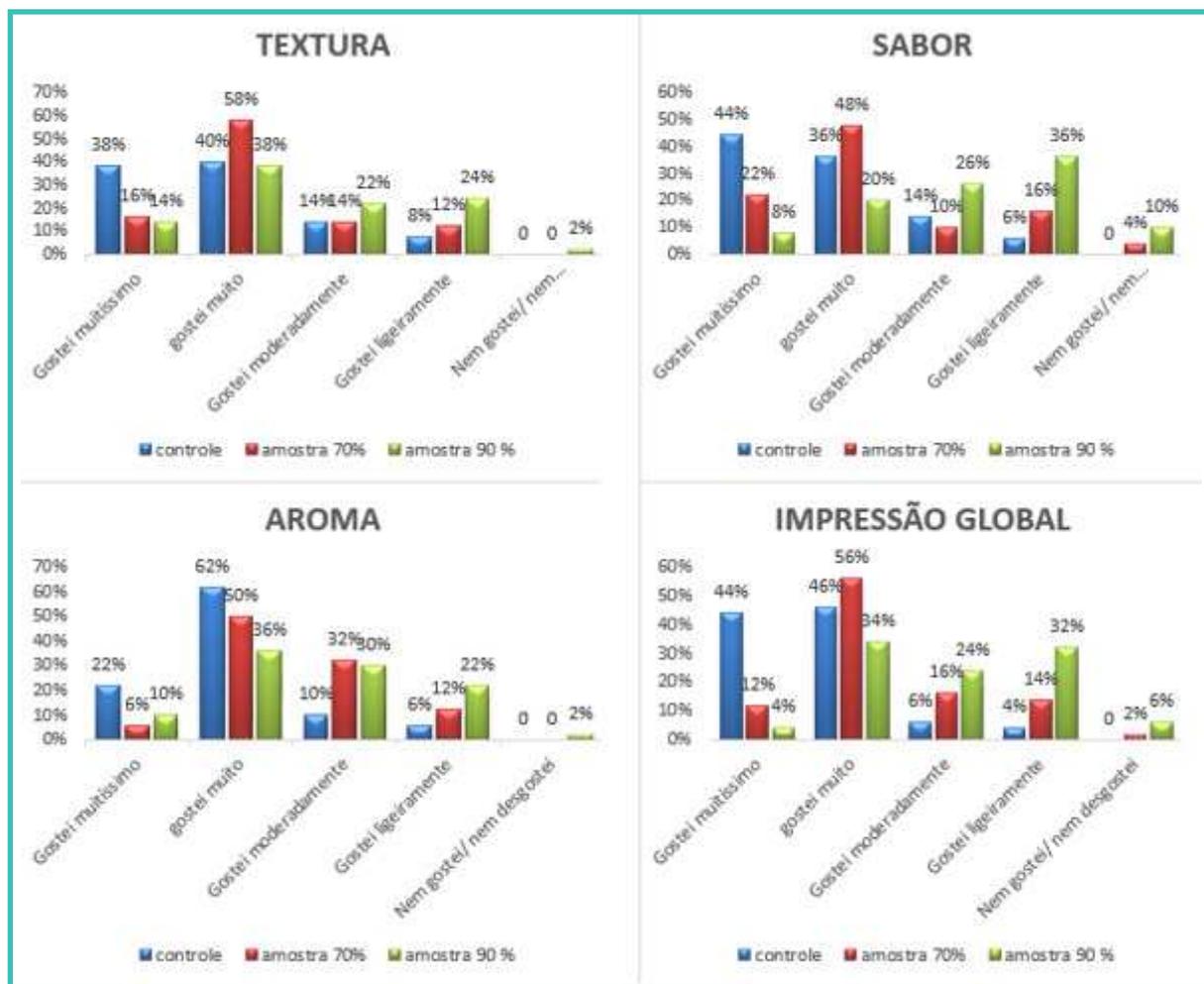
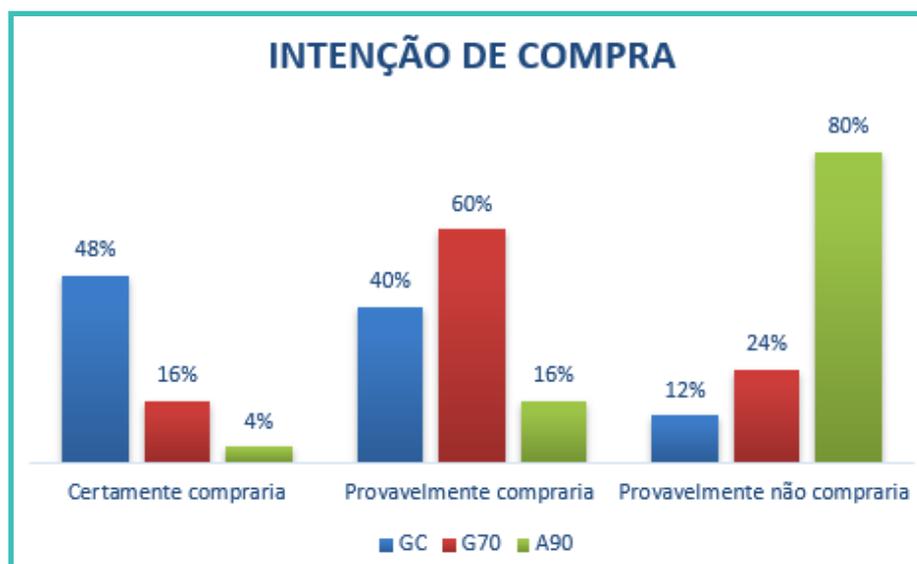


Figura 2. Distribuição percentual das notas de intenção de compra das amostras de geleias acrescidas de suco de bagaço de uva Petrolina, Pernambuco, Brasil, 2018.



“

Minerais essenciais em subprodutos de industriais de Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.)

Leticia **Cardoso**
UNICAMP

Helena Teixeira **Godoy**
UNICAMP

Laura **Gardenal**
UNICAMP

Joyce Grazielle Siqueira **Silva**
UNICAMP

Juliana Azevedo Lima **Pallone**
UNICAMP

José **Teixeira Filho**
UNICAMP

RESUMO

O tomate é um dos vegetais mais consumidos no mundo devido a sua versatilidade. O consumo, *in natura* ou processado, pode colaborar para uma dieta equilibrada, uma vez que contém nutrientes essenciais, como minerais e vitaminas. Os subprodutos (cascas e sementes) podem apresentar teor de nutrientes em maior quantidade que o fruto, podendo ser utilizados como ingredientes em diferentes formulações na indústria de alimentos. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi determinar os teores de minerais em subprodutos de tomate, sementes e cascas. As amostras foram mineralizadas com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio, homogeneizadas e os teores de cálcio, zinco, manganês, potássio, sódio, magnésio, ferro e cobre determinados por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS). O elemento de maior concentração foi o Mg em sementes, variando de $6714,50 \pm 449,4$ a $9203,81 \pm 278,03 \mu\text{g.g}^{-1}$, nas cascas o K foi que apresentou os maiores teores, entre $4014,73 \pm 76,8$ e $1199,77 \pm 17,54 \mu\text{g.g}^{-1}$, para o subproduto o K também está em destaque com concentrações de $8974,75 \pm 770,6$ à $18409,91 \pm 744,1 \mu\text{g.g}^{-1}$. Ao analisarmos a ingestão diária recomendada, as amostras forneceriam valores acima do recomendado para Mn e Mg em todas as amostras, e para sementes também para Cu e Fe. Assim, os subprodutos de tomate, tanto cascas como sementes, são fontes de minerais e poderiam ser utilizados como ingredientes na indústria de alimentos a fim de aumentar o teor de minerais nos alimentos produzidos e contribuir com as necessidades recomendadas diárias.

Palavras-chave: Subprodutos Alimentares; Potássio; Magnésio.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um dos vegetais mais populares no mundo. Dados atualizados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2016) mostraram que a área colhida e a produção global de tomate aumentaram. No ano de 2016, a produção mundial foi de aproximadamente 180 milhões de toneladas, maior produção dos últimos 10 anos (LU et al., 2019). Do processamento de tomate são gerados aproximadamente de 3 a 5% de subprodutos (ZUORRO; FIDALEO; LAVECCHIA, 2011) o que corresponde a cerca de 9,0 milhões de toneladas. Porém, o rendimento de subprodutos pode variar de acordo com diferentes processamentos industriais aplicados, além disso, dados estatísticos sobre a quantidade de subproduto de tomate são difíceis de coletar (SAINI; MOON; KEUM, 2018). O Brasil destaca-se entre os maiores produtores mundiais de tomate; na América Latina é líder de produção de tomates para processamentos industriais, e é considerado o maior consumidor de seus derivados (LU et al., 2019).

Atualmente os subprodutos gerados a partir de tomate são destinados, principalmente, à alimentação animal, porém, as altas demandas da produção, sobretudo nos períodos de maior colheita, geram o acúmulo de resíduos, o que representa um problema econômico e ambiental (POOJARY; PASSAMONTI, 2015a). Esses resíduos contêm compostos nutricionais valiosos, principalmente fibras, proteínas, minerais e compostos antioxidantes (carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C) (SAINI; MOON; KEUM, 2018). Estudos comprovam que a concentração de compostos nutricionais no resíduo é maior do que os na própria polpa ou mesmo no tomate in natura, sendo, portanto, uma importante fonte de nutrientes que podem ser utilizados na produção industrial de alimentos (HERRERA; CÁMARA, 2010).

Dentre os nutrientes encontrados nos tomates, estão os minerais, que podem ser classificados como macro minerais (cálcio, fósforo, magnésio, sódio, potássio), microminerais (ferro, zinco, cobre, selênio) ou como elementos ultra-traço (boro, silício, vanádio) (NOSRATPOUR; JAFARI, 2018). Todos os minerais existem em fontes alimentares específicas; além disso, cada um desempenha funções vitais para a saúde. As principais relatadas do Ca (cálcio) é a manutenção para ossos e dentes saudáveis; o Mg (magnésio) é necessário para a formação de proteínas e contração muscular; K (potássio) realiza o equilíbrio adequado de fluídos e transmissão nervosa; o Na na manutenção adequada do equilíbrio eletrolítico. Já os microminerais, como o Cu (cobre) fazem parte estrutural de muitas enzimas e do metabolismo de proteínas; o Fe (ferro) é necessário formação de hemoglobina; o Mn (manganês) também faz parte de enzimas e da atividade adequada do sistema nervoso, e o Zn (zinco) além de estar presente nas estruturas de enzimas, e necessário para o metabolismo de proteínas e material genético (JAFARI; GHALENOEI; DEHNAD, 2017). Os minerais devem ser consumidos regularmente em uma dieta equilibrada, cada nutriente apresenta uma

ingestão diária recomendada (IDR), preconizada por agências regulamentares (BRASIL, 2005; OMS/FAO 2003).

Mesmo com a diversidade e disponibilidade de alimentos em muitas partes do mundo, muitas pessoas em países de baixa renda sofrem de deficiências minerais; entre as variedades de métodos para controlar a desnutrição mineral, a fortificação é uma estratégia vantajosa e uma solução a longo prazo (NOSRATPOUR; JAFARI, 2018). A Organização Mundial de Saúde (Joint/FAO/WHO, 2005) define a fortificação de alimentos como enriquecimento ou adição de um ou mais nutrientes aos alimentos, mesmo que estejam naturalmente presentes nesse alimento, com o objetivo de prevenir ou corrigir deficiências nutricionais em uma população. Assim, essa é uma alternativa viável a ser investigada em subprodutos de tomate.

Além dos minerais, o potencial bioativo de subprodutos de frutas e vegetais com possíveis aplicações tem recebido cada vez mais destaque (MUNEKATA et al., 2020). O subproduto de melão foi explorado como fonte de minerais, onde potássio, magnésio e cálcio foram encontrados em maiores quantidades (SILVA et al., 2020). Os teores de minerais encontrados em resíduo de *citrus* possuem um potencial uso na alimentação humana contribuindo para o aumento de ingestão de cálcio e ferro principalmente (SILVA et al., 2017). Já a aplicação de subprodutos de tomate ainda é pouco explorada, tendo sido realizada na elaboração de muffins, onde foi observado um aumento nos teores de fibras, atividade antioxidante e conteúdo mineral no produto final (MEHTA et al., 2018).

Uma vez que os subprodutos de tomate podem conter compostos de interesse para a alimentação humana, uma estratégia de utilização de subprodutos de tomate deve ser estudada. Já que os resíduos se acumulam em grandes quantidades durante a época de maturação do tomate, e provocam problemas de grande investimento no descarte correto. Além de apresentar uma alternativa de solução para a questão do descarte dos resíduos, o reaproveitamento desses subprodutos poderia significar uma diminuição dos custos de eliminação apropriada desses resíduos e a oportunidade de renda extra para os produtores e empresas, que utilizariam esses produtos como ingredientes para outras formulações alimentícias (ESTEBAN; LADERO, 2018; SAINI; MOON; KEUM, 2018). Diante disso, o objetivo neste trabalho foi avaliar a composição de minerais em subprodutos de tomate, provenientes do processamento industrial e avaliação do potencial mineral desses produtos em aplicações em formulações alimentícias.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

As amostras de subprodutos de tomate utilizados para o trabalho foram obtidas de duas indústrias brasileiras (1 e 2), uma localizada no Estado de Goiás (1), resultado de dois processamentos (A e B), realizados no mês agosto de 2016, 2017 e 2018, utilizando na sua maioria o tomate de variedade N-901. A segunda indústria (2) localizada no Estado de São Paulo, resultado de três processamentos (A, B e C), realizados no mês de agosto de 2016, 2017 e 2018, onde a variedade H9553 representa o maior volume colhido do tomate. Cada lote de amostra foi homogeneizado, fracionado, congelado e seco em liofilizador (modelo LS3000, Terroni, São Carlos-SP, Brasil). Em seguida as amostras foram moídas e mantidas a -80°C em ultrafreezer (Panasonic, São Paulo, Brasil) até o momento das análises.

Separação de Casca e Semente do Subproduto de Tomate

As amostras fornecidas pelas indústrias foram submetidas ao processo de separação, onde os subprodutos industriais de tomate (R), que é composto por cascas, sementes e pequenas quantidades de polpa, foram fracionados em cascas (C) e sementes (S). Utilizando um sistema separador de sementes e peles de frutos em geral, de acordo com GUMERATO, et. al. (2005) o processo ocorre por decantação das sementes e flotação das cascas. O processo é composto por um reservatório de decantação e flotação (natural ou forçada) interligado à dispositivos de filtragem, possuindo um intensificador e uma bomba capaz de recircular a água propiciando um circuito fechado. As cascas foram separadas através da filtragem e as sementes ficaram no fundo e então foram obtidas.

Mineralização e avaliação de minerais em subprodutos industriais de tomate

Foram avaliados os teores de cálcio (Ca), zinco (Zn), manganês (Mn), potássio (K), sódio (Na), magnésio (Mg), ferro (Fe) e cobre (Cu) no subproduto industrial de tomate (R), e nas frações de cascas (C) e sementes (S), separadamente conforme descrito por Neves et al., (2019). Inicialmente, as amostras foram mineralizadas, assim 0,6 g de cada amostra foi adicionada de 4 mL de ácido nítrico e deixada em repouso durante a noite à temperatura ambiente. Após, aproximadamente 16 horas, os tubos foram colocados em bloco digestor (M242 model – Quimis, Brazil) por 2 horas a 100°C para degradação da matéria orgânica. Após esfriamento, foram adicionados 3 mL de ácido nítrico e 2 mL de peróxido de hidrogênio a 30% e os tubos foram aquecidos a 130°C durante mais 2 h. Ao final do processo e resfriamento dos tubos a temperatura ambiente, os extratos digeridos foram transferidos para balão volumétrico de 25 mL, o volume completado com água ultrapura e o conteúdo filtrado com papel de filtro isento de cinzas (Nalgon). As amostras foram diluídas conforme necessário para se adequar ao intervalo linear para cada mineral. Lantânio (1%) foi adicio-

nado às amostras para determinação de Ca e Mg, para evitar a formação de complexos interferentes. Todas as análises foram feitas em triplicata.

Um espectrômetro de absorção atômica com chama (FAAS) (modelo AAnalyst 200, Perkin Elmer) equipado com lâmpada de deutério, para correção de radiação de fundo, e lâmpada catódica oca foi utilizado para a determinação de Ca (422,67 nm), Zn 174 (213,86 nm), Mn (279,48 nm), K (766,49 nm), Na (589,00 nm), Mg (285,21 nm), Fe (248,33 nm) e Cu (324,75 nm). Foi usada uma chama ar-acetileno a uma taxa de fluxo de 10 L/h de acetileno e 2,5 L/h de ar. A quantificação foi realizada usando curvas analíticas com padrões externos com seis pontos para cada mineral analisado. E os resultados foram expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de cada mineral.

Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA e teste Tukey a 95% de confiança para verificar similaridades entre safras e indústrias. Foi realizada uma análise exploratória por meio de análise de componentes principais (PCA) utilizando-se a plataforma do MatLab R2019a (MathWorks, USA) com PLS-toolbox versão 8.6 (Eigenvector Research Inc, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Teores de Minerais

Para avaliação dos minerais foram obtidas curvas analíticas que foram lineares para todos os minerais avaliados, apresentando valores de R^2 maiores que 0,99. As curvas variaram de 0,5 a 5 mg / L para Ca, 0,05 a 0,5 mg / L para Zn, 0,05 a 0,6 mg / L para Mn, 0,08 a 1 mg / L para Na, 0,1 a 1,50 mg / L para K, 0,025 a 0,25 mg / L para Mg, de 0,25 a 3 mg / L para Fe e 0,04 a 0,6 mg / L para Cu. Os teores de minerais encontrados nas amostras estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de cálcio, zinco, manganês, potássio, sódio, magnésio, ferro e cobre ($\mu\text{g g}^{-1}$) em sementes (S), cascas (C) e subprodutos (R) industriais de tomate.

Amostras	Ca	Zn	Mn	K	Na	Mg	Fe	Cu
Semente								
S1 A	18,04±0,57 ^b	2,63±0,21 ^b	100,08±1,73 ^a	2163,20±41,85 ^b	252,73±8,62 ^a	6714,50±449,4 ^a	214,74±6,99 ^c	11,63±0,37 ^b
S1 B	19,14±0,12 ^b	1,29±0,10 ^a	109,67±2,59 ^a	2228,10±77,1 ^b	254,84±3,75 ^a	7491,95±402,6 ^a	412,91±21,74 ^b	12,39±0,40 ^{bc}
S2 A	28,20±0,81 ^a	2,33±0,13 ^b	109,71±4,02 ^a	3949,93±79,9 ^a	291,08±10,97 ^b	8416,34±245,36 ^b	150,38±3,48 ^a	12,86±0,14 ^c
S2 B	27,34±1,39 ^a	1,63±0,05 ^a	100,00±3,46 ^a	3898,89±133,3 ^a	407,36±16,96 ^c	8506,94±200,5 ^b	143,61±7,48 ^a	10,2±0,12 ^a
S2 C	28,36±1,03 ^a	3,44±0,01 ^c	98,93±7,8 ^a	4106,06±133,1 ^a	292,58±11,40 ^e	9203,81±278,03 ^b	151,92±6,57 ^a	9,74±0,33 ^a

Cascas								
C1 A	6,31±0,21 ^b	19,96±1,13 ^c	39,29±1,83 ^b	1199,77±17,54 ^a	375,65±6,78 ^b	3108,70±65,6 ^a	84,96±2,41 ^{bc}	9,6±0,05 ^b
C1 B	12,31±0,43 ^a	16,86±,56 ^b	57,81±1,94 ^c	4014,73±76,8 ^b	192,68±10,09 ^c	3903,48±187,93 ^c	67,56±0,11 ^a	6,73±0,31 ^c
C2 A	6,12±0,19 ^b	14,55±0,34 ^a	35,18±0,85 ^{ab}	9134,32±236,68 ^c	333,78±13,4 ^a	3571,30±70,78 ^{bc}	94,39±9,4 ^c	3,6±0,05 ^a
C2 B	6,15±0,38 ^B	13,47±0,67 ^a	34,44±2,99 ^{ab}	7875,40±633,92 ^d	307,98±21,91 ^a	3274,47±227,2 ^{ab}	76,01±4,81 ^{ab}	3,47±0,28 ^a
C2 C	5,84±0,01 ^b	14,89±0,23 ^a	33,06±1,27 ^a	6667,41±336,3 ^e	310,84±2,37 ^a	2909,07±7,74 ^a	43,86±1,78 ^d	4,49±0,24 ^a
Subprodutos								
R1 A	11,99±0,39 ^{ab}	3,75±0,20 ^b	64,48±2,1 ^b	8974,75±770,6 ^b	209,81±5,85 ^a	5664,7±152,55 ^a	86,03±1,14 ^b	6,66±0,21 ^c
R1 B	11,44±0,49 ^a	2,62±0,03 ^a	75,01±1,62 ^c	7919,09±346,2 ^b	205,96±3,95 ^a	5909,74±284,63 ^a	82,05±0,81 ^b	7,63±0,04 ^d
R2 A	17,12±0,76 ^d	2,86±0,03 ^a	55,87±1,42 ^a	17529,62±678,4 ^a	295,07±14,67 ^b	5023,78±163,72 ^{bc}	105,97±2,5 ^a	5,71±0,09 ^{ab}
R2 B	12,91±0,37 ^{bc}	1,83±0,03 ^c	55,74±0,41 ^a	18409,91±744,1 ^a	334,38±25,21 ^{bc}	5536,91±13,79 ^{ac}	98,21±6,13 ^a	5,27±0,02 ^a
R2 C	14,06±0,22 ^c	3,96±0,18 ^b	58,75±1,06 ^a	17447,99±1324,2 ^a	353,46±15,03 ^c	4844,46±308,46 ^b	100,35±8,42 ^a	6,36±0,60 ^{bc}

Valores expressos como média ± desvio padrão (n = 3). Médias seguidas pela mesma letra na coluna de cada amostra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 95% de confiança (p>0,05).

S: Sementes; C: Cascas; R: Subprodutos; 1: indústria 1; 2: Indústria 2; A: Safra 2016; B: Safra 2017; C: Safra 2018.

Com base nos valores médios apresentados na tabela, o elemento de maior concentração foi o Mg para as amostras de sementes, com valores variando de 6714,50±449,4 a 9203,81±278,03 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Nas cascas o K foi que apresentou os maiores teores, com valores entre 4014,73±76,8 e 1199,77±17,54 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Para o subproduto o K também está em destaque com concentrações de 8974,75±770,6 à 18409,91±744,1 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Já os minerais que apresentaram menores quantidades nas amostras, foram o Zn nas sementes (1,29±0,10 à 3,44±0,01 $\mu\text{g.g}$). Já os minerais que apresentaram menores quantidades nas amostras, foram o Zn nas sementes (1,29±0,10 à 3,44±0,01 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e no subproduto (1,83±0,03 à 3,96±0,18 $\mu\text{g.g}^{-1}$), já as cascas apresentaram o menor valor de Cu, variando de 9,6±0,05 à 3,66±0,05 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Observa-se na tabela que todas as amostras de sementes possuem quantidades estatisticamente iguais nos valores obtidos de Manganês, as demais análises apresentaram diferenças estatísticas entre as amostras, sendo que a maioria difere entre as indústrias e não entre safras. Essas variações provavelmente se devem ao clima, solo, cultivar e prática agrônômica e industriais distintas.

O perfil das sementes de tomate foi comparado com o perfil das sementes de gergelim e linhaça, as quais apresentaram teores próximos de Cu, aos observados nas sementes de tomate, que foram em média 12 $\mu\text{g.g}^{-1}$, e para semente de gergelim e linhaça os valores são, respectivamente, 15 e 11 $\mu\text{g.g}^{-1}$, de acordo com NEPA, (2011). Já para Ca, Zn, e K os valores encontrados em sementes de gergelim e linhaça são maiores, porém o Mn, Mg e Fe os valores têm concentrações mais elevadas para semente de tomate. No caso do Mg, os valores mais que dobram, a média em sementes de tomate é de 8066,7 $\mu\text{g.g}^{-1}$, já para semente de gergelim e linhaça, os valores são de 3610 e 3470 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (NEPA, 2011). Considerando os valores obtidos, a utilização de subproduto industrial de tomate como fonte de magnésio pode ser uma alternativa para pessoas com pouco acesso a uma variedade de alimentos como leite e produtos lácteos, frutos do mar e nozes, que são as principais

fontes de Mg, para garantir o mineral e a manutenção e o crescimento adequados e para o funcionamento dos nervos e músculos (NOSRATPOUR; JAFARI, 2018).

Os minerais que apresentaram maiores teores nas cascas, comparando com as outras amostras foram o Zn e Na, os valores de Zn encontrados foram de entre $19,96 \pm 1,13$ e $13,47 \pm 0,67 \mu\text{g.g}^{-1}$, que são próximos ao teor encontrado nas cascas de melão $23 \mu\text{g.g}^{-1}$ por Silva et al. (2020). O teor de sódio ($2779 \mu\text{g.g}^{-1}$) e de cálcio ($\mu\text{g.g}^{-1}$) foram maiores em cascas de melão do que em cascas de tomate, já valores relatados de Mg ($1880 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Fe ($37 \mu\text{g.g}^{-1}$) são maiores nas cascas de tomate, com $3321,01 \mu\text{g.g}^{-1}$ para Mg, e $73,37 \mu\text{g.g}^{-1}$ para Fe. O teor de Zn e Mg nas cascas de tomate também recebem destaque quando comparados as cascas de avocado, abacaxi e maracujá, respectivamente os teores de Zn foram ($16, 8$ e $6 \mu\text{g.g}^{-1}$), já para Mg os valores foram de ($469, 1070$ e $1062 \mu\text{g.g}^{-1}$), que estão abaixo da faixa encontrada para cascas de tomate proveniente do processamento industrial, de $3108,70$ a $3903,48 \mu\text{g.g}^{-1}$ (MORAIS et al., 2014).

O teor de minerais encontrado no subprodutos teve o maior conteúdo de potássio, comparando com as demais amostras, esses valores também são elevados no tomate in natura ($2220 \mu\text{g.g}^{-1}$) e no extrato de tomate ($6800 \mu\text{g.g}^{-1}$). Quando comparamos os demais minerais observamos que no tomate in natura e no extrato os valores são maiores para Ca (respectivamente, 70 e $290 \mu\text{g.g}^{-1}$), o valores de Zn encontrado (média de $2,90 \mu\text{g.g}^{-1}$) está próximo ao do extrato ($4 \mu\text{g.g}^{-1}$) e inferior de tomate in natura ($1 \mu\text{g.g}^{-1}$). Porém, para os demais elementos encontrados no tomate e no extrato os valores obtidos para o subproduto foram maior para Mg (110 e $290 \mu\text{g.g}^{-1}$), Fe (2 e $21 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Cu ($0,4$ e $2 \mu\text{g.g}^{-1}$) (NEPA, 2011).

Mehta et al. (2018) analisou em subprodutos de tomate caseiros, o teor de Ca, Fe, Na, Mg, K. O teor encontrado foi menor para Mg ($2686,9 \pm 1,4 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Fe ($29,2 \pm 0,14 \mu\text{g.g}^{-1}$), semelhantes para Sódio ($210,3 \pm 12 \mu\text{g.g}^{-1}$), e maior para Ca ($14,64 \pm 0,3 \mu\text{g.g}^{-1}$) que os encontrados no presente estudo, como pode ser observado na Tabela 1. Ao utilizarem esse material na elaboração de muffins foi observado no conteúdo mineral no produto final.

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) é regulamentada mundialmente pela Organização Alimentar e Agrícola – FAO (FAO, 2005) e no Brasil pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2005), que estabelece que para adultos a IDR de cálcio é de 1000 mg, 7 mg de zinco, $2,3$ mg de manganês, 260 mg de magnésio, 14 mg de ferro, e $900 \mu\text{g}$ de magnésio. Sendo assim, considerando as médias obtidas para os minerais essenciais em subprodutos industriais de tomate, a porção de 100g de amostra, valor preconizada pela TACO (NEPA, 2011), forneceria valores acima do recomendado para Mn e Mg em todas as amostras, sendo os valores considerados acima da IDR para os minerais Cu e Fe.

De acordo com a Portaria nº27 (BRASIL, 1998), a alegação nutricional “fonte de um mineral” em um alimento só pode ser atribuída quando o alimento tiver no mínimo 15% da

DR de referência por 100g de amostra. Assim todas as amostras de subproduto de tomate podem ser consideradas fonte de Mn, Mg, Cu e Fe. Além disso, a fração das cascas também tem o adicional de ser fonte de zinco, com valores acima de 25% da IDR.

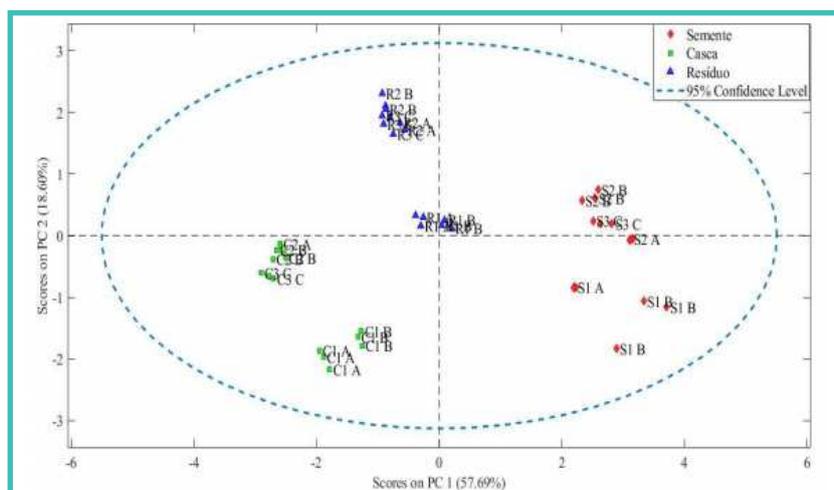
O teor de zinco para cascas e o subproduto foi abaixo de 15% e não podem ser considerados fonte desses minerais. O cálcio foi o mineral que obteve os menores valores nas amostras, quando comparado com a IDR, o valor diário atingido em média seria de 2%, sendo assim as amostras não podem ser consideradas uma fonte desse mineral. Em relação ao Na e K a recomendação diária da OMS para o consumo máximo é 2.000 mg para Na e 4700mg para K (WHO, 2005), nas presentes amostras os valores estão dentro do que é preconizado, apesar de apresentar valores significativos estão dentro da IDR com baixas porcentagens de valor diário atingido.

Análise de componentes principais (PCA)

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para determinar as principais variáveis responsáveis pela diferenciação do teor de minerais essenciais nas amostras de sementes, cascas e subprodutos, para se observar melhor os dados obtidos e verificar a existência da relação entre a composição dos minerais, amostras e possíveis agrupamentos. Para a construção foram utilizados oito minerais Ca, Zn, Mn, K, Na, Mg, Fe e Cu e 15 amostras. Uma matriz composta por 15 amostras x 8 variáveis foi criada, e como os valores apresentam magnitudes distintas, os dados foram autoescalados para que as variáveis tivessem a mesma importância.

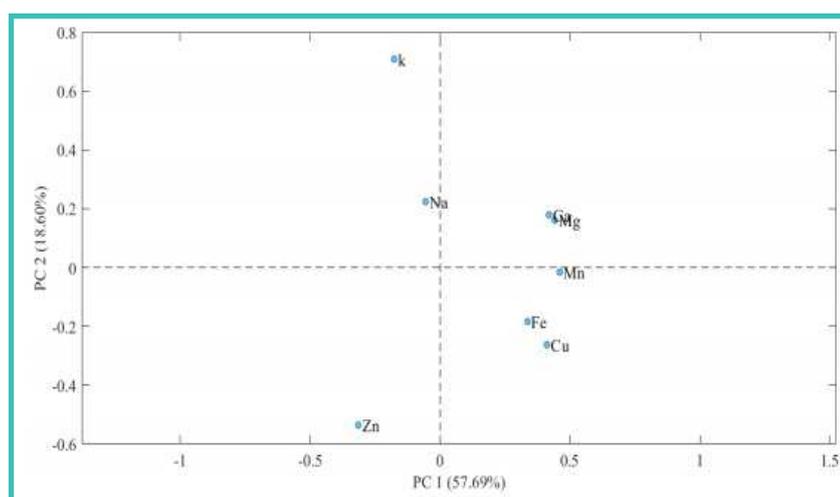
Os gráficos de scores (Figura 1) mostra a classificação das amostras conforme a formação de grupos. Os subprodutos, representados na cor azul, estão separados das cascas, cor vermelha, e das sementes, cor verde. As duas primeiras componentes principais do modelo (PC1 e PC2) explicaram 76,29 da variação total. O gráfico de escores Figura 1, mostrou que a PC1 (57,69%) foi responsável pela formação de dois grupos, consistente com a discriminação de casca/subproduto e semente, e a PC2 (18,06%) contribuiu para a melhor separação dos grupos casca e subproduto. Na Figura 1, também é possível observar algumas a formação de dois grupos nas amostras de subprodutos e de cascas, formados pela indústria 1 e a 2, porém as distinções entre as safras são pequenas. Ao observar os agrupamentos das sementes houve uma maior variação, e não foi formado grupos dentro das análises de sementes. Essas variações também podem ser observadas na tabela 1.

Figura 1. Análise de Componentes Principais para avaliação de minerais essenciais 307 gráficos de scores, para as amostras de subprodutos industriais de tomate. As amostras de subprodutos de tomate sem a separação das frações estão representadas por azul R1A; R1B; R2A, R2B, R2C. Amostras de cascas estão representadas em verde C1A, C1B, C2A, C2B e C2C. Amostras de sementes estão representadas por vermelho S1A, S1B, S2A, S2B e S2C.



Ao analisar a Figura 2, gráfico de *loadings*, temos a importância de cada mineral para a diferenciação do perfil desses nutrientes. Com os *loadings* observar que os minerais K e Na foram importantes para discriminar os subprodutos; o Zn que foi o elemento com maior valor para cascas foi utilizado para discriminá-las; enquanto as sementes foram separadas pelos demais compostos Ca, Fe, Mn, Mg e Cu. O que está de acordo com as informações obtidas na Tabela 1, onde K e Na foram os minerais com maior concentração no subproduto, Zn o de maior concentração nas cascas e Ca, Fe, Mn, Mg e Cu com maior predominância nas sementes.

Figura 2. Gráfico de *loadings* (variáveis) e a variância explicada em amostras de subprodutos, cascas e sementes de tomate.



Portanto, o PCA demonstrou que com as diferenças no perfil dos minerais essenciais foi possível realizar uma discriminação segura das amostras em 3 grupos distintos: subprodutos, cascas e sementes. Em geral, observou-se uma tendência em se separar as amostras das diferentes indústrias (relacionadas aos números de amostras identificadas como 1, 2 e 3).

Isso pode estar relacionado a composição dos frutos utilizados pela empresa 1 em decorrência das empresas 2 e 3. Porém, apesar disso, os agrupamentos entre cascas, sementes e subprodutos é mais acentuado que as diferenças entre amostras de diferentes empresas.

CONCLUSÃO

Os subprodutos industriais de tomate, sementes e cascas apresentaram na sua composição todos os minerais essenciais investigados. Assim esses produtos têm potencial para serem utilizadas como novos ingredientes na indústria de alimentos ou pela sociedade, contribuindo para as necessidades diárias de minerais essenciais, colaborando para o enriquecimento de produtos, diminuição das carências nutricionais e possivelmente do efeito de fome oculta em alimentos processados.

A utilização da análise exploratória dos dados (PCA) para avaliar o teor de minerais permitiu a discriminação das amostras em subprodutos, cascas e sementes. Foi possível verificar que mesmo com variações na concentração de minerais entre as safras e indústrias foi possível observar uma clara separação entre os três tipos de amostras avaliadas.

Considerando-se os teores de minerais encontrados os subprodutos industriais de tomate são alternativas viáveis para uso como ingredientes em produtos alimentares, a fim de agregar valor nutricional a outros alimentos. Além disso, o uso de subprodutos alimentares para projetar e desenvolver produtos inovadores com valor agregado é importante para a sustentabilidade e o meio ambiente, sendo uma solução para reduzir perdas de alimentos, desperdícios e impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. 2005. Acessado: 08.07.2020, disponível em: <<https://bit.ly/2ZbPoEf>>.

ESTEBAN, J.; LADERO, M. Food waste as a source of value-added chemicals and materials: a biorefinery perspective. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 53, n. 5, p. 1095–1108, 2018.

GUMERATO, H.F.; VITALI, A.A; SCHIMIDT; F.L.; Equipamento Separador de Sementes e Peles de Frutos em geral e Processo de Separação de Sementes e Peles de Frutos em Geral. GUMERATO, H.F.; VITALI, A.A; SCHIMIDT; F.L. Vilage Marcas & Patentes S/C Ltda P.I 0400613-5 A, publicada 13.09.2005.

HERRERA, P. G.; CÁMARA, M. Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 11, n. 4, p. 707–711, 2010.

JAFARI, S. M.; GHALENOEI, M. G.; DEHNAD, D. Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. *Powder Technology*, v.

311, p. 59–65, 2017.

LU, Z. et al. Sustainable valorisation of tomato pomace: A comprehensive review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 86, n. February, p. 172–187, 2019.

MEHTA, D. et al. Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: improvement in physicochemical properties and shelf life stability. *Journal of Food Science and Technology*, v. 55, n. 7, p. 2560–2568, 2018.

MORAIS, L. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, v. 143, p. 398–404, 2014.

MUNEKATA, P. E. S. et al. Development of new food and pharmaceutical products: Nutraceuticals and food additives. *Advances in Food and Nutrition Research*, v. 92, p. 53–96, 2020.

NEPA/UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) Campinas, São Paulo: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas, 2011.

NEVES, D. A. et al. Chemical and nutritional characterization of raw and hydrothermal processed jambu (*Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen). *Food Research International*, 388 v. 116, n. August 2018, p. 1144–1152, 2019.

NOSRATPOUR, M.; JAFARI, S. M. Bioavailability of minerals (Ca, Mg, Zn, K, Mn, Se) in food products. [s.l.] Elsevier, 2018. v. 1 POOJARY, M. M.; PASSAMONTI, P. Extraction of lycopene from tomato processing waste: Kinetics and modelling. *Food Chemistry*, v. 173, p. 943–950, 2015b.

POOJARY, M. M.; PASSAMONTI, P. Optimization of extraction of high purity all-trans-lycopene from tomato pulp waste. *Food Chemistry*, v. 188, p. 84–91, 2015a.

SAINI, R. K.; MOON, S. H.; KEUM, Y. An updated review on use of tomato pomace and crustacean processing waste to recover commercially vital carotenoids. *Food Research International journal*, v. 108, n. March, p. 516–529, 2018.

SILVA, J. G. S. et al. Optimization and Validation of a Simple Method for Mineral Potential Evaluation in Citrus Residue. *Food Analytical Methods*, v. 10, n. 6, p. 1899–1908, 2017.

SILVA, M. A. et al. Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods? *Trends in Food Science and Technology*, v. 98, n. July 2018, p. 181–189, 2020.

World Health Organization/ Food and Agricultural Organization of the United Nations (WHO/FAO) (2003). Joint WHO/FAO Expert Consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases § 160. Geneva: WHO World Health Organization/ Food and Agricultural Organization of the United Nations Joint FAO & WHO, 2005. Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition.

World Health Organization/ Food and Agricultural Organization of the United Nations FAOSTAT (2016). <http://www.fao.org/faostat/zh/#search/tomato>, acessado em: 11.07.2020.

ZUORRO, A.; FIDALEO, M.; LAVECCHIA, R. Enzyme-assisted extraction of lycopene from tomato processing waste. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 49, n. 6–7, p. 567–573, 2011.

“

Modelo preditivo da vida útil dinâmica de morangos *in natura*

Cíntia Carla Melgaço de **Oliveira**

UNICAMP

Adriana Silva **Caldas**

UNICAMP

Davi Rocha Bernardes de **Oliveira**

UNICAMP

Vivaldo **Silveira Júnior**

UNICAMP

RESUMO

A perda de água é um fator importante que afeta as principais características de qualidade de morangos *in natura*, tais como massa, brilho, aspecto e textura. A quantificação da perda de água a diferentes condições ambientes de exposição é necessária para estimar a taxa de perda de massa e assim otimizar a cadeia do frio do produto, manter sua qualidade, agregar valor econômico e apreciação pelo consumidor. Este estudo desenvolveu um modelo preditivo para quantificar a taxa de perda de massa de morangos *in natura*. Os ambientes controlados de temperatura e umidade relativa utilizados para armazenar os frutos foram definidos a partir de um Planejamento Fatorial Completo do tipo 2², incluindo 4 pontos axiais e 3 pontos centrais, acrescentado de um ensaio operando em condições ideais de estocagem para obtenção do modelo semi-empírico preditivo, totalizando 12 ensaios. A perda de massa foi medida em intervalos de aproximadamente 24 h, por até 39 dias, e um modelo preditivo foi ajustado aos dados por meio de regressão não linear. O modelo foi validado por comparação entre as perdas de massa preditas e aquelas oriundas de armazenamentos dos morangos em refrigerador convencional. Os testes comprovaram a habilidade preditiva do modelo, o qual descreveu adequadamente a perda de massa de morangos *in natura* nas faixas de temperatura e umidade relativa estudadas e validadas. Assim, observa-se a forte influência e a importância do controle da umidade relativa e da temperatura de exposição dos frutos na manutenção da qualidade para a maximização de prazos de validade.

Palavras-chave: Morango; Condições ambientes; Modelo Preditivo; Vida útil dinâmica; Qualidade pós colheita.

INTRODUÇÃO

O morangueiro pertence à família das Rosáceas (FILGUEIRA, 2003), ao gênero *Fragaria*, sob denominação botânica atualmente aceita como: *Fragaria x ananassa* Duch (GROPPO & NETO, 1991). É produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (OLIVEIRA, NINO & SCIVITTARO, 2005). O contínuo metabolismo ativo e atividades fisiológicas elevadas após a colheita levam à redução dos períodos de senescência e maturação (MULEY; SINGHAL, 2020), onde os morangos tendem a perder água devido ao processo de transpiração/transferência de massa, oriundo do processo de respiração e da água livre disponível no fruto (MAHAJAN *et al.*, 2014).

A respiração corresponde às reações oxidativas de compostos orgânicos presentes nas células (amido, açúcares e ácidos orgânicos) transformando em moléculas mais simples como dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Concomitantemente, há a produção de energia e outras moléculas, a qual poderá ser utilizada pela célula para reações de síntese (KADER, 1992). Devido ao calor gerado nesse processo, os produtos frescos embalados (JALALI *et al.*, 2019), bem como os produtos que não foram resfriados, estão sujeitos a continuarem a perder água de forma mais intensa para a atmosfera devido a transpiração/transferência de massa.

Embora as reações metabólicas e atividades fisiológicas do fruto contribuam para a formação e disponibilização de água, são a velocidade, a umidade relativa e a temperatura do ar circundante ao fruto os fatores responsáveis para promover a transferência de massa, e acarretar maior quantidade de água perdida. Isto é, a taxa de perda de água se intensifica com a diminuição da umidade relativa e aumentos da velocidade e temperatura do ar, pois levam ao aumento do gradiente de pressão parcial de vapor de água entre os meios (superfície do fruto e o ar ambiente que o envolve), intensificando a força motriz que desencadeia a ocorrência da transferência de massa. Nesse processo, ocorre a difusão da água através dos espaços intercelulares até a superfície do produto seguida da vaporização dessa água na superfície e transferência de massa convectiva para a atmosfera. Dessa forma, é indispensável o controle da temperatura e umidade relativa do ar a fim de evitar não só a perda de água como também a formação de condensação de umidade na superfície do produto e/ou material de embalagem, facilitando o crescimento acelerado de microrganismos patogênicos.

A perda de água resulta em perda de massa direta, enrugamento, redução do brilho, diminuição da rigidez e turgescência dos frutos (BOVI *et al.*, 2016). Devido a estes fatores, o aspecto de qualidade dos morangos, prazo de validade, rentabilidade e apelo do consumidor diminuem. Portanto, para maximizar sua conservação pós-colheita, manutenção de boas características de qualidades físicas e químicas e, conseqüentemente o sucesso na comercialização, os frutos devem ser prontamente pré-resfriados após a colheita e mantidos sob armazenamento refrigerado, controlando-se com precisão fatores extrínsecos como temperatura

(T) e umidade relativa (UR) do ar. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), as condições de T e UR recomendadas para o armazenamento comercial do morango são de 0 °C e 90-95%, respectivamente, para um período de conservação de 5 a 7 dias até 5% de perda de água.

Como a vida útil do alimento não pode ser medida diretamente, visto que está vinculada às antecedentes e futuras condições ambientais do meio, pode-se pensar em predições por modelos matemáticos que a caracterizem e calculem o efeito do tempo de exposição do produto a diferentes condições de T e UR ou outras influências. Em publicações anteriores, vários modelos foram propostos para estimar a taxa de transpiração/perda de massa de frutos. O método mais comum para medi-la tem sido o de pesar os frutos periodicamente, enquanto são expostos a uma dada T e UR (GALLAGHER et al., 2013). Mahajan; Oliveira; Macedo (2008) desenvolveram um modelo matemático para a taxa de transpiração/perda de água em cogumelos, para compreender sua evolução em função da T e da UR do ar. Song et al. (2001, 2002) desenvolveram um modelo respiração/transpiração/perda de água para *blueberries* com aplicação simultânea de princípios de transferência de calor e massa. Tijssens et al. (2010) estudaram o fenômeno da perda de água em melões, ameixas e tangerinas por um modelo baseado em uma reação de equilíbrio químico de primeira ordem como aproximação para o processo difusivo da transpiração. Todavia, as condições ambientes de exposição investigadas não contemplaram os cenários de comercialização encontrados, que normalmente submetem o produto a condições diferenciadas de T e UR e influenciam fortemente na aceleração da perda de qualidade dos frutos.

Neste cenário, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e validar um modelo preditivo semi-empírico para estimar a vida útil dinâmica de morangos *in natura*, mostrando a influência da T e UR em que normalmente o produto é exposto durante a comercialização, na perda de massa e redução da qualidade global do fruto.

MATERIAL E MÉTODOS

Morangos *in natura*

Morangos *in natura* das variedades San Andreas e Albion (Figura 1) foram colhidos em estágio de maturação comercial de um produtor local. Os pseudofrutos colhidos foram selecionados e embalados em cumbucas perfuradas de tereftalato de polietileno (PET) (125x95x78,5 mm) com peso nominal de 250 g. Estas unidades foram armazenadas em ambientes refrigerados e transportadas logo após a colheita ao Laboratório de Controle e Automação de Processos em Alimentos (LACPA) na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) para monitoramento das condições de estocagem.

Figura 1. Morangos in natura em estágio de maturação comercial das variedades (a) San Andreas e (b) Albion.



Planejamento Experimental

O número de experimentos necessários à obtenção do modelo preditivo semi-empírico foi definido pela aplicação de um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), a partir de um Planejamento Fatorial Completo do tipo 2^2 , incluindo 4 pontos axiais e 3 pontos centrais. Além dos ensaios propostos pelo delineamento, foi acrescentada uma rodada experimental com o sistema de acondicionamento dos frutos operando nas condições ditas ideais de estocagem para morangos, totalizando efetivamente 12 ensaios. As variáveis independentes avaliadas foram a temperatura e a umidade relativa do ar no interior dos sistemas de acondicionamento, obtendo-se como variável resposta a perda de massa dos frutos.

Na Tabela 1, é apresentada a matriz do delineamento experimental, indicando para cada ensaio, de forma codificada e real, as intensidades de temperatura e umidade relativa do ar as quais, a princípio, os frutos seriam armazenados (pretendidas). Contudo, na prática, houve a necessidade de alteração de determinadas condições a fim de viabilizar a realização dos experimentos. Em alguns ensaios (em destaque na Tabela 1), foi-se necessária a redução da umidade relativa do ar interno para evitar condensação/acúmulo de água nas superfícies das embalagens, enquanto em outros recorreu-se ao aumento da temperatura do ar para evitar o congelamento dos frutos.

Tabela 1. Matriz de Ensaios do Delineamento Composto Central Rotacional para cada variedade de morango avaliada

Ensaios	Variáveis independentes codificadas		Variáveis independentes pretendidas		Variáveis independentes aplicadas	
	T [°C]	UR [%]	T [°C]	UR [%]	T [°C]	UR [%]
01	-1	-1	4	33	4	33
02	+1	-1	26	33	26	33
03	-1	+1	4	85	4	85
04	+1	+1	26	85	26	75*
05	-1,41	0	0	59	1*	59
06	+1,41	0	30	59	30	59
07	0	-1,41	15	23	15	23
08	0	+1,41	15	95	15	85*
09	0	0	15	59	15	59
10	0	0	15	59	15	59
11	0	0	15	59	15	59
12	-	-	0	95	1*	85*

*variáveis alteradas para viabilização da realização dos ensaios.

A escolha das condições ambientes de armazenamento e estocagem das variedades de morangos, apresentadas na Tabela 1, foi realizada a partir das melhores (0 °C e 95% UR) e piores (30 °C e 23% UR) condições de armazenamento de morangos in natura, determinadas em estudos prévios. Assim, o delineamento experimental foi realizado avaliando-se as condições de estocagem de morangos em faixas de temperatura e umidade relativa variando entre 0 e 30 °C e 23 e 95%, respectivamente.

Procedimento Experimental

Todo o procedimento experimental foi realizado em quadruplicata e aplicado a ambas variedades de morangos. As embalagens contendo os morangos tiveram suas massas iniciais determinadas em balança semi-analítica (AM5500, Marte Balanças e Aparelhos de Precisão, Brasil), com precisão de 0,01 g e, em seguida, foram armazenadas nos doze ambientes de estocagem a temperatura e umidade relativa ajustadas, conforme as condições apresentadas na Tabela 1.

Os ambientes de estocagem dos frutos consistiam de refrigeradores convencionais previamente adaptados (BVR28MBBNA, Brastemp, Brasil). Todos refrigeradores foram instrumentados com controladores (termostatos eletrônicos) previamente ajustados (N323TR, Novus Produtos Eletrônicos Ltda., Brasil), e com termorresistências Pt100 (CRZ-2005, Novus Produtos Eletrônicos Ltda., Brasil) para monitoramento da temperatura. Transmissores de umidade relativa e temperatura do ar (RHT-WM, Novus Produtos Eletrônicos Ltda., Brasil) também foram utilizados para monitoramento da UR do ar interno.

De acordo com a condição ambiente de exposição pré-definida no DCCR, foram acoplados aos refrigeradores umidificadores ultrassônicos analógicos (NUA-02, Mundial, Brasil) acionados por umidostatos eletrônicos, a fim de se garantir a inserção e circulação de partículas suspensas de água no ambiente, assegurando o grau de umidade relativa pré-determinado pelo planejamento experimental. Quando necessário, para a redução da umidade do ar, bolsas de sílica gel (adsorvente) foram inseridas no interior de cada refrigerador, com a devida reposição periódica, conforme o grau de saturação observado.

Para especificação dos set-points, aquisição das variáveis de processos, leitura e registro dos valores medidos pelos sensores, utilizou-se um aquisitor/registrador eletrônico de dados (FieldLogger, Novus produtos Eletrônicos Ltda., Brasil), que armazenava as informações adquiridas em sua memória interna para posterior análise, conforme intervalo de tempo de amostragem configurado de 1 minuto.

A evolução da perda de massa dos frutos de morango das variedades San Andreas e Albion foram determinadas a partir de medições das massas das amostras em intervalos de tempo de aproximadamente 24 horas. As diferenças entre a massa inicial das amostras

e a massa perdida acumulada ao longo do tempo de estocagem foram utilizadas para determinação das taxas de perda de massa e estimativa dos parâmetros do modelo preditivo.

Estimativa dos parâmetros do modelo de taxa de transpiração/perda de água

A taxa de transferência de vapor de água de uma fruta é proporcional à diferença entre a pressão de vapor de água na sua superfície e a pressão parcial de vapor da água no ar circundante. Esta pode ser relacionada com a lei de Fick da difusão (BEN-YEHOSHUA, 1987), e medida em termos de perda de massa ao longo do tempo, sendo conhecida como taxa de transpiração/perda de água do fruto.

A taxa de transpiração/perda de água (TT) de morangos pode ser calculada a partir da alteração da massa dos frutos durante o período de armazenamento, de acordo com a Eq. (1) (GALLAGHER *et al.*, 2013). Observa-se que se trata de um modelo cinético de ordem zero, $\frac{dM}{dt} = TT \cdot M^n$ com $n = 0$, para uma taxa de perda de massa constante, considerando a superfície do fruto sempre saturada.

$$TT = \frac{M_0 - M_{(t)}}{t_{(t)} \cdot \left(\frac{M_0}{1000}\right)} \quad (1)$$

onde TT é a taxa específica de transpiração/perda de água ($\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$); M_0 é a massa inicial do morango (g); $t_{(t)}$ é o tempo de exposição do morango às condições ambientes do ar (h); e $M_{(t)}$ é a massa do morango (g) no tempo $t_{(t)}$.

A taxa de transpiração/perda de água de um fruto também pode ser expressa como função das condições ambientes as quais estes estão expostos. A Eq. (2), desenvolvida por MAHAJAN *et al.* (2008), apresenta um modelo da taxa de transpiração/perda de água de frutos como uma função da temperatura e atividades de água do fruto e ambiente.

$$TT = K_t \cdot (a_{wi} - a_{w(t)}) \cdot (1 - e^{-b \cdot T(t)}) \quad (2)$$

onde K_t é o coeficiente integrado de transferência de massa ($\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$); a_{wi} é a atividade de água média do morango, que possui um valor aproximado de $0,984 \pm 0,0027$ de acordo com SOUSA-GALLAGHER *et al.* (2013); $a_{w(t)}$ é a atividade de água do ambiente ($UR_{(t)}/100$); $T_{(t)}$ é a temperatura do ar e equivalente a temperatura do fruto ($^{\circ}\text{C}$); e b é uma constante de correlação estimada ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Para um dado intervalo de tempo de armazenamento dos frutos recém colhidos, e em condições ambientes nas quais a taxa de perda de massa pode ser considerada constante, as Eq. (1) e (2) podem ser combinadas, resultando na Eq. (3). Esta representa o modelo preditivo semi-empírico para estimativa da massa final de morangos armazenados por pe-

ríodos de tempo definidos, e em condições ambientes com temperatura e umidade relativa conhecidas (SOUSA-GALLAGHER *et al.*, 2013).

$$M_{(i)} = M_0 - \sum_0^{i=n} K_t \cdot (a_{wi} - a_{w(i)}) \cdot (1 - e^{-b \cdot T(i)}) \cdot t_{(i)} \cdot \frac{M_0}{1000} \quad (3)$$

Validação do modelo preditivo

A validação do modelo semi-empírico gerado se deu pela comparação dos dados de perda de massa estimados com os obtidos pelo acondicionamento de morangos das variedades San Andreas e Albion em um refrigerador doméstico convencional, submetido à flutuação de temperatura e umidade relativa. Os frutos permaneceram acondicionados por um intervalo de tempo de 20 dias, com a monitoração das condições de conservação variáveis (T e UR) e as respectivas perdas de massa dos frutos.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ambiente interno do refrigerador foram registradas em intervalos de um minuto e as perdas de massa das embalagens experimentais foram determinadas através da medição da massa dos frutos a cada 24 horas. Para a validação do modelo, os valores das massas dos morangos foram estimados ao longo do período dos 20 dias e foram comparados com os valores obtidos experimentalmente.

Análise estatística

Para determinação do modelo preditivo, todos os dados experimentais de Temperatura e UR do ar, tempo e massa do produto residente, obtidos no DCCR foram ajustados simultaneamente por regressão não linear, utilizando-se o software Statistica (Statistica 7.0, Statsoft, Tulsa, Oklahoma, EUA). Os parâmetros K_t e b pelo ajuste para as variedades San Andreas e Albion foram comparados entre si por meio de teste de Tukey a 5% de significância.

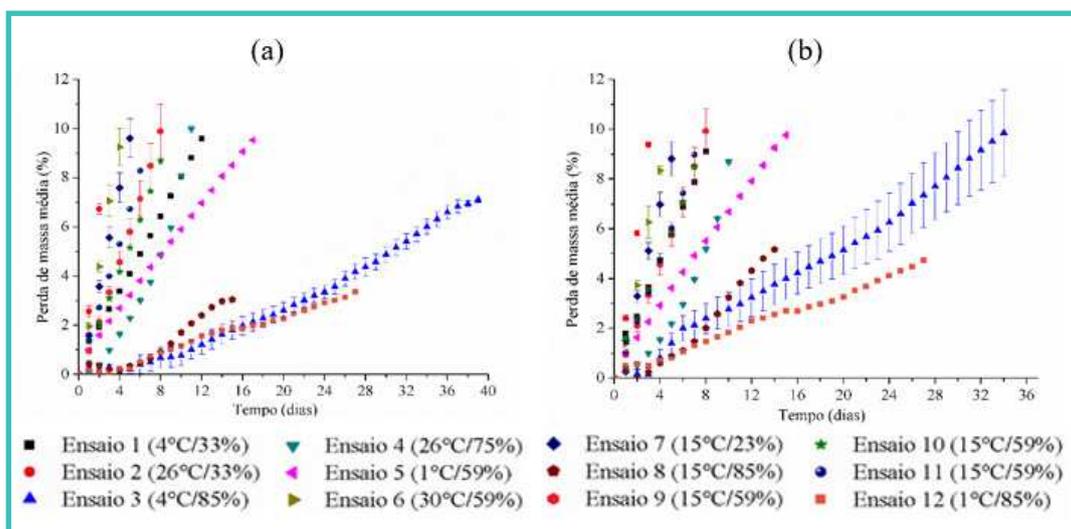
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxa de transpiração/perda de massa dos morangos in natura

Os morangos das variedades San Andreas e Albion tiveram perda de massa em todas as condições avaliadas durante o período de armazenamento dos frutos. Na Figura 2, é apresentada a perda de massa média das quadruplicatas dos frutos durante o armazenamento, onde o comportamento da perda foi diferenciado para cada condição. Condições mais extremas de acondicionamento, como altas temperaturas e baixas umidades relativas, resultaram em perdas de água bem mais acentuadas quando comparadas a condições mais

brandas, com baixas temperaturas e altas umidades relativas.

Figura 2. Perda de massa média dos morangos das variedades (a) San Andreas e (b) Albion ao longo do período de armazenamento a diferentes condições de temperatura e umidade relativa.



Em relação a taxa de perda de massa, os morangos acondicionados a condições de baixas temperaturas ($< 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) tiveram as menores taxas de perda de massa, que permaneceram praticamente constante por até 40 dias de armazenamento. Por outro lado, os morangos de ambas as variedades, quando acondicionados a condições de maiores temperaturas, apresentaram variações na taxa de perda de massa, especialmente quando a perda de massa total do fruto superou 10% de sua massa inicial (dados não apresentados). Assim, quando o fruto atingiu essa porcentagem de perda, o experimento foi findado para garantir que a taxa de transferência até o referido ponto fosse constante em relação ao tempo de armazenamento permitindo-se, assim, a utilização da Eq. (3) para desenvolvimento do modelo preditivo.

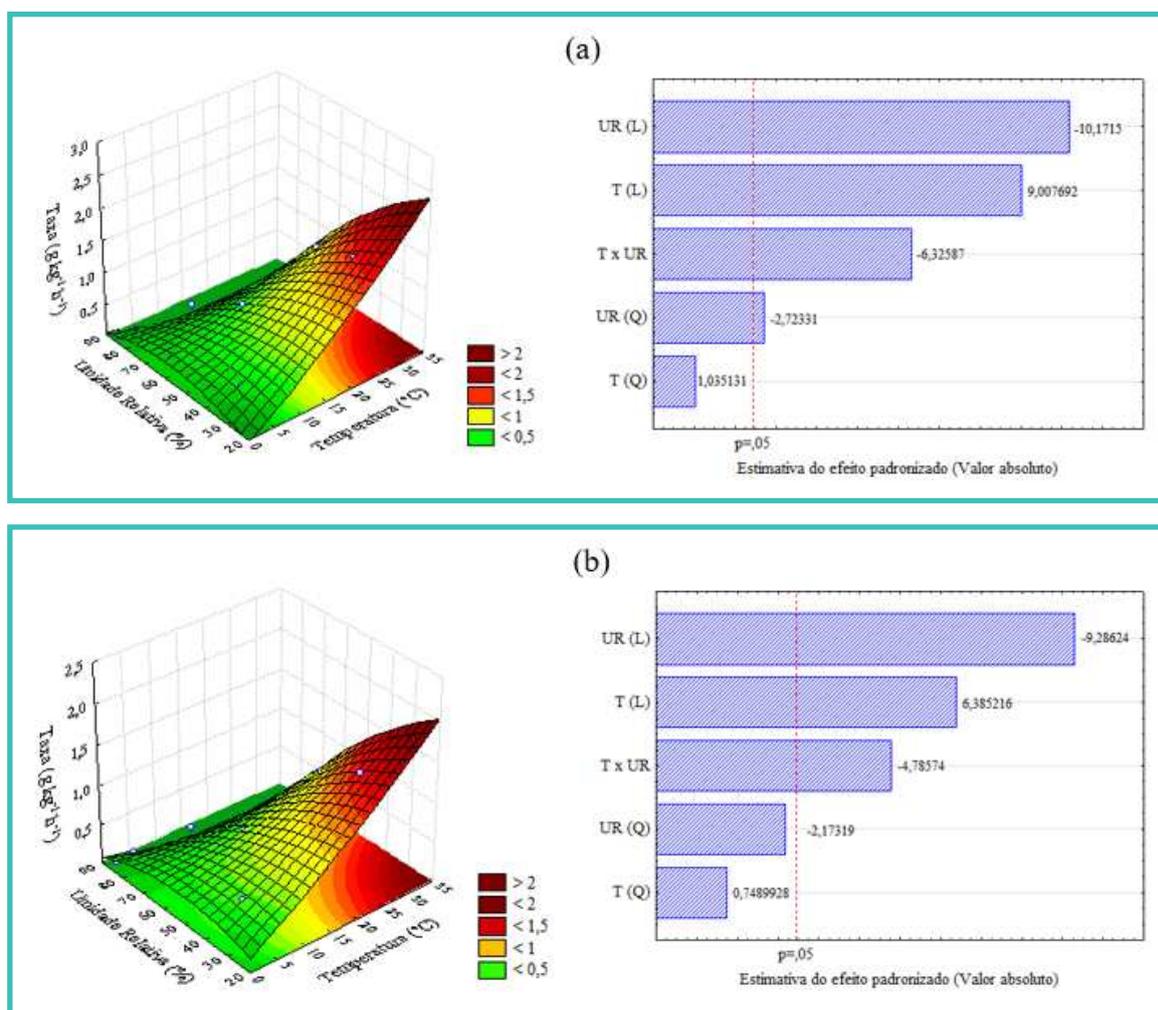
As taxas de perda de massa (TT) observadas para os morangos, embora constantes ao longo do tempo, diferenciaram consideravelmente em relação às condições de armazenamento. Os valores de TT variaram entre 0,05 e 1,54 $\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ para a variedade San Andreas e entre 0,08 e 1,39 $\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ para a variedade Albion. Sousa-Gallagher *et al.* (2013) encontraram uma faixa menor de taxas de transpiração/perda de água para morangos acondicionados sob atmosferas modificadas (0,24 e 1,16 $\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$). Entretanto, as faixas de temperatura e umidade aqui avaliadas foram muito mais amplas, o que explicaria a diferença nos valores encontrados entre os trabalhos.

Em relação a outros produtos perecíveis, Mahajan *et al.* (2008) reportam valores ainda maiores para cogumelos frescos, com as taxas de transpiração/perda de água variando entre 0,29 e 5,2 $\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Essa diferença poderia ser justificada pela ocorrência de diferentes tipos e intensidades das atividades fisiológicas diretamente ligadas às funções naturais de cada produto. Os cogumelos apresentam uma estrutura muito menos densa, além de maiores

taxas de respiração quando comparados a morangos (Sousa-Gallagher et al., 2013). Além disso, de acordo com Chitarra & Chitarra (2005), sendo considerados frutos não-climatéricos, morangos apresentam atividade respiratória relativamente baixa e constante após a colheita contribuindo com um ligeiro declínio da taxa de transpiração/perda de água. Essas diferenças são importantes, pois levam a sugestão de que as características morfológicas e fisiológicas dos produtos são fatores importantes na determinação de suas respectivas taxas de perda de água. Além disso, fatores como estágio de maturação, injúrias no produto e contaminação microbológica devem ser levados em consideração no processo de transpiração/perda de água de produtos perecíveis.

Em relação ao efeito da temperatura e umidade relativa, pode-se observar que ambas exerceram forte influência na taxa de transpiração/perda de água dos morangos das variedades San Andreas e Albion, confirmados pela análise de Pareto a 5% de significância (Figura 3).

Figura 3. Gráficos de Superfície de Resposta e Diagrama de Pareto apresentando o efeito da temperatura e umidade relativa na taxa de transpiração/perda de água de morangos in natura das variedades (a) San Andreas e (b) Albion.



Nas faixas de condições de exposição avaliadas, a umidade relativa apresentou um efeito sobre a taxa de transpiração/perda de água mais pronunciado em relação à tem-

peratura para ambas as variedades do fruto. Enquanto o efeito da temperatura foi diretamente proporcional à taxa de transpiração/perda de massa, o efeito da umidade relativa se deu de forma inversa. Estes resultados corroboram parcialmente com aqueles obtidos por Sousa-Gallagher et al. (2013) e Mahajan et al. (2008), com exceção dos efeitos interativos entre a temperatura e umidade relativa, que aqui tiveram efeito significativo e inversamente proporcional para ambas as variedades de morangos. Ainda, na Figura 3, as superfícies de resposta mostram que o efeito da umidade relativa sobre a taxa de perda de água aumentou com o aumento da temperatura, especialmente para valores maiores que 15 °C. A baixas temperaturas, a redução na umidade relativa praticamente não alterou a taxa de transpiração/perda de água dos frutos. O mesmo comportamento foi observado para a temperatura em altos valores de umidade relativa (acima de 80%).

Desenvolvimento do modelo de taxa de transpiração/perda de água

Os dados experimentais de todas as combinações de temperatura e umidade relativa às quais os morangos foram expostos durante os períodos de armazenamento foram utilizados para estimativa dos parâmetros K_t e b do modelo preditivo semi-empírico. Os valores obtidos dos parâmetros para as variedades de morangos avaliadas estão apresentados na Tabela 2. É importante observar que houve diferença significativa em ambos os parâmetros do modelo preditivo entre as duas variedades dos frutos. Apesar de serem produtos do mesmo gênero *Fragaria*, cada variedade apresenta características morfológicas e fisiológicas individuais, que podem resultar em frutos com diferentes atividades metabólicas, apresentando taxas de respiração e transpiração próprias, o que poderá influenciar diretamente na perda de massa e qualidade dos frutos a depender das condições de armazenamento dos frutos maturados. Assim, os resultados mostram a importância de se expandir os estudos de predição de comportamento durante o armazenamento destes frutos para suas diferentes variedades.

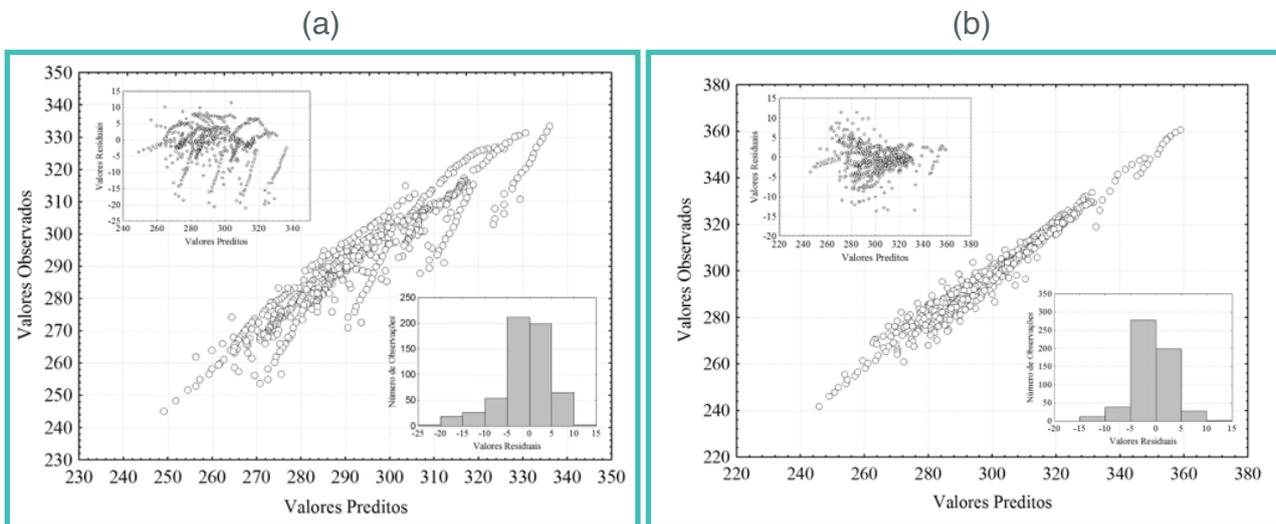
Tabela 2. Parâmetros do modelo preditivo semi-empírico determinado para as variedades de morangos San Andreas e Albion, representados pela média e desvio padrão (DP). Letras diferentes indicam diferenças significativas a 5% de significância entre os parâmetros K_t e b

Variedade	K_t (g kg ⁻¹ h ⁻¹) ± DP	b (°C ⁻¹) ± DP
San Andreas	1,4169 ± 0,0693 ^a	0,1259 ± 0,0134 ^b
Albion	1,2523 ± 0,0452 ^b	0,3966 ± 0,1491 ^a

Os resultados obtidos indicam que os modelos ajustados descreveram de forma adequada o comportamento dos frutos nas diferentes condições de armazenamento avaliadas. Na Figura 4, é mostrada a relação entre os valores observados e preditos pelos modelos utilizando-se todos os pontos experimentais avaliados. Além disso, para ambas as variedades, pode ser observada uma distribuição normal dos resíduos, o que é essencial para a

confiabilidade do modelo determinado.

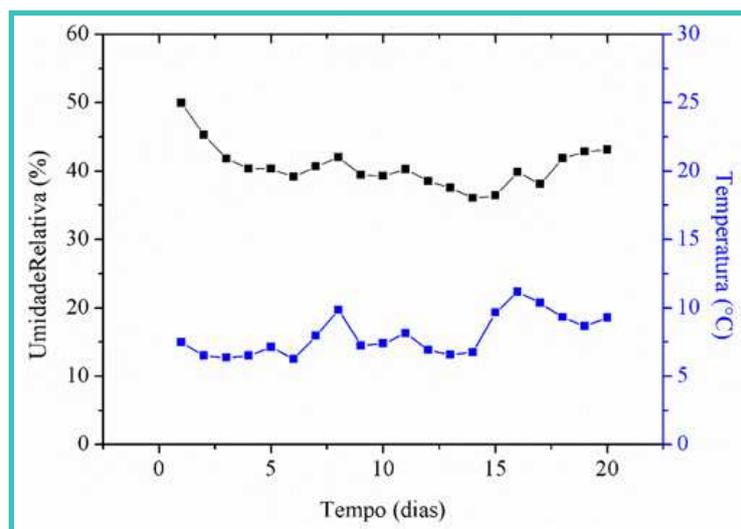
Figura 4. Relação entre a massa experimental e predita de morangos in natura das variedades (a) San Andreas e (b) Albion para todos os dados experimentais. No gráfico superior esquerdo é apresentada a distribuição dos valores dos resíduos pelos valores previstos das massas dos morangos e no gráfico inferior direito é mostrada a distribuição dos resíduos obtidos a partir do modelo preditivo.



Validação do modelo preditivo

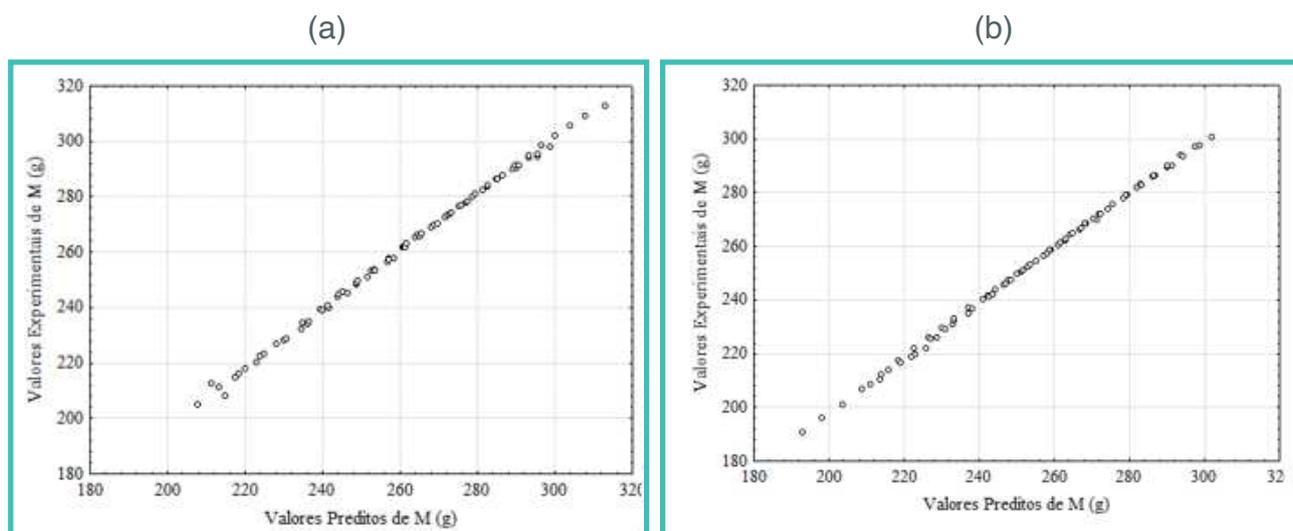
Os modelos desenvolvidos foram validados pelo acondicionamento de morangos in natura das variedades San Andreas e Albion em refrigerador doméstico convencional, sujeito a flutuações de T e UR, conforme histórico das condições ambientes apresentado na Figura 5.

Figura 5. Histórico das condições de validação do modelo predito dos morangos de ambas as variedades.



Na Figura 6 está apresentada a comparação entre as medidas experimentais e os resultados preditos pelos modelos para as perdas de massa dos frutos de ambas variedades sujeitos as condições de acondicionamento do sistema convencional de refrigeração.

Figura 6. Relação entre os valores de perda de massa obtidos experimentalmente e preditos pelos modelos para as variedades de morangos (a) San Andreas e (b) Albion.



Houve boa concordância entre os valores observados e os preditos para a perda de massa para ambas variedades ao longo dos 20 dias monitorados, referentes aos ensaios de validação. Para a variedade San Andreas, o coeficiente de correlação (R^2) foi de 0,9992, enquanto para a variedade Albion o valor foi 0,9985. Assim, pode-se concluir que ambos os modelos apresentaram excelente capacidade preditiva para a perda de massa de morangos das duas variedades, avaliadas sob condições flutuantes de T e UR e por um período significativo de armazenamento.

Os resultados deste estudo reforçam a forte influência exercida pelas condições de armazenamento de frutos e como sua qualidade pode ser alterada dependendo de seu histórico temporal de estocagem. A alteração na qualidade de frutos durante armazenamento pode influenciar diretamente em sua vida de prateleira, mostrando que não necessariamente o prazo estipulado nas embalagens destes produtos em comercialização são condizentes com sua vida útil real remanescente. Conforme argumentado por Fu & Labuza (1993), o objetivo da indústria alimentar não é determinar um valor absoluto do prazo de validade de um produto específico, mas sim garantir que o prazo de validade será mais longo do que o tempo de toda cadeia produtiva e de distribuição do produto, até sua chegada à mesa do consumidor. Sendo assim, ao se tratar de produtos perecíveis como frutos, o seu prazo de validade não poderá necessariamente ser sempre tomado como confiável ou definitivo, especialmente quando não são conhecidos os históricos anteriores e posterior de condições ambientes de estocagem.

CONCLUSÕES

O modelo preditivo semi-empírico, baseado no metabolismo e na lei de Fick para os fenômenos difusivos, mostraram-se adequados para descrever o comportamento da per-

da de massa de água de morangos de duas variedades, quando submetidos a diferentes combinações de temperatura e umidade relativa. Observou-se que tanto a temperatura como a umidade relativa exerceram impactos significativos na taxa de transpiração/perda de água, onde condições de maiores temperaturas e menores umidades relativas resultaram em maiores perdas de massa dos frutos. As duas variedades de morangos apresentaram modelos preditivos com diferenças significativas entre si, reforçando a importância de se avaliar cada produto e suas diferentes variedades como sistemas com propriedades únicas e diferenciadas.

Os modelos de predição encontrados neste estudo poderão ser úteis para determinação da vida útil de frutos, que poderá trazer diversos benefícios para a cadeia de beneficiamento de morangos, como a redução de perdas no período pós-colheita. Além disso, a aplicação dos modelos poderá gerar impactos positivos sobre o planejamento logístico de oferta dos produtos, onde poderão ser distribuídos estrategicamente de acordo com sua qualidade, demanda de mercado, condições de armazenamento, além do tempo e distância até o ponto de comercialização.

REFERÊNCIAS

- BEN-YEHOSHUA, S., 1987. Transpiration, water stress, and gas exchange. In: Weichmann, J. (Ed.), *Postharvest Physiology of Vegetables*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 113–170.
- BOVI, G. G. et al. Transpiration and moisture evolution in packaged fresh horticultural produce and the role of integrated mathematical models: A review. *Biosystems Engineering*, v. 150, p. 24–39, 2016.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: 2 ed, - Lavras:UFLA, 2005.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Ed. UFV, 2003.
- FU, B.; LABUZA, T. P. Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control*, v. 4, n. 3, p. 125–133, 1993.
- GROPPO, G.A., TESSARIOLI Neto, J. A cultura do Morangueiro, Campinas. CATI, 1991.
- JALALI, A. et al. Application of humidity absorbing trays to fresh produce packaging: Mathematical modeling and experimental validation. *Journal of Food Engineering*, v. 244, p. 115–125, 2019.
- KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California. California, USA. 2 ed. Publication 3311,1992. 269 p.
- MAHAJAN, P. V. et al. Postharvest treatments of fresh produce. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 372, n. 2017, 2014.
- MAHAJAN, P. V.; OLIVEIRA, F. A. R.; MACEDO, I. Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms. *Journal of Food Engineering*, v. 84, n. 2, p. 281–288, 2008.

MULEY, A. B.; SINGHAL, R. S. Extension of postharvest shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*) using a coating of chitosan-whey protein isolate conjugate. *Food Chemistry*, v. 329, p. 127213, 2020.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, v.108, n.655.2005.

SONG, Y.; LEE, D. S.; YAM, K. L. Predicting relative humidity in modified atmosphere packaging system containing blueberry and moisture absorbent. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 25, n. 1, p. 49–70, 2001.

SONG, Y.; VORSA, N.; YAM, K. L. Modeling respiration-transpiration in a modified atmosphere packaging system containing blueberry. *Journal of Food Engineering*, v. 53, n. 2, p. 103–109, 2002.

SOUSA-GALLAGHER, M. J.; MAHAJAN, P. V.; MEZDAD, T. Engineering packaging design accounting for transpiration rate: Model development and validation with strawberries. *Journal of Food Engineering*, v. 119, n. 2, p. 370–376, 2013.

TIJSKENS, L. M. M. et al. Water loss in horticultural products - Modelling, data analysis and theoretical considerations. *Acta Horticulturae*, v. 858, p. 465–472, 2010.

“

Obtenção de farinha de batata-doce biofortificada

Cynthia Elizabeth **Fuentes-Jaime**

PUC/Campinas

Valéria Cristina dos Santos **Camargo**

PUC/Campinas

Natalia Caroline de **Azevedo**

PUC/Campinas

Carla Cristina **Enes**

PUC/Campinas

RESUMO

Introdução: Alimentos biofortificados como a batata-doce (*Ipomoea batatas*) cv. Beauregard com alto teor de β -caroteno desempenham um papel muito importante na preservação da saúde, no combate à hipovitaminose A, reduzindo a desnutrição e garantindo a segurança alimentar. **Objetivo:** Obter a farinha de batata-doce biofortificada com características que possibilitem sua conservação e utilização em produtos formulados como pães, bolos entre outros. **Material e Métodos:** Batatas-doces provenientes de São Paulo e Minas Gerais foram lavadas, higienizadas, pesadas, descascadas, picadas, branqueadas, secadas, desidratadas e moídas. A farinha foi pesada, empacotada e congelada. Foi realizado: cálculo de rendimento, granulometria, composição centesimal, caracterização físico-química em triplicata, e o valor energético total (VET). **Resultados e discussão:** A farinha de Minas Gerais apresentou menor rendimento (9,66%), ambas as farinhas obtiveram mais de 50% de partículas <60ABNT. Os resultados das análises das farinhas de São Paulo e Minas Gerais apresentaram, respectivamente, um valor médio de: 9,76%-9,95% umidade; 3,66%-6,95% cinzas; 7,38%-9,85% proteínas; 0,76%-1,39% lipídeos; 78,89%-71,86% carboidratos; 9,53%-12,28% fibras; 351,92Kcal-339,35Kcal VET; 1,91% acidez; 5,62-5,46 pH, 8,10°Bx-9,63°Bx Brix, 0,35-0,33 para atividade de água e cor laranja. Sendo os maiores componentes carboidratos e fibras. As diferenças encontradas podem ser atribuídas às condições geográficas onde foram cultivadas. A umidade e acidez estão dentro do valor máximo permitido e as características físico-químicas apresentadas ideais para a conservação. **Conclusão:** As análises realizadas apresentaram padrões de identidade e qualidade que estão de acordo com a literatura podendo ser utilizada em combinação com outras farinhas para elaboração de produtos formulados com maior conteúdo de carotenoides pró-vitamínicos A.

Palavras-chave: Batata-doce; Biofortificação; Farinha; Hipovitaminose A; Rendimento.

INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomea batatas* L.) é um tubérculo originário da América Tropical e pertence à família das convolvulaceae. É um tubérculo perene, rústico, resistente às secas, de fácil adaptação e manutenção, de baixo custo de produção, além de ser cultivado o ano todo. Sua característica mais importante é a capacidade de reter nutrientes em suas raízes, o que o torna um alimento fonte de carboidratos, β -caroteno (provitamina A), antocianinas, vitaminas do complexo B e sais minerais, como cálcio, potássio, manganês, ferro, magnésio, fósforo, enxofre e cobre (SANTOS et al., 2012; VIZZOTTO et al., 2018).

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017 uma área de 54.123 hectares foi utilizada para o plantio deste tubérculo e contou com uma produção de 776.285 toneladas, sendo a sexta hortaliça mais cultivada, especialmente nas Regiões Sul e Nordeste (IBGE, 2018; LEITE; VITOR, 2018; SOUSA, 2015). Segundo Vizzotto et al. (2018) a batata-doce pode ser classificada pela cor da polpa e o genótipo sendo as mesmas: cor roxa (ILS 16, ILS 56, ILS 71); cor laranja (Beauregard); cor alaranjada (Amélia); cor creme (Cuia, Rubissol, ILS 03, ILS 12, ILS 44) e cor branca (ILS 10, ILS 24). A quantidade de β -caroteno, antocianinas, compostos fenólicos, ácido ascórbico, fibras dietéticas, ácido fólico e sais minerais das mesmas vão depender da coloração que apresentam. No Brasil o cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas*) cv. *Beauregard*, biofortificada, que possui polpa laranja, vem aumentando devido ao seu potencial nutricional e aos compostos bioativos que impactam positivamente na saúde humana.

A biofortificação de alimentos como a batata-doce no país é realizada pela Rede BioFORT que é coordenada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que por sua vez é sustentada pelo programa HarvestPlus, um consórcio de pesquisa que atua na América Latina, Ásia e África, permitindo que projetos similares de biofortificação em alimentos sejam conduzidos em diferentes países destes continentes. A Rede BioFORT também têm como objetivo desenvolver produtos agroindustriais a partir de matérias-primas biofortificadas (BIOFORT BRASIL, 2019).

Os alimentos biofortificados passam por um melhoramento genético convencional, que consiste no cruzamento entre plantas da mesma espécie até a obtenção de cultivares mais nutritivas, livre de ações transgênicas, com boas qualidades agrônômicas e aceitabilidade no mercado. A adoção de alimentos biofortificados desempenha um papel muito importante na preservação da saúde humana, pois os mesmos têm teores aumentados em diferentes micronutrientes como a Vitamina A, zinco e ferro e têm por objetivo diminuir a desnutrição e garantir a segurança alimentar (EMBRAPA, 2015).

Segundo Lima, Damiani e Fujimori (2018) a deficiência de micronutrientes como a vitamina A na alimentação da população de países em desenvolvimento como o Brasil,

representa um problema para a saúde pública. A necessidade diária de Vitamina A, que é essencial para o bom desenvolvimento da visão, além de ser componente crítico da rodopsina, pigmento imprescindível das células fotossensíveis do olho, é maior em crianças e sua deficiência pode causar cegueira ou até ser um fator associado à morbimortalidade por infecções na primeira infância. (BIOFORT GUATEMALA, 2015). A batata-doce e a farinha de batata-doce biofortificadas são ricas em carotenoides pro-vitâmicos A que apresentam uma boa biodisponibilidade (dos 33% de β -caroteno, presentes na batata-doce biofortificada, que são absorvidos pelo organismo 50% são bioconvertidos em vitamina A), portanto, o consumo destes alimentos em diferentes preparações pode ter impacto positivo na saúde humana, como melhora da imunidade e diminuição das doenças degenerativas tais como o câncer, cataratas, degeneração macular e doenças cardiovasculares (ALVES *et al.*, 2012; CAMARGO, 2018), assim como também podem ser utilizados de maneira complementar as intervenções existentes no combate à hipovitaminose A.

Outro fator importante é que a obtenção de farinha a partir da polpa da batata-doce biofortificada leva a uma redução do volume do alimento, redução dos custos em transporte e aumento da vida útil do produto (SANTOS *et al.*, 2012). A produção desta farinha em grande escala pode significar novas fontes de renda para os agricultores e as famílias de áreas rurais, permitindo o desenvolvimento econômico da região, além de agregar valor nutricional à alimentação da população beneficiada com este alimento (RANGEL *et al.*, 2011).

Esta farinha tem potencial para ser usada como matéria-prima na indústria, substituindo parcialmente a farinha de trigo na elaboração de produtos panificados que podem ser inseridos no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e servir de apoio na alimentação materno-infantil (VIZZOTTO *et al.*, 2018; ALVES *et al.*, 2012). Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo obter a farinha de batata-doce biofortificada com características que possibilitem sua conservação e utilização em produtos formulados tais como pães, bolos, biscoitos entre outros.

METODOLOGIA

Para a obtenção da farinha de batata-doce biofortificada foram utilizadas batatas-doces biofortificadas (*Ipomoea batatas*) cv. *Beauregard* (Imagem 1) provenientes de 2 estados, sendo 3,558Kg proveniente do Mercado Municipal de Campinas, localizado na cidade de Campinas no interior de São Paulo (SP) e 10,235Kg de uma unidade rural localizada na cidade de Guaranésia no estado de Minas Gerais (MG). Foram obtidas duas farinhas, uma a partir das batatas-doces provenientes do estado de São Paulo e outra das batatas-doces do estado de Minas Gerais.

Imagem 1. Batata-doce biofortificada



Fonte: Própria dos autores.

As farinhas foram processadas e obtidas no laboratório de dietética da Faculdade de Nutrição da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). A granulometria, composição centesimal e as análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios de bromatologia e micronutrientes da PUC-Campinas e a análise de cor e atividade de água no laboratório de pós-colheita da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Obtenção da farinha de batata-doce biofortificada

Todo o procedimento foi realizado sem o uso de iluminação artificial e com baixa incidência de iluminação natural para evitar a perda de pró-vitamina A. Os tubérculos foram selecionados, lavados e sanitizados em solução clorada de 200ppm por 15 minutos, em seguida enxaguados e secados. Os mesmos foram pesados um a um em uma balança digital para a obtenção do Peso Bruto (PB), em seguida descascados manualmente, cortados em cubos de 8 a 10mm e pesados novamente para obtenção do Peso Líquido (PL). Os cubos foram submetidos ao branqueamento, colocados numa panela a vapor de aço inox com água a uma temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 2 minutos. Transcorrido esse tempo foram transferidos para bandejas perfuradas, secos com papel absorvente, distribuídos uniformemente em assadeiras e levados à estufa a 60°C por 72 horas para secagem e desidratação.

Os cubos secos e desidratados foram pesados e moídos num liquidificador em velocidade média por 1 ½ minuto, a farinha obtida (Imagem 2) foi acondicionada em um recipiente fechado para evitar o contato com a luz e oxigênio. Finalizado este processo foi realizada a pesagem das farinhas para obter o Peso Final (PF). Posteriormente as farinhas foram empacotadas à vácuo, identificadas e embrulhadas em folhas de alumínio para evitar a incidência de luz. As embalagens foram congeladas a -20°C para a sua conservação (preservação dos

carotenoides) e análises posteriores.

Imagem 2. Farinha de batata-doce biofortificada



Fonte: Própria dos autores.

Rendimento e Granulometria

O rendimento foi calculado a partir da pesagem da matéria-prima antes da secagem (PB) e das farinhas de batata-doce biofortificada obtidas (PF) como descrito por Silva (2010). Para a granulometria foram colocados 100g de amostra de farinha de batata-doce biofortificada em uma coluna de peneiras de malha com diâmetros que variavam de 35 a 170 ABNT e com uma base de 0,50 a 0,088mm de abertura. A coluna de peneiras foi colocada em um agitador mecânico por dez minutos e transcorrido esse tempo foi realizada a pesagem das quantidades retidas em cada peneira e expressas em porcentagem de retenção (GERMANI; BENASSI; CARVALHO, 1997).

Composição centesimal

As análises das farinhas de batata-doce foram realizadas em triplicata. Para determinar o teor de umidade das amostras foi utilizado o método gravimétrico com emprego de calor a 105°C até peso constante; as cinzas foram determinadas pelo método de incineração a 550°C até peso constante e os carboidratos totais por diferença dos outros componentes (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos), a partir dos métodos descritos pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1996). Para determinar a proteína utilizou-se o método semi-micro de Kjeldahl descrito pela *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2010) com fator de conversão de nitrogênio de 6,25 para a determinação total de proteínas; os lipídeos pelo método Bligh-dyer (BLIGH; DYER, 1959) onde a extração foi a frio utilizando

uma mistura de clorofórmio, metanol e água; a determinação de fibras foi realizada pela metodologia descrita por Kamer e Ginkel (1952) de fração de Fibras por Detergente Ácido (FDA), onde a amostra foi refluxada, filtrada, lavada e seca. O Valor Energético Total (VET) foi calculado utilizando os fatores de conversão de Atwater, sendo 4Kcal/g para proteína, 4Kcal/g para carboidrato e 9Kcal/g para lipídeo (ATWATER; WOODS, 1896).

Caracterização físico-química

Realizaram-se todas as análises em triplicata. Para a obtenção da acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis (Brix) seguiram-se as orientações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), para determinar a ATT utilizou-se fenolftaleína a 1% como indicador e as amostras foram tituladas com NaOH 0,1N; no Brix (°Bx) utilizou-se o refratômetro portátil de 30 °Bx de capacidade a 20°C para obter as medidas de índice de refração. O pH foi obtido pelo método eletrométrico 02-52.01 (AACC, 2010), em que o eletrodo do potenciômetro é introduzido diretamente na amostra em suspensão livre. Para a análise de cor foi utilizado o espectrofotômetro portátil Konica Minolta CM-700D com sistema de leitura HunterLab (parâmetros L* a* b*) com iluminação difusa, ângulo de observação de 8° e com tempo de medição de aproximadamente 1 segundo (KONICA MINOLTA, 2014). Também se obteve o cálculo de ΔE para comparação. Para realizar a determinação da atividade de água (Aw) utilizou-se o analisador de atividade de água AquaLab 4TEV com sensor de ponto de orvalho, cuja metodologia é aprovada pela AOAC 978.18 (AQUALAB, 2019; FAO/WHO, 1997).

Fórmulas

Realizou-se o cálculo do rendimento (1) e granulometria (2) utilizando as seguintes fórmulas:

$$R = (PAS/PIN) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Retenção na peneira por cento} = (N \times 100) / P \quad (2)$$

Para obter os resultados da composição centesimal realizou-se em todas as análises (exceto na determinação de carboidratos e valor energético total) o cálculo da média (3), desvio padrão (4) e em algumas análises realizou-se o cálculo do coeficiente de rejeição (5) utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$\bar{M} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4} \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-M)^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$Q = \frac{\text{resultado duvidoso} - \text{resultado mais próximo}}{\text{amplitude}} \quad (5)$$

Para determinação de umidade (6), cinzas (7), proteínas (8), lipídeos (9), fibra (10), acidez (12) e diferença total de cor (13) utilizou-se as fórmulas a seguir:

$$\text{Umidade} = 100 \times \text{peso } H_2O \text{ (g)} / \text{peso amostra (g)} \quad (6)$$

$$\% \text{ Cinzas} = 100 \times \text{peso das cinzas} / \text{peso da amostra} \quad (7)$$

$$\% \text{ proteína} = \% \text{ Nitrogênio} \times \text{fator geral} \quad (8)$$

$$\% \text{ de lipídeos totais} = \frac{\text{peso lipídeos (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \times 100 \quad (9)$$

$$\% \text{ FDA} = [(\text{cadinho} + \text{fibra} + \text{carboidrato}) - \text{cadinho}] / \text{Peso amostra (g)} \times 100 \quad (10)$$

$$\% \text{ CT} = (100 - [\% \text{umidade} + \% \text{proteína} + \% \text{lipídeos} + \% \text{cinzas}]) \quad (11)$$

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V - V^1) \times f \times 100}{P \times c} \quad (12)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2} \quad (13)$$

RESULTADOS

Rendimento e Granulometria

Foram utilizados 3,558Kg de batata-doce biofortificada proveniente de SP e 10,235Kg proveniente de MG. O rendimento da batata-doce após os processos de secagem e moagem foi de 545g e 989g de farinha, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimento da batata-doce biofortificada in natura na produção da farinha.

Procedência	Peso Bruto (PB)	Peso Líquido (PL)	Peso da Farinha	Rendimento
São Paulo	3,558 Kg	2,895 Kg	545g	15,31%
Minas Gerais	10,235 Kg	7,053 Kg	989g	9,66%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quanto à granulometria, a farinha de batata-doce biofortificada obteve um porcentual

de 55% (SP) e 54% (MG) de partículas menores que 60 ABNT e 250 μ m (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição porcentual segundo a granulometria da Farinha de Batata-Doce Biofortificada (FBDB).

ABNT	Abertura (mm)	FBDB %	
		São Paulo	Minas Gerais
35	0,50	33	33
40	0,425	4	6
45	0,350	8	7
60	0,250	10	10
80	0,180	10	11
120	0,125	8	9
140	0,105	2	2
170	0,088	4	4
Base > 170	> 0,088	21	18
TOTAL		100	100
% partículas < 60 ABNT		55	54

Fonte: Elaborada pelos autores.

Composição centesimal

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados referentes à composição centesimal das farinhas obtidas. Ambas as farinhas têm uma umidade abaixo de 10%, sendo que a farinha de MG apresentou maior umidade (9,95%), quando comparada à farinha de SP (9,76%). O teor de cinzas na farinha de MG é de 6,95%, valor superior à farinha de SP (3,66%). O teor de proteína na farinha de SP é inferior (7,38%), quando comparado à farinha de MG (9,85%). A porcentagem de lipídeos é maior para a farinha de MG (1,39%) quando comparada à farinha de SP que tem 0,76%. O teor de carboidratos para a farinha de SP foi maior (78,89%) que o teor da farinha de MG (71,86%). A farinha de MG possui um teor maior de fibras, quando comparada à farinha de SP, sendo de 12,28% e 9,53%, respectivamente. Observa-se também que em 100g de farinha de batata-doce biofortificada foi encontrado valor energético total (VET) de 351,92Kcal/100g (SP) e 339,35Kcal/100g (MG), tendo a primeira farinha VET superior.

Tabela 3. Composição centesimal da farinha de batata-doce biofortificada.

Parâmetros (g/100g)	São Paulo	Minas Gerais
Umidade (%)	9,76 \pm 0,38	9,95 \pm 0,27
Cinzas (%)	3,66 \pm 0,02	6,95 \pm 0,02
Proteínas (%)	7,38 \pm 0,42	9,85 \pm 0,45
Lipídeos (%)	0,76 \pm 0,31	1,39 \pm 0,01
Carboidratos (%)	78,89	71,86
Fibras (%)	9,53 \pm 2,67	12,28 \pm 0,91
Kcal/100	351,92	339,35

Fonte: Elaborada pelos autores.

Notas: Resultados representam a média da triplicata e o desvio padrão, exceto para carboidratos e quilocalorias.

Realizou-se o cálculo do coeficiente de rejeição (Q) para lipídeos e fibras na farinha de SP, os resultados foram menores ao Q da tabela, aceitando-se os valores questionáveis (RORABACHER, 1991).

Caracterização físico-química

A Tabela 4 apresenta os resultados referentes à caracterização físico-química das farinhas obtidas. Ambas as farinhas de batata-doce biofortificada têm a mesma quantidade de acidez (1,91%) com uma diferença no desvio-padrão entre ambas de $\pm 0,01$. O pH da farinha de batata-doce de SP é superior (5,62) ao pH da farinha de batata-doce de MG (5,46). Os sólidos solúveis da farinha de MG apresentaram valores superiores (9,63°Bx) quando comparados à farinha de SP (8,10°Bx). Os resultados referentes às análises de cor indicam que há uma diferença entre ambas as farinhas (L^* de +1,09; a^* de +1,91 e b^* de -3,56). A atividade de água foi discretamente maior para a farinha proveniente de SP (0,35) quando comparada à farinha de batata-doce biofortificada proveniente de MG (0,33).

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas da farinha de batata-doce biofortificada (*Ipomoea batatas*) cv. *Beauregard*.

Parâmetro	São Paulo	Minas Gerais
Acidez total titulável (% ácido)	1,91 \pm 0,00	1,91 \pm 0,01
Potencial Hidrogeniônico (pH)	5,62 \pm 0,18	5,46 \pm 0,19
Sólidos solúveis (°Brix)	8,10 \pm 0,26	9,63 \pm 0,35
Luminosidade (L^*)	70,32 \pm 1,47	69,23 \pm 1,86
Intensidade de vermelho ($+a^*$)	20,29 \pm 1,35	18,38 \pm 0,96
Intensidade de amarelo ($+b^*$)	31,15 \pm 1,49	34,71 \pm 1,01
Atividade de água (A_w)	0,35 \pm 0,00	0,33 \pm 0,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

DISCUSSÃO

Rendimento e Granulometria

Segundo Sousa (2015) é permitida perda de até 1/3 da matéria-prima durante o processamento. Neste caso, ambas as batatas tiveram perda inferior a 33,33%, sendo 18,63% para a batata-doce de SP e 31,08% para a de MG. Na Tabela 1 observou-se um rendimento de 15,31% para as batatas provenientes do estado de SP e 9,66% para as batatas provenientes do estado de MG. No estudo realizado por Celarié (2016) na elaboração de farinha de batata-doce biofortificada, o rendimento obtido foi de 26,0%, resultado semelhante aos obtidos por Araújo *et al.* (2015) com a farinha da batata-doce Rubissol, em que o rendimento foi de 25,25%; 24,11% e 18,43%. As diferenças nos rendimentos se deveu a aplicação

de diferentes temperaturas de secagem, sendo o último valor semelhante ao obtido com a farinha de SP. Camargo (2018) na produção de farinha de batata-doce biofortificada obteve um rendimento de 9,53% resultado semelhante ao obtido com a farinha de MG, já Poveda e Granados (2016) obtiveram 7,69% de rendimento com a farinha de batata-doce biofortificada, valor inferior ao encontrado neste estudo.

A diferença do rendimento pode estar relacionada a diversos fatores, dentre eles a quantidade de aparas e a temperatura utilizada no processo de secagem como indicado por Araújo *et al.* (2015) e Poveda e Granados (2016). No caso das farinhas produzidas neste estudo a diferença no rendimento deve-se principalmente à quantidade de aparas que foi maior para batata de MG, uma vez que a batata doce de São Paulo foi proveniente de uma zona comercial onde ocorre uma pré-seleção dos tubérculos para comercialização e as batatas de Minas Gerais foram provenientes da colheita direta.

Quanto à granulometria, no estudo realizado por Poveda e Granados (2016) as farinhas de batata-doce biofortificada e sem biofortificação obtiveram um percentual de 37% e 30% de partículas menores que 60 ABNT e 250 μ m, respectivamente, resultados inferiores aos obtidos neste estudo. Camargo (2018) obteve um percentual de 66% de partículas menores que 60 ABNT e 250 μ m na farinha de batata-doce biofortificada, sendo o resultado superior ao deste estudo. A diferença observada na granulometria pode ter ocorrido devido à técnica utilizada para a moagem da farinha. Segundo Poveda e Granados (2016) a farinha de batata-doce tem um tamanho e peso de partículas que vão de 425 μ m a 850 μ m, o que faz com que as mesmas absorvam mais água e que o amido presente tenha poder de inchamento (25,5g água/g amido) exibindo uma consistência espessa como a do mingau. Por esta razão, a mesma deve ser combinada com outras farinhas na elaboração de produtos panificados.

A distribuição da granulometria da farinha é importante para a textura e palatabilidade na produção de panificados, uma granulometria mais uniforme em tamanho permite a elaboração de um produto final com melhor qualidade sensorial (RANGEL *et al.*, 2011). Segundo Brasil (2005) referente à granulometria das farinhas de trigo dos tipos 1 e 2, 95% do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 250 μ m, ou seja a granulometria das farinhas obtidas neste estudo está abaixo do recomendado para a farinha de trigo, porém mais de 50% da granulometria da farinha biofortificada é do tamanho estipulado para a farinha de trigo, o que permite que na elaboração de produtos de panificação parte da farinha de trigo seja substituída pela mesma em diferentes porcentagens (25%, 50% e 75%). Pesquisadores como Lima *et al.* (2016) na elaboração de cookies, Camargo (2018) e Rangel *et al.* (2011) na elaboração de bolos, Celarié (2016) na elaboração de cupcake e Remonato *et al.* (2017) na elaboração de macarrão, entre outros, substituíram parte de outras farinhas pela farinha

de batata-doce biofortificada e obtiveram resultados satisfatórios.

Composição centesimal

Os resultados obtidos referentes à umidade (9,95% para MG e 9,6% para SP) apresentados na tabela 3 estão de acordo com os valores relatados por Camargo (2018) e Poveda e Granados (2016) em que a umidade da farinha de batata-doce biofortificada foi de 10,51% e 9,10%, respectivamente. O resultado obtido por Lima *et al.* (2016) de 8,37% e Araújo *et al.* (2015) de 10,21%; 8,33% e 7,37% (secagem em diferentes temperaturas) são de farinhas obtidas a partir de outros cultivares de batata-doce, o que indica que o teor de água no cultivar *Beauregard* é geralmente maior. Os resultados obtidos neste estudo estão abaixo de 15% que representa o valor máximo de umidade permitido pela legislação brasileira para farinhas (BRASIL, 2005).

O teor de cinzas é maior na farinha de MG (6,95%) quando comparado à farinha de SP cujo valor encontrado foi de 3,66%. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com a quantidade de cinzas encontradas em pesquisas realizadas com farinhas de batata-doce biofortificada, que foi de 3,96% para Camargo (2018), de 3,23% para Daron, Hojo e Silva (2017) e de 4,13% para Mariano e Arruda (2015), que apresentaram diferenças pequenas entre eles no teor de minerais. Segundo Granato e Nunes (2016) neste caso as diferenças devem-se ao tipo de solo em que a planta foi cultivada, já que a qualidade do mesmo interfere na quantidade de material mineral num mesmo cultivar. Os teores de cinzas de farinhas de batata-doce de outros cultivares obtidos por Daron, Hojo e Silva (2017) foram de 2,54% e 2,26%; para Lima *et al.* (2016) foi de 2,42% e para Mariano e Arruda (2015) foi de 2,88%; indicando que o cultivar *Beauregard* tem maior teor de minerais.

Os valores encontrados são superiores ao teor máximo de cinzas estipulado pela legislação brasileira para farinhas, que são de 0,8% para a farinha tipo 1; de 1,4% para a tipo 2 e de 2,5% para a farinha integral (BRASIL, 2005). Segundo Costa *et al.* (2008) o teor de cinzas deve ser baixo na farinha de trigo porque o contrário indica uma alta extração na hora da colheita ou a inclusão de farelo na farinha propiciando uma cor mais escura, interferindo assim na cocção e na continuidade da rede do glúten, que não é o caso das farinhas de batata-doce, sendo portanto, a quantidade elevada de cinzas neste tipo de farinha uma característica positiva.

O teor de proteína na farinha de SP é de 7,38%; uma porcentagem menor quando comparado à farinha de MG que apresentou 9,85%. Esses valores são semelhantes aos resultados encontrados por Camargo (2018); Daron, Hojo e Silva (2017) e Mariano e Arruda (2015) com 7,14%; 8,76% e 7,28%, respectivamente. Todavia o teor de proteína para o cultivar *Beauregard* é superior quando comparado à farinha obtida de outros cultivares de

batata-doce, dado corroborado por Araujo *et al.* (2015) que encontraram um teor de proteínas de 6,81%; 6,57% e 6,32% para o cultivar Rubissol (secagem em diferentes temperaturas); Daron, Hojo e Silva (2017) encontraram um valor de 3,73% e 5,08% para os cultivares Amélia e Rubissol, respectivamente, enquanto Mariano e Arruda (2015) encontraram um valor de 3,32% para o cultivar de cor roxa. A legislação brasileira sobre farinha de trigo indica que a farinha tipo 1 deve conter no mínimo 7,5% de proteína e que a farinha tipo 2 e a integral devem conter 8,0% (BRASIL, 2005). Sendo assim, os valores obtidos neste estudo atendem as normas exigidas por lei.

A porcentagem de lipídeos encontrada neste estudo é maior para a farinha de MG (1,39%) quando comparada à farinha de SP que tem 0,76%. O valor encontrado neste estudo para a farinha de SP se aproxima dos valores relatados por Camargo (2018) na análise realizada na farinha de batata-doce biofortificada proveniente de Santa Catarina, em que o teor de lipídeos foi de 0,64%. Já a farinha de MG apresentou um resultado próximo ao relatado por Mariano e Arruda (2015) que encontrou 1,55% de lipídeos na farinha de batata-doce proveniente da Paraíba. Contudo, no estudo de Daron, Hojo e Silva (2017) realizado com a farinha da batata-doce biofortificada proveniente do Paraná, o teor de lipídeos foi de 0,22%, inferior aos referidos. Estudos que utilizaram farinhas de batata-doce de outros cultivares também apresentaram resultados variados, sendo de 0,86% para a farinha de Mariano e Arruda (2015) e de 0,39% e 0,47% para as farinhas de Daron, Hojo e Silva (2017). Segundo Granato e Nunes (2016), a diferença nos teores de lipídeos descrita pode ocorrer devido às diferentes condições geográficas onde os tubérculos foram cultivados e às diferentes metodologias utilizadas para análise.

A legislação brasileira não especifica limite máximo do teor de lipídeos para a farinha de trigo, mas o resultado obtido pode ser comparado ao valor registrado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) referente à composição centesimal da farinha de trigo que indica que em 100g de farinha de trigo há 1,4% de lipídeos, valor aproximado aos encontrados nas farinhas de batata-doce biofortificada do presente estudo.

O teor de carboidratos para a farinha de SP foi maior que o teor da farinha de MG, sendo de 78,89% e 71,86%, respectivamente. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com o teor de carboidratos encontrado por Camargo (2018) de 74,68%, porém é inferior ao teor de carboidratos encontrado por Mariano e Arruda (2015) que analisaram dois tipos de farinhas de batata-doce, sendo para a farinha da batata-doce biofortificada de 84,1% e para a farinha de batata-doce roxa de 87,14%. Lima *et al.* (2016) ao analisar a farinha de um cultivar diferente de batata-doce também encontraram um resultado similar, sendo este de 82,32%. Segundo Granato e Nunes (2016) a diferença no teor de carboidratos observada nos estudos citados podem ter ocorrido devido à influência do clima e local onde as batatas

foram cultivadas e também devido aos diferentes métodos utilizados nas análises dos outros componentes. Quando a composição das farinhas obtidas neste estudo é comparada à composição centesimal da farinha de trigo descrita na TACO (2011), observa-se que os valores de carboidratos são muito semelhantes (75,1%).

Quanto às fibras, a farinha de MG possui um teor maior que a farinha de SP, sendo de 12,28% e 9,53%, respectivamente. Os resultados observados corroboram com uma das primeiras pesquisas referentes à obtenção de farinha de batata-doce realizada por Carvalho, Moura e Pape (1981) em que o teor de fibras para a farinha de batata-doce branca foi de 9,75% e para a farinha de batata roxa de 11,30%. Singh, Riar e Saxena (2008) também obtiveram resultado semelhante a este estudo em que a fibra obtida na farinha de batata-doce roxa foi de 9,4%. Tecson-Mendoza (2007) encontrou na farinha de batata-doce um valor médio de 7% de fibras, resultado inferior aos descritos anteriormente, mas superior quando comparado aos encontrados por Camargo (2018) onde as fibras relatadas foram de 3,07%, resultado corroborado por Silva (2010) que encontrou um teor de fibras de 3,07% e 3,72% nas farinhas de batata-doce dos cultivares Brazlândia rosa e branca, respectivamente. A grande diferença encontrada no teor de fibras pode estar relacionada ao clima e tipo de solo da região onde os tubérculos foram cultivados (GRANATO; NUNES, 2016), além dos métodos utilizados para a sua determinação.

Os resultados referentes às fibras obtidos no presente estudo (12,28% e 9,53%) são superiores quando comparados aos teores de fibra presentes na farinha de trigo (2,3%) relatado pela TACO (2011). Este resultado já era esperado, devido à diferença de teor de água da batata-doce in natura quando comparada à farinha de trigo, pois a mesma tabela indica que a batata-doce in natura possui um teor de fibras de 2,6% e sabe-se que quando um alimento com alto teor de água é desidratado o teor de todos os seus componentes (exceto água) aumenta; no caso da batata-doce observa-se que houve um incremento médio de 76,16% de fibras na farinha obtida. Este dado é corroborado por Costa, Medeiros e Mata (2003) que após o processo de desidratação de hortaliças, obtiveram um teor de fibras de 16,1% para a beterraba; de 7,1% para a abóbora e de 12,3% para a cenoura. Segundo a TACO (2011) essas hortaliças *in natura* apresentam um teor de fibras de 3,4%; 1,7% e 3,2%, respectivamente, obtendo assim, um incremento médio de 73,98% de fibras nas hortaliças desidratadas.

Em 100g de batata-doce biofortificada foi encontrado valor energético total (VET) superior na farinha de SP quando comparada à farinha de MG, sendo de 351,92Kcal/100g e 339,35Kcal/100g, respectivamente. Camargo (2018) descreve que a farinha de batata-doce biofortificada tem 372,11Kcal/100g e Mariano e Arruda (2015) que tem 380,31Kcal/100g, valores semelhantes aos encontrados neste estudo. Já Poveda e Granados (2016) obtiveram

421,05Kcal/100g da farinha do mesmo cultivar e 369,58Kcal/100g para a farinha de batata-doce roxa, resultado similar ao encontrado por Lima *et al.* (2016) que foi de 363,99Kcal/100g. Tais resultados indicam que a farinha de batata-doce é fonte de energia, com VET similar ao da farinha de trigo que possui 360Kcal/100g (TACO, 2011).

Caracterização físico-química

Ambas as farinhas de batata-doce biofortificada têm acidez de 1,91% (Tabela 4). Os resultados obtidos são superiores aos descritos por Camargo (2018) em que a ATT foi de 0,24% na farinha de batata-doce do mesmo cultivar. No estudo realizado por Araújo *et al.* (2015) com a farinha obtida a partir da batata-doce do cultivar Rubissol a partir da secagem em diferentes temperaturas, a ATT encontrada foi de 0,64%; 0,60% e 0,52%, representando quantidades menores àquelas obtidas neste estudo. As variações apresentadas nos valores encontrados podem ser atribuídas às condições geográficas e aos procedimentos de colheita e conservação (GRANATO; NUNES, 2016). Mesmo que as farinhas de SP e MG tenham uma ATT alto quando comparado aos resultados dos outros estudos, a porcentagem obtida está dentro do valor máximo permitido para a farinha de trigo que é de 2,0mL NaOH N/100g e o resultado obtido foi de 1,91mL NaOH N/100g (MELO, 1941).

O pH da farinha de batata-doce proveniente de SP de 5,62 é superior ao pH da farinha de batata-doce proveniente de MG que apresentou um valor de 5,46. Os valores encontrados são corroborados pelos resultados de pH encontrados por pesquisadores que analisaram farinhas de batata-doce biofortificada, sendo para Camargo (2018) de 5,57 e para Daron, Hojo e Silva (2017) de 5,09. Resultados similares foram encontrados em farinhas de batata-doce de outros cultivares, sendo para Araujo *et al.* (2015) de 6,02; 5,01 e 5,06 e para Daron, Hojo e Silva (2017) de 5,79 e 5,25. Os valores descritos caracterizam a farinha de batata-doce como um alimento ácido. Segundo Pontes (2009) a remoção de água dos alimentos em processos de secagem e desidratação aumenta a acidez dos mesmos, pois proporciona a concentração dos seus ácidos, o que é favorável, pois a acidez contribui para sua conservação.

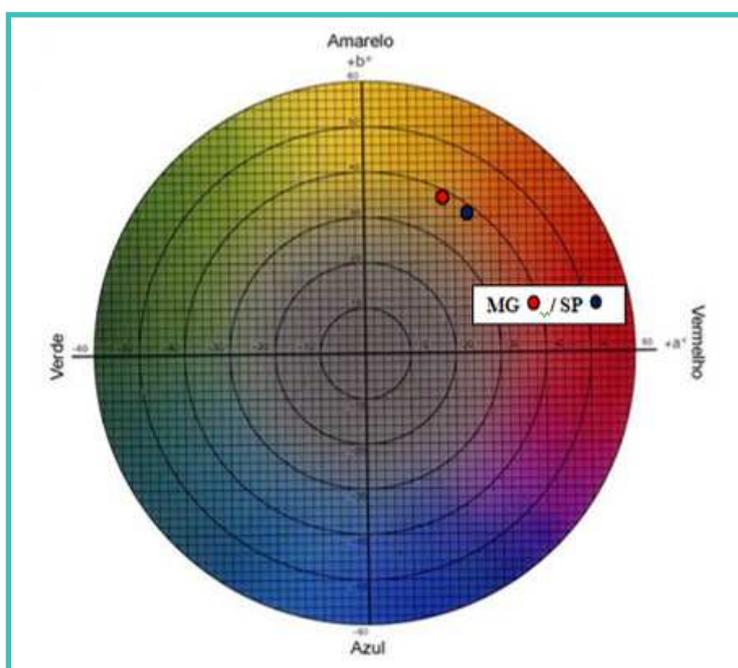
O Brix da farinha de MG é maior, sendo este de 9,63°Bx quando comparado à farinha de SP que é de 8,10°Bx, resultados semelhantes aos encontrados por Camargo (2018) na farinha de batata-doce biofortificada (6,13°Bx). Quando comparados com os resultados obtidos por Araújo *et al.* (2015) em farinhas de batata-doce de outros cultivares (17,5°Bx; 18,33°Bx e 19,01°Bx) os valores encontrados neste estudo são inferiores. Todavia Pagani *et al.* (2015) encontraram nas farinhas de batata-doce branca e roxa valores de 28°Bx e 22°Bx, respectivamente, o que indica que a farinha de batata-doce biofortificada tem uma quantidade de sólidos totais menor quando comparada às farinhas dos outros cultivares. Por

outro lado Sales, Costa e Oliveira (2014) indicam que a divergência nos resultados do Brix pode ocorrer devido ao nível de concentração da solução osmótica utilizada nas análises, presume-se assim, que possivelmente nas farinhas dos outros cultivares a concentração utilizada foi superior, o que aumentou a pressão osmótica e a taxa de difusão, gerando, portanto resultados superiores.

Quanto às análises de cor, há uma diferença entre ambas as farinhas para L^* de +1,09; para a^* de +1,91 e para b^* de -3,56. Obteve-se assim uma diferença total de cor de ΔE 4,18; diferença que faz com que a farinha de SP seja levemente mais clara, mais vermelha e menos amarela que a farinha de MG, como observado no diagrama 1.

Diagrama 1. Diagrama cromático dos parâmetros a^* e b^* das farinhas

Fonte: Adaptado de KONICA MINOLTA, 2013.



Nas farinhas de batata-doce de SP e MG a luminosidade (L^*) é de 70,32 e 69,23, respectivamente; a intensidade de vermelho ($+a^*$) é de 20,29 e 18,38 e a intensidade de amarelo ($+b^*$) é de 31,15 e 34,71, respectivamente; em ambos os casos a luminosidade é intensa e a cor amarela é predominante sobre a cor vermelha, cuja combinação dá o resultado esperado de cor alaranjada característica da batata-doce biofortificada do cultivar *Beauregard*. Camargo (2018) e Poveda e Granados (2016) encontraram resultados muito próximos aos obtidos neste estudo com farinhas de batata biofortificada, sendo a luminosidade (L^*) de 70,03 e 66,06; a intensidade de vermelho ($+a^*$) de 14,48 e 14,02 e a intensidade de amarelo ($+b^*$) de 25,29 e 26,68, respectivamente, obtendo também a cor alaranjada característica deste cultivar. As pequenas variações observadas entre os dados da pesquisa e dos autores

relacionados podem ser decorrentes do tipo de solo onde foram cultivadas; conservação; tempo de armazenagem; exposição à luz e oxigênio e às mudanças físico-químicas que sofreu no processamento (GRANATO; NUNES, 2016; POVEDA; GRANADOS, 2016).

A atividade de água média foi um pouco maior para a farinha de batata-doce biofortificada proveniente de SP com 0,35 quando comparada à atividade de água resultante da farinha de batata-doce biofortificada proveniente de MG com 0,33. Os resultados encontrados neste estudo corroboram com aqueles obtidos por Pagani *et al.* (2015), em que os valores de atividade de água foram de 0,31 para a batata-doce roxa e de 0,22 para a batata-doce branca. Araújo *et al.* (2015) e Lima *et al.* (2016) encontraram uma atividade de água de 0,41 e 0,42, respectivamente, em farinhas de batata-doce de outros cultivares, enquanto Poveda e Granados (2016) encontraram uma atividade de água de 0,44 na farinha de batata-doce biofortificada. Considerando que 0,60 é o limite mínimo de atividade de água para que os microrganismos possam se desenvolver, os resultados alcançados neste estudo e dos autores citados indicam que a farinha de batata-doce pode ser considerada microbiologicamente estável ao impossibilitar a multiplicação de microrganismos patogênicos, pois a atividade de água é baixa por ser um alimento desidratado (CHISTÉ *et al.*, 2007).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que a batata-doce biofortificada (*Ipomoea batatas*) cv. *Beauregard* pode ser utilizada como matéria-prima para a obtenção de farinha, uma vez que as análises realizadas apresentaram padrões de identidade e qualidade que estão em conformidade com a literatura. Quando comparada a composição centesimal da farinha de batata-doce biofortificada à farinha de trigo observou-se pequenas diferenças, mas a sua combinação permite a elaboração de produtos mais nutritivos.

Os resultados obtidos nas análises de acidez total titulável, pH, Brix e atividade de água indicam que as características físico-químicas da farinha de batata-doce biofortificada são ideais para a sua conservação. Da mesma forma a variabilidade na granulometria e a cor alaranjada característica da mesma não impedem o seu uso em produtos panificados, pois a intenção é que esta farinha seja combinada com outras farinhas em uma porcentagem menor para a elaboração de produtos formulados com maior conteúdo de carotenoides pró-vitâmicos A, principalmente em alimentos infantis e de panificação (bolos, biscoitos, pães, tortas), podendo, em paralelo aos programas existentes, auxiliar no combate a hipovitaminose A.

Outro fator importante é que a mesma pode ser produzida em pequenas agroindústrias de modo que possa ser incluída no Programa Nacional de Alimentação Escolar.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. V. et al. Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 59-71, 2012.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved Methods of Analysis of AACC*. 11. ed. St. Paul: AACC international, 2010.

AQUALAB. AquaLab series 4TEV - Atividade de água por ponto de orvalho e capacitância. 2019. Disponível em: <http://aqualab.decagon.com.br/produtos/analísadores-de-atividade-de-agua/aqualab-series-4tev-atividade-de-agua-por-ponto-de-orvalho-e-capacitancia/>. Acesso em: 28 jun. 2019.

ARAÚJO, C. S. P. et al. Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 33-41, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of AOAC international*. 16. ed. Arlington: AOAC international, 1996.

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. *The Chemical Composition of American Food Materials*. 28. Bulletin. Washington: Government Printing office, 1896.

BIOFORT BRASIL. Rede BioFORT. Plataforma BioFORT, Brasil, 2019. Disponível em: <https://biofort.com.br/rede-biofort/>. Acesso em: 1 jul. 2019.

BIOFORT GUATEMALA. Camote Biofortificado con Provitamina A o Betacarotenos. Plataforma BioFORT, Guatemala, CA, 2015. Hoja informativa. Disponível em: <http://biofort.com.gt/biofortificados-en-guatemala/camote-biofortificado-con-provitamina-a-o-betacarotenos/>. Acesso em: 5 fev. 2019.

BLIGH, E.G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol*, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, 03 jun. 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil: Seção 1*, Brasília, DF, n. 105, p. 91, 03 jun. 2005.

CAMARGO, V. C. S. Avaliação in vivo de retinol em produtos (farinha e bolo sem glúten) oriundos de batata-doce (*Ipomoea batatas*) cultivar Beauregard biofortificada com carotenoides. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP, 2018.

CARVALHO, M. P. M.; MOURA, L. L.; PAPE, G. Processo de obtenção de farinha de batata-doce. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, v. 16. n. 4, p. 551-556, jul./ago. 1981.

CELARIÉ, T. A. C. Evaluación de Harina y puré de camote (*Ipomoea batatas*) como sustituto parcial de harina de trigo en la elaboración de un batido tipo cupcake. 2016. Monografía (Graduación en Ingeniería Agroindustrial) – Facultad de Agricultura e Investigación, Universidad Dr. José Matías Delgado, La Libertad, 2016.

CHISTÉ, R. C. et al. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.27, n.2, p.265-269, abr./jun. 2007.

COSTA, J. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, A. L. M. L. Isotermas de adsorção de pós de beterraba (*Beta vulgaris* L.), abóbora (*Cucurbita moschata*) e cenoura (*Daucuscarota*) obtidos pelo processo

- de secagem em leite de jorro: estudo comparativo. *Revista Ciência Agronômica*, Ceará, v. 34, n. 1, p. 5-9, 2003.
- COSTA, M. G. et al. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, jan./mar. 2008.
- DARON, T. C.; HOJO, E. T. D.; SILVA, S. Z. Caracterização físico química da farinha biofortificada de diferentes cultivares de batata-doce em Cascavel, Paraná. *Revista Cultivando o Saber. Edição Especial*, p. 11-20, 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Alimentos biofortificados buscam reduzir a desnutrição da população. Embrapa, Brasília, DF, 28 maio 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3254365/alimentos-biofortificados-buscam-reduzir-a-desnutricao-da-populacao>. Acesso em: 5 fev. 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Codex alimentarius commission. 22. Session. Geneva, June 1997.
- GERMANI, R.; BENASSI, B. T.; CARVALHO, J. L. V. Métodos de avaliação de grão e farinha de trigo. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.
- GRANATO, D.; NUNES, D. S. Análises químicas, propriedades funcionais e controle de qualidade de alimentos e bebidas: uma abordagem teórico-prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabela 5457: Área plantada ou destinada à colheita (Hectares) – Quantidade produzida (Toneladas). Produção Agrícola Municipal. IBGE, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 30 jun. 2019.
- KAMER, J. H. V.; GINKEL, L. V. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July/Aug. 1952.
- KONICA MINOLTA. Catálogo do CM-700d. 2014.
- KONICA MINOLTA. Entendendo o Espaço de Cor L*a*b*. 2014. Disponível em: <http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- LEITE, V. H. G.; VITOR, C. J. Batata-doce: Cultivo, produtividade e rentabilidade. Casa do produtor Rural: ESALQ/USP, São Paulo, 9 set. 2018. Notícias. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/6069/batata-doce-cultivo-produtividade-e-rentabilidade.html>. Acesso em: 1 jul. 2019.
- LIMA, A. C. V. et al. Caracterização de farinha de batata-doce e avaliação sensorial de biscoito tipo cookie de batata doce e coco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: Alimentação: a árvore que sustenta a vida, 25., 2016, Gramado. Anais [...]. Gramado: FAURGS, 2016.
- LIMA, D. B.; DAMIANI, L. P.; FUJIMORI, E. Deficiência de vitamina A em crianças brasileiras e variáveis associadas. *Revista Paulista de Pediatria*, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 176-185, mar. 2018.
- MARIANO, R. S.; ARRUDA, S. G. B. Avaliação bromatológica e microbiológica de farinha, pão de caixa e biscoito elaborados a partir de batata-doce (*ipomoea batatas*) de cultivares roxa e beauregard. In: CONIC, 23.; CONITI, 7.; ENIC, 4., 2015, Recife. Anais [...]. Recife: UFPE, 2015.

- MELO, M. S. Teores de acidez em farinhas. *Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo*, v. 1, n. 2, p. 457-475, 1941.
- PAGANI, A. A. C. et al. Caracterização nutricional de farinha de duas variedades de batata doce e enriquecida com ácido ascórbico. In: ENEMP, 37.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS, 2015, São Carlos, SP. Anais [...]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2015.
- PONTES, S. F. O. Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa sapientum*) desidratada. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.
- POVEDA, G. F. C.; GRANADOS, R. G. S. Evaluación de la estabilidad de β -carotenos en una papilla de harina de camote biofortificado con dos tiempos y dos temperaturas de cocción. 2016. Proyecto (Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial Alimentaria) – Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 2016.
- RANGEL, C. N. et al. *Revista Sensory evaluation of cakes prepared with orange-fleshed sweetpotato flour (Ipomoea batatas L.). Perspectivas en Nutrición Humana, Medellín*, v. 13, n. 2, p. 203-211, 2011.
- REMONATO, J. et al. Qualidade de macarrão tipo talharim elaborado com farinha de batata-doce Beaugard. *Revista Agropecuária Técnica, Areia*, v. 38, n. 2, p. 91-95, 2017.
- RORABACHER, D. B. Statistical treatment for rejection of deviant values: critical values of Dixon's "Q" parameter and related subrange ratios at the 95% confidence level. *Analytical Chemistry*, v. 63, n. 2, p. 139-146, 1991.
- SALES, P. V. G.; COSTA, A. C. R.; OLIVEIRA, E. M. Secagem natural de banana nanica com e sem pré tratamento osmótico. *Journal of Bioenergy and Food Science, Macapá*, v. 1, n. 1, p. 41-45, 2014.
- SANTOS, J. C. et al. Estudo da cinética de secagem de batata-doce (*ipomoea batatas*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, v. 14, n. 4, p. 323-328, 2012.
- SILVA, R. G. V. Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.
- SINGH, S.; RIAR, C. S.; SAXENA, D. C. Effect of incorporating sweetpotato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. *African Journal of Food Science, Lagos, NGR, Sapele, KEN*, v. 2, p. 65-72, June, 2008.
- SOUSA, G. L. S. Obtenção e caracterização da farinha da batata-doce. 2015. Monografia (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande, 2015.
- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível: Centesimal, minerais, vitaminas e colesterol. 4. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, p. 26-66, 2011.
- TECSON-MENDOZA, E. M. Development of Functional Foods in the Philippines. *Food Science and Technology Research, [S. l.]*, v. 13, n. 3, p. 179-186, 2007.
- VIZZOTTO, M. et al. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. *Brazilian Journal of Food Technology, Campinas*, v. 21, p. 1-8, 2018.

RESUMO

Nos últimos anos o óleo de coco (OC) ressurgiu como alternativa de óleo para ingestão. Muitas vezes é divulgado como um óleo mais saudável, ao qual são atribuídos inúmeros benefícios. Logo, ressalta-se a importância de compreender as motivações para ingestão de OC, avaliar a forma de utilização na alimentação e a percepção sobre as possíveis consequências desse consumo na saúde. Tais objetivos foram avaliados por meio de pesquisa de opinião, sobre a situação de consumo do OC por indivíduos brasileiros. O questionário foi realizado em plataforma online por 330 participantes, dos quais 111 consumiam OC. Foi notório o desconhecimento dos participantes em relação a composição do OC. O principal motivo de utilização foi este óleo ser considerado mais saudável que outros óleos. Os indivíduos relataram utilizar o OC principalmente como um componente de receitas culinárias ou como meio de cocção para o preparo de alimentos. O consumo diário relatado variou de 1 mL a 10 mL. Mais da metade dos respondentes acreditam que o OC não provoca malefícios. Apesar de diversos estudos apresentarem benefícios atribuídos ao OC, não há recomendação da quantidade de ingestão capaz de conferir benefícios à saúde e/ou de uma ingestão máxima que não promova danos. Inclusive, algumas organizações contraindicam o consumo do OC em virtude de poder promover doenças cardiovasculares. Logo, quando houver o consumo é importante indicar que esse contemple as recomendações de ingestão de ácidos graxos saturados, bem como as formas de extração e de uso culinário que preservem os compostos bioativos do OC.

Palavras-chave: *Cocos Nucifera*; Gordura Saturada; Doenças Cardiovasculares; Consumo; Inquéritos E Questionários

INTRODUÇÃO

O óleo de coco (OC) é o produto lipídico derivado do albúmen sólido do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.). Esse produto alimentício pode ser extraído de forma artesanal ou comercial, nas versões virgem (OCV), de copra (OCp) ou refinado, branqueado e desodorizado (RBD), os quais não diferem quanto ao conteúdo de ácidos graxos, mas sim em relação aos compostos fenólicos, presentes em maior quantidade no OCV (Narayanankutty, Illam, Raghavamenon, 2018; Marina, Che Man, Amin, 2009).

No Brasil, existe um uso histórico do OC para fins cosméticos ou na indústria oleoquímica (Wongpoowarak *et al.*, 2009). No entanto, habitantes de regiões tropicais, como Índia, Filipinas, Malásia e Indonésia, apresentam hábitos de consumo de OC relacionado à cultura medicinal e alimentícia. A plantação de coco foi expandida em colônias europeias (final do século XIX), fazendo com que esse óleo fosse amplamente usado para cocção em países da Europa e Estados Unidos. Contudo, a Segunda Guerra Mundial ocasionou escassez do fornecimento do OC, o que influenciou o crescimento da produção e consumo de outras oleaginosas (Lira *et al.*, 2017; Cassiday, 2016).

Desde a década de 1950 o consumo de gordura saturada foi considerado um fator de risco para desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Ganesan, Sukalingan, Xu, 2018; Eyres *et al.*, 2016; Hamsi *et al.*, 2015; Keys, 1953), o que levou à preocupação do consumo de diferentes alimentos fontes, a exemplo do OC, cuja produção e exportação foi prejudicada por essa tendência (Cassiday, 2016).

O OC é composto por, aproximadamente, 90% de ácidos graxos saturados, principalmente ácidos graxos de cadeia média (C6-C12), como o ácido láurico (C12:0, 46%), cáprico (C10:0, 7%) e caprílico (C8:0, 9%), organizados em sua maior parte como triacilgliceróis de cadeia média (TCM), principalmente a trilaurina (Đurašević *et al.*, 2020; Cassiday, 2016). No entanto, o suplemento comercial denominado TCM, que pode ser obtido tanto do OC como do óleo de palma, é composto por ácidos graxos com 6 a 10 carbonos (ácidos caproico, caprílico e cáprico), apresentando composição e metabolismo diferenciados, que favorecem a saciedade e absorção quando comparados ao OC (Kinsella, Maher, Clegg, 2017). Ambos, OC e TCM, podem ser utilizados como estratégias nutricionais onde há comprometimento do metabolismo lipídico, visto que possuem metabolismo diferenciado em relação aos triacilgliceróis de cadeia longa (TCL) (Guimarães *et al.*, 2019; Narayanankutty, Illam, Raghavamenon, 2018).

Nos últimos dez anos o OC, principalmente OCV, ressurgiu em diversos países como uma alternativa de óleo para a ingestão. Evidencia-se sua divulgação comercial, midiática e por alguns profissionais de saúde como um óleo mais saudável, ao qual são atribuídas propriedades antioxidantes, cardioprotetoras, antitrombóticas, hipolipemiantes, antivirais,

antimicrobianas, antifúngicas, para perda de peso, fonte energética de rápida assimilação, proteção contra doença de Alzheimer, dentre outras, o que atraiu a atenção de diversos públicos que o utilizam como óleo para cozinhar, como ingrediente de preparações culinárias ou o consomem puro ou misturado a bebidas, como no café “à prova de balas” (*bulletproof coffee*) (Lima, Block, 2019; Santos *et al.*, 2019; Sankararaman, Sferra, 2018; Varma *et al.*, 2017; Nitbani *et al.*, 2016; Toklu *et al.*, 2015; Vysakh *et al.*, 2014; Hann, Martins, Dias, 2014; DebMandal, Mandal, 2011).

Essa tendência, acompanhada de efetivas estratégias de marketing, acarretou aumento na demanda e um marcante incremento da quantidade de marcas e disponibilidade comercial desse óleo (Sankararaman, Sferra, 2018), o qual tem alto preço de mercado no Brasil. No entanto, inconvenientes do consumo do OC também foram apontados por outros estudos e revisões (Neelakantan, Seah, Dam, 2020; Lima, Block, 2019; Santos *et al.*, 2019; Ganesan *et al.*, 2018; Eyres *et al.*, 2016; Hamsi *et al.*, 2015) e são amplamente divulgados em comunicações não científicas. Tal ambiguidade de opiniões tende a confundir o público quanto ao consumo e percepções sobre esse alimento. Em inquérito conduzido por Quealy, Sanger- Katz (2016) nos Estados Unidos, 72% do público em geral considerou o OC como alimento saudável e 37% de Nutricionistas exibiram a mesma opinião.

Diante da polêmica sobre o consumo do OC, entidades da área da saúde (Hohl, Cercato, 2016; Conselho Federal de Nutricionistas, 2015) veicularam informações para alertar a população sobre o consumo desse óleo voltado para fins terapêuticos e emagrecimento. A *American Heart Association* se posicionou contrária ao consumo de OC em virtude de sua influência no aumento de LDL-c, caracterizado como um dos fatores promotores de doença cardiovascular (Sacks *et al.*, 2017).

Nesse contexto, ressalta-se a importância de compreender as motivações para ingestão de OC, avaliar as formas de utilização na alimentação e a percepção sobre as possíveis consequências desse consumo na saúde. No presente trabalho, tais objetivos foram avaliados por meio de pesquisa de opinião, sobre a situação de consumo do OC por indivíduos brasileiros.

MÉTODO

O estudo é caracterizado como transversal e foi realizado com amostragem de resposta voluntária.

Elaborou-se um questionário composto por 20 perguntas, nas modalidades múltipla escolha (com opção de selecionar uma ou várias respostas) e pergunta aberta (com resposta descritiva), o qual foi disponibilizado na plataforma online Google Forms® entre junho e setembro de 2018. O questionário foi delineado em quatro etapas sequenciais e realizadas

em conjunto. A primeira etapa consistiu em avaliar o perfil sociodemográfico (sexo; idade; cidade e estado de residência; escolaridade; renda mensal aproximada) e pessoais (prática de exercícios físicos; se o participante estuda ou atua na área da saúde; se já fez ou faz alguma dieta específica) de toda a população estudada. Na segunda etapa, todos os respondentes foram inquiridos sobre a composição do OC e se o consomem puro ou o utilizam como ingrediente de preparações culinárias. Na terceira parte, destinada exclusivamente aos consumidores do OC, foram investigados os conhecimentos sobre o OC e dados sobre o consumo, que abrangeram há quanto tempo o participante consome OC, se substituiu outros óleos ou gorduras pelo OC, além dos motivos de consumo, formas de ingestão, quantidade ingerida, possíveis benefícios e malefícios advindos do consumo, bem como as principais marcas adquiridas. Por último, todos os participantes foram questionados sobre o consumo de produtos derivados do coqueiro e opinião pessoal sobre efeitos do consumo de OC na saúde.

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto / Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sob o parecer número 3.963.099. Todos os participantes que se dispuseram a integrar a pesquisa concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

A compilação e análise dos dados foi realizada através do software Excel 365® sendo utilizada estatística descritiva para apresentação dos valores através de média, desvio padrão e distribuição de frequências em valores absolutos e relativos.

RESULTADOS

Trezentos e trinta indivíduos (n=330) participaram da pesquisa (Tabela 1), sendo 87% do sexo feminino, com faixa etária entre 17 e 60 anos. Escolaridade completa até o ensino médio (43%) assim como uma renda mensal familiar de 2 a 5 salários mínimos (48%) foram predominantes entre os respondentes. Cerca de 49% estudam ou exercem cargo profissional na área da saúde (nutrição, medicina, enfermagem, educação física, fisioterapia e outras áreas da saúde). De todos os participantes da pesquisa, 51% relataram praticar algum tipo de atividade física, cujos tipos e graus de intensidade variaram amplamente.

Entre os que já fizeram ou fazem alguma dieta específica (66%), foram listados motivos como: emagrecimento ou estética (40%), melhorar a saúde (28,5%), controle ou tratamento de alguma doença (9%), alergia ou intolerância alimentar (4,5%) e outras razões como ganho de peso e/ou massa muscular, cirurgias ou estilo de vida (religião ou vegetarianismo).

Foi notório o desconhecimento dos participantes em relação à composição do principal macronutriente do OC (lipídeo), onde 9% relataram ser rico em proteína e 26% não souberam responder. Um terço (n=111) dos indivíduos indicou consumir ou usar o OC como

ingrediente culinário e para este público foram feitos questionamentos específicos relacionados ao consumo desse produto alimentício na segunda etapa do questionário. Quando os consumidores foram avaliados de forma isolada, 28% não souberam ou responderam equivocadamente sobre a composição do OC (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização socioeconômica de todos os participantes da pesquisa (n= 330) e dentre estes, do grupo de consumidores de óleo de coco (n=111)

Variáveis	% (n=330)	% (n=111)
Sexo		
Feminino	87	93
Masculino	13	7
Idade		
17 - 25	55	50
26 - 40	32	35
40 - 60	13	15
Escolaridade		
Até ensino médio	46	37
Ensino superior	34	42
Pós-graduação	18	20
Não opinaram	2	1
Renda mensal por residência		
Até 1 s.m.	9	6
2 - 5 s.m.	48	45
> 5 s.m.	35	42
Não opinaram	8	7
Estudo ou atuação profissional		
Não atua na área da saúde	51	51
Nutrição	35	35
Outras áreas da saúde	14	14
Prática de atividade física		
Sim	51	55
Não	49	45
Realiza/realizou dieta específica		
Sim	66	76
Não	35	24
Opinião sobre composição nutricional predominante do óleo de coco		
Lipídeo	65	72
Carboidrato	1	1
Proteína	9	8
Não sabe	26	19
Ingestão do óleo de coco ou utilização como ingrediente		
Sim	34	100
Não	66	-

s.m. – salário mínimo (R\$ 954,00 em dezembro de 2018)

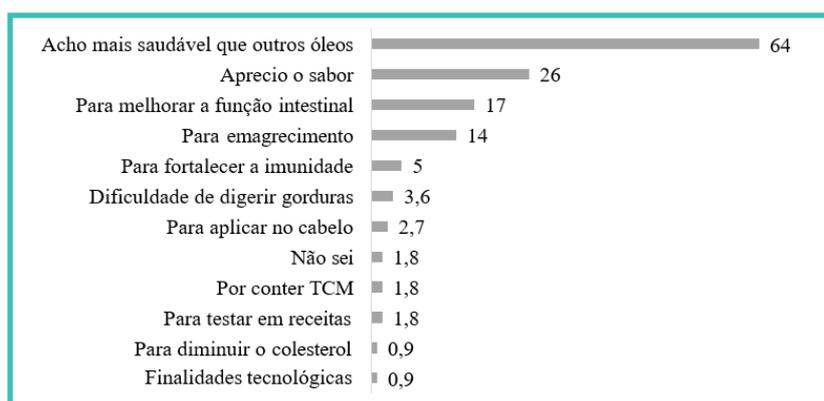
Quarenta e sete por cento (47%) dos 111 participantes incorporou o OC na alimentação há menos de um ano e cerca de 6% o utiliza por um período superior a cinco anos. Destacou-se o consumo do óleo industrializado (93% dos participantes), comercializado

por diferentes marcas, sendo 14 citadas. Sete por cento (7%) consomem o óleo extraído de forma artesanal e/ou compram em estabelecimentos comerciais em que a produção também ocorre dessa maneira.

Foi observada a expressiva quantidade de indivíduos que introduziu o OC na dieta sem a exclusão de quaisquer outros óleos ou gorduras (55%). Entretanto, 29,7% introduziu esse óleo de forma a substituir um ou mais óleos anteriormente utilizados na alimentação, como azeite de oliva, óleo de soja, milho, girassol ou canola. Gorduras como manteiga, margarina, banha e gordura vegetal hidrogenada foram substituídas pelo OC por 15,3% do público consumidor de OC (n=111).

Com relação aos motivos do uso do OC (Figura 1), o principal indicado foi este óleo ser considerado mais saudável que outros óleos (64%), seguido do sabor apreciado pelos consumidores (26%), para melhora da função intestinal (17%), emagrecimento (14%), fortalecimento da imunidade (5%) e dificuldade para digerir gorduras (3,6%). Outros motivos ainda foram citados, incluindo uso cosmético e culinário.

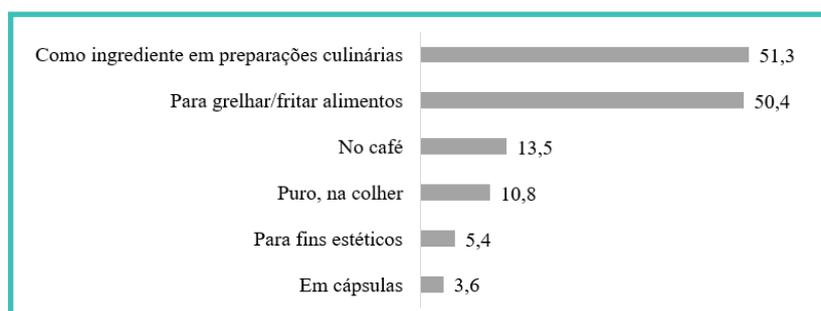
Figura 1. Motivos de uso do óleo de coco (%) (n=111) – pergunta com possibilidade de múltiplas respostas.



Legenda: TCM – triglicerídeo de cadeia média

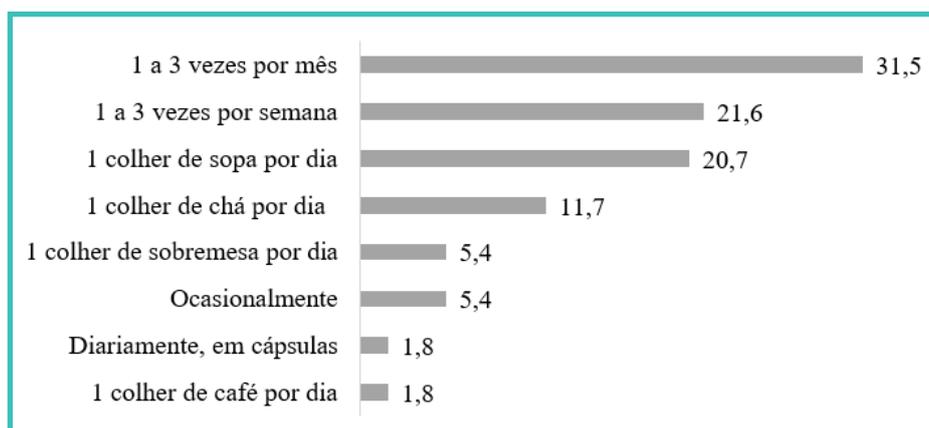
Como observado na Figura 2, os indivíduos relataram utilizar o OC principalmente como um componente de receitas culinárias (51,3%) ou como meio de cocção para o preparo de alimentos fritos e grelhados (50,4%).

Figura 2. Respostas (%) dos participantes (n=111) sobre formas de consumo do óleo de coco – pergunta com possibilidade de múltiplas respostas



Quando avaliada a quantidade consumida (Figura 3), 59% dos respondentes relataram que a ingestão desse óleo vegetal ocorre algumas vezes por mês ou por semana ou ocasionalmente, de forma indefinida. O consumo diário foi descrito por 41% dos indivíduos, em quantidades que variaram de 10 mL (uma colher de sopa) a 1 mL (uma colher de café), esta última semelhante à encontrada em cápsulas de OC disponíveis comercialmente.

Figura 3. Quantidade (%) usual de consumo de óleo de coco pelos participantes (n=111) – pergunta com uma opção de resposta

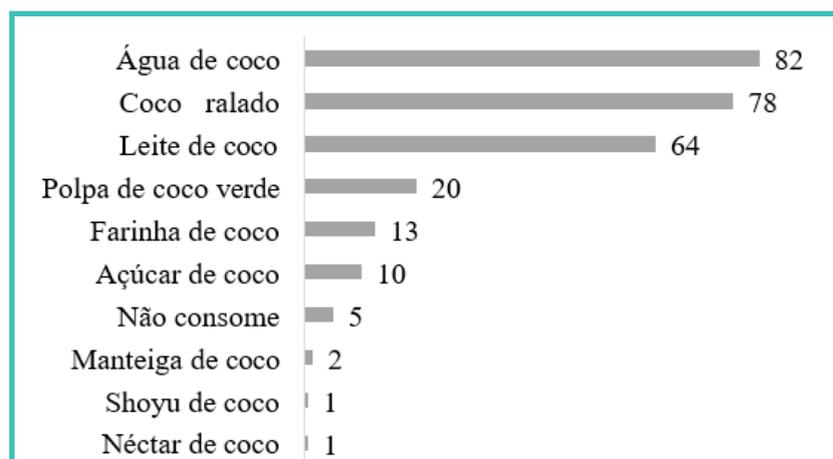


A maior parcela dos indivíduos (59%) relatou não ter notado mudanças significativas com a introdução do OC na alimentação, no entanto, alguns benefícios foram percebidos após a inclusão desse óleo. Benefícios esses que ultrapassam o âmbito da estética — com relatos de pele e cabelos mais fortes e sedosos —, e incluem melhoras metabólicas e corporais como emagrecimento, melhora da função intestinal, sistema imune e perfil lipídico.

Investigando os possíveis malefícios causados aos consumidores do OC (n=111), através de pergunta aberta, 99% dos indivíduos, relataram não perceber efeitos negativos. Um participante (1%) informou apresentar enjojo decorrente do consumo de OC.

Todos os participantes (n=330) foram questionados quanto ao consumo de outros produtos derivados do coqueiro (Figura 4). Produtos de fácil acesso físico e financeiro como a água de coco, coco ralado e leite de coco foram os mais consumidos pelos participantes, 82%, 78% e 64% respectivamente. Nota-se ainda, que tais alimentos são bastante utilizados em preparações culinárias que fazem parte da cultura alimentar brasileira. Entretanto, produtos como farinha de coco, açúcar de coco, manteiga de coco, néctar de coco e shoyu de coco apresentaram percentuais de consumo reduzidos, o que pode ser devido à disponibilidade recente e restrita desses produtos no mercado brasileiro, bem como o seu preço elevado e o desconhecimento destes pela população, visto que não são tradicionalmente consumidos.

Figura 4. Produtos derivados do coqueiro (%) consumidos pelos participantes (n=330) – pergunta com possibilidade de múltiplas respostas



Quando questionados (n=330) a respeito do OC causar algum dano à saúde, 66% dos participantes acreditam que o OC não causa malefícios. Dentre algumas justificativas apresentadas estão a crença de que esse óleo, por ser um produto “natural” e por ser rico em gorduras saturadas, não causaria danos. Vinte e três por cento (23%) indicaram que o OC só irá causar algum efeito adverso caso seja consumido em excesso, o que poderia acarretar algum efeito hipercolesterolêmico e aumentar propensão a doenças cardiovasculares. Alguns indivíduos desse grupo acreditam que prejuízo será causado mediante o aquecimento do OC e seu posterior consumo. Reforça-se que nenhum participante mencionou o que seria considerado uma quantidade excessiva ou o tipo de OC consumido (RBD, OCp, OCV, OC artesanal). Apenas 6% acreditam que esse óleo causa malefícios, uma vez que é rico em gordura, principalmente saturadas, as quais são capazes de aumentar o colesterol. Um (1) indivíduo desse quantitativo, ainda acredita que o OC pode fazer tão mal quanto manteiga ou banha. Quatro por cento (4%) não souberam opinar.

DISCUSSÃO

Ficou evidente o contraste de opiniões entre os participantes (n=330) quanto aos efeitos na saúde advindos da ingestão do OC. Esse óleo está entre os alimentos que mais contribuem para a ingestão dietética de ácidos graxos saturados (AGS), assim como as carnes, os laticínios, o óleo de palma e o chocolate (Ganesan, Sukalingam, Xu, 2018; Brasil, 2014; Lottenberg, 2009). O fato de ser rico em gorduras saturadas foi um dos fatores citados pelos respondentes como causa de benefícios, assim como de malefícios, refletindo a incerteza de informações em relação ao consumo desse alimento.

Em referência ao consumo de AGS, sabe-se que essa ingestão pode causar alterações no perfil lipídico, como aumento de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c), embora

também esteja relacionada ao aumento de lipoproteínas de alta densidade (HDL-c), e que o ácido láurico, principal ácido graxo presente no OC, apresenta maior potencial em elevar essas lipoproteínas em comparação aos ácidos graxos polinsaturados, monoinsaturados e carboidratos (Neelakantan, Seah, Dam, 2020; Resende *et al.*, 2016; Mozaffarian, Aro, Willett, 2009) conforme mecanismos sugeridos por Santos *et al.* (2019).

Em metanálise de Neelakantan, Seah e Dam (2020) com 17 artigos, sendo 16 de comparações entre consumo de OC e óleos vegetais não tropicais (soja, oliva, cártamo e canola) e 4 que avaliaram as consequências do consumo de OC em relação ao óleo de palma. O consumo de OC elevou a LDL-c em relação a outros óleos não tropicais em 8,6%, e a HDL-c em 7,8%. O aumento de LDL-c também ocorreu quando comparado ao óleo de palma, cujo teor de AGS é de 50%. Quanto maior o consumo de OC, maior foi o aumento de LDL-c.

O fato de o ácido láurico aumentar HDL-c geralmente é divulgado como estratégia benéfica do consumo desse óleo. No entanto, diversos autores têm questionado a relevância desse efeito protetor na redução de doenças cardiovasculares, visto que estudos de longo prazo ainda são necessários e que o aumento já constatado da LDL-c seria mais deletério para a saúde cardiovascular e não compensado pelos incrementos de HDL-c já reportados para OC (Neelakantan, Seah, Dam, 2020; Santos *et al.*, 2019; Sacks *et al.*, 2017). Apesar de alguns participantes do inquérito terem apontado seu uso para redução de triglicerídeos e colesterol, o consumo de OC não é recomendado para tratamento da hipercolesterolemia segundo a I Diretriz sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular (Santos *et al.*, 2013). A *American Heart Association* contraindica o consumo do OC visto que promove o aumento da LDL-c e não apresenta efeitos favoráveis compensatórios (Sacks *et al.*, 2017). Outros autores apontam que o OC não deveria ser considerado como óleo saudável para redução do risco de doença cardiovascular e indicam limitação do seu consumo, dentro das recomendações, em virtude do teor elevado de gordura saturada (Neelakantan, Seah, Dam, 2020; Santos *et al.*, 2019; Lima, Block, 2019).

Alguns estudos epidemiológicos com indivíduos, saudáveis ou não, que consomem produtos de coco fontes de gordura — como OC, leite de coco e polpa de coco (Chinwong, Chinwong, Mangklabruks, 2017; Cardoso *et al.*, 2015; Assunção *et al.*, 2009; Lipoeto *et al.*, 2004) —, não demonstraram relação com o prejuízo da saúde cardiovascular ou até demonstraram melhora dos parâmetros de perfil lipídico nos grupos avaliados. No estudo de Khaw *et al.* (2018), participantes de três grupos consumiram 50 mL de OC ou de azeite de oliva extra virgem ou 50 g de manteiga diariamente por 4 semanas. O LDL-c foi maior com ingestão de manteiga em comparação ao OC e de oliva, sendo os dois últimos iguais em relação à mudança da fração LDL-c. Com o consumo de OC o HDL-c foi superior em

relação à manteiga e ao azeite de oliva.

É importante avaliar o consumo desse óleo associado ao padrão alimentar, uma vez que esse tem sofrido alterações ao longo dos anos (Eyres et. al, 2016). O consumo do OC associado a uma dieta rica em açúcares, sódio, ácidos graxos trans, dentre outros, podem favorecer o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), afetando também a saúde cardiovascular. Portanto, seu consumo não excessivo e associado a uma prática alimentar saudável pode contribuir para que os efeitos indesejáveis não sejam evidentes (Khaw *et al.*, 2018; Hann, Martins, Dias, 2014).

Outro ponto a ser observado é a quantidade consumida desse óleo e sua contribuição para ingestão de AGS. Considerando uma dieta de 2000 kcal, a recomendação de consumo de AGS é de até 10% do valor energético total (VET), o que corresponde a 22 g; tal recomendação é reduzida na presença de dislipidemia, para até 7% do VET, correspondendo a 16 g (Sacks *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2013). Para a maior quantidade de consumo indicada nesse estudo (10 mL = 9 g de óleo de coco), há uma contribuição de 37% da ingestão de AGS com base na recomendação diária de até 10%, e de 51% na recomendação para dislipidêmicos. Logo, essa quantidade pode não ser suficiente para promover o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas, visto que a maioria dos participantes relatou não possuir uma frequência regular de consumo desse óleo ou o consome em quantidades ainda menores. Estudos em que indivíduos consumiram diariamente 15 mL de OCV por 90 dias (Cardoso *et al.*, 2015) ou 30 mL por 56 dias (Chinwong, Chinwong, Mangklabruks, 2017), mostraram aumento de HDL-c e ausência de interferência nos outros parâmetros lipídicos, mesmo que o consumo de AGS tenha ultrapassado em 1,1 vez o preconizado na recomendação de 10% de AGS, como observado no estudo com indivíduos saudáveis (Chinwong, Chinwong, Mangklabruks, 2017).

Deve-se observar, no entanto, que a introdução do OC na dieta pode modificar o padrão da ingestão lipídica. Um terço (n=111) da população estudada indicou substituir outros óleos (azeite de oliva, óleo de soja, óleo de milho, óleo de girassol e óleo de canola), ricos em ácidos graxos insaturados, pelo OC. Apesar de ser caracterizado como óleo (líquido à 25 °C, BRASIL, 2005), o OC é rico em AGS (aproximadamente 90%) e essa substituição pode contribuir para o aumento do consumo de AGS, podendo favorecer com que o indivíduo atinja ou ultrapasse o limite da recomendação diária recomendada.

Nota-se ainda, que cerca de 15% relatou substituição de outras gorduras (manteiga, margarina, banha e gordura vegetal hidrogenada) pelo OC. Substituir gordura vegetal hidrogenada e margarinas obtidas por hidrogenação parcial pelo OC não refinado ou hidrogenado pode contribuir para a diminuição do consumo de ácidos graxos trans. A substituição da manteiga pelo OC de forma rotineira e sem outras modificações alimentares, pode favorecer

a redução da ingestão de colesterol, assim como, de vitamina A. Para além disso, quando o OC é incluído na dieta substituindo outros óleos ou como fonte lipídica majoritária, pode haver prejuízo no consumo dos ácidos graxos essenciais alfa-linolênico (C18:3 n-3) e linoleico (C 18:2 n-6), ambos presentes em baixas concentrações no OC. Postula-se que alguns efeitos negativos observados previamente com a introdução desse óleo possam ter sido causados por deficiências nutricionais de outros ácidos graxos, e não necessariamente efeito negativo do óleo em si (Cassiday, 2016).

Outros compostos além dos lipídeos, a exemplo dos açúcares, podem influenciar a dislipidemia. Guimarães e colaboradores (2019) investigaram que uma dieta rica em frutose é capaz de aumentar o colesterol total, além de contribuir com o acúmulo de gordura no fígado (Crescenzo *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2011). Quando o consumo da frutose foi associado ao consumo de TCM, os resultados negativos foram ainda mais expressivos, como aumento da massa hepática, colesterol total e triglicérides.

Os TCM possuem metabolismo diferenciado quando comparado aos TCL, contribuindo como fonte de energia rápida ao invés de ser armazenado sob a forma de gordura (Guimarães *et al.*, 2019; Dias *et al.*, 2018; Pehowich, Gomes, Barnes, 2000). Diferentemente dos TCL, os TCM não necessitam sofrer a ação de enzimas digestivas como a lipase pancreática para serem absorvidos, atravessam rapidamente a mucosa intestinal, são transportados via circulação porta-hepática sem a necessidade de incorporação aos quilomícrons. Outro aspecto relacionado ao seu metabolismo é a não dependência de carnitina para transporte dos AGCM até a mitocôndria (Guimarães *et al.*, 2019). Dessa forma, os TCM não são estocados no tecido adiposo e são rapidamente oxidados no fígado, além de não participarem do ciclo do colesterol (Liau *et al.*, 2011). Os TCM também têm a capacidade de regular fatores de transcrição que levam à modulação da atividade de enzimas relacionadas com reações de síntese e oxidação de lipídios, como PPAR-alfa, o que leva ao aumento da atividade de enzimas relacionadas com a lipólise e beta-oxidação. Fatores de transcrição como SREBP-1 são suprimidos levando à diminuição da atividade de enzimas relacionadas com a lipogênese como a HMG-Coa redutase (Arunima, Rajamohan, 2014).

Um argumento frequentemente utilizado a favor do OC é o fato deste ser rico em ácidos graxos de cadeia média (AGCM), os quais estão dispostos principalmente em estruturas de TCM (Neelakantan, Seah, Dam, 2020). Contudo, o ácido láurico, apesar de classificado como AGCM não se comporta biologicamente como outros AGCM, sendo absorvido e transportado por quilomícrons (em torno de 70%), tal qual os ácidos graxos de cadeia longa (Santos *et al.*, 2019; Sankararaman, Sferra, 2018; Clegg, 2017).

Outro motivo atribuído ao uso do OC foi a dificuldade na digestão de gorduras. Sendo o OC fonte principalmente de TCM, sua digestão pode ser facilitada em comparação a ou-

tros óleos e gorduras compostos sobretudo por TCL. Em contrapartida, o suplemento TCM, o qual é composto apenas por ácidos graxos de cadeia média de 6 a 10 carbonos, possui digestão e assimilação facilitada quando comparado ao OC, visto que este também contém TCL e ácido láurico (12:0) (Narayanankutty, Illam, Raghavamenon, 2018). Também foi demonstrado um maior efeito sacietógeno do suplemento TCM (25 g) em comparação ao OC (26 g), adicionados em smoothies, o que contribuiu para uma menor ingestão de alimentos ao longo do dia (Kinsella, Maher, Clegg, 2017).

O OC é bastante empregado por motivos de emagrecimento, como evidenciado pelos participantes do presente estudo. No entanto, não foram identificados estudos que justifiquem o uso do OC para essa finalidade. Reforça-se ainda, que a SBEM e a ABESO posicionaram-se contra o uso terapêutico do OC para o emagrecimento (Hohl, Cercato, 2016). Dias e colaboradores (2018) revelaram que apesar do uso do OCV em modelo animal em doses crescentes como substituição parcial de lipídeos (10,4%, 50% e 95%), não houve diferença em relação às circunferências abdominais e torácicas, bem como no índice de massa corporal, indicador que também reflete peso corporal. O estudo realizado por Assunção e colaboradores (2009) indicou a perda de peso associada ao uso desse óleo (30 mL/dia), contudo, outros fatores como modificação de estilo de vida, incorporação de dieta e prática de atividade física foram incorporados ao tratamento de mulheres com obesidade abdominal, colocando em dúvida o real efeito do uso desse alimento. O consumo de OC não alterou significativamente os marcadores de glicemia, inflamação e adiposidade em relação a óleos vegetais não tropicais conforme metanálise de Neelakantan, Seah e Dam (2020). Segundo Santos *et al.* (2019) o OC não deveria ser considerado como estratégia para aumento da saciedade ou termogênese.

Ainda relacionando possíveis efeitos do consumo com desordens metabólicas, Quitete e colaboradores (2019) evidenciaram a programação metabólica ocorrida nas crias de ratas lactantes que consumiram OC durante a amamentação. Essa exposição apenas na fase inicial da vida favoreceu desordens na vida adulta como obesidade, hiperfagia, hiperleptinemia e mudanças nos hormônios tireoidianos. Quando os animais continuaram o consumo de OC após o desmame, a adaptação ocorreu e as mudanças metabólicas não foram observadas. Đurašević *et al.* (2020) demonstraram em ratos com diabetes induzida, que a ingestão de ração enriquecida com 20% de OC virgem causou forte resistência insulínica e afetou negativamente os lipídeos plasmáticos, contraindicando seu consumo em caso de diabetes. Os efeitos dessa quantidade em seres humanos serão investigados em estudos posteriores.

Participantes da pesquisa ainda informaram utilizar esse óleo como forma de contribuir para a melhora da imunidade. Alguns estudos demonstram (Svenia *et al.*, 2017; Hamsi *et al.*, 2015; Nitbani, *et al.*, 2016) que o OC possui atividade antibacteriana, antifúngica e anti-

viral, atribuída tanto ao ácido láurico como ao seu derivado monolaurina. Apesar dos efeitos bactericidas já demonstrados para a monolaurina, as evidências de sua produção in vivo a partir do consumo de OC, bem como se apresentam efeito biológico, ainda não são claras (Sankararaman, Sferra, 2018).

Diferentes formas de consumo do OC foram relatadas, dentre elas seu uso sob altas temperaturas para grelhar e/ou fritar alimentos. Entende-se que o método de extração do OC e técnicas de cocção empregadas no preparo de alimentos com esse óleo podem modificar os compostos minoritários com ação antioxidante, como compostos fenólicos e vitamina E (Marina, Che Man, Amin, 2009). É importante ressaltar que benefícios relacionados ao OC ocorrem principalmente quando há manutenção dos compostos fenólicos, o que ocorre no OC virgem (Lima, Block, 2019; Narayanankutty, Illam, Raghavamenon, 2018; Varma *et al.*, 2017; Vysakh *et al.*, 2014; Marina, Che Man, Amin, 2009). Óleos de coco extraídos a partir da copra e/ou submetidos a processo de extração e refino com agentes químicos e/ou altas temperaturas podem apresentar redução considerável ou ausência dos compostos fenólicos (Khaw *et al.*, 2018; Marina, Che Man, Amin, 2009). A preocupação com os participantes que relataram extrair o próprio óleo de maneira artesanal, se deve ao fato de que podem ser empregadas tanto técnicas que preservem os compostos fenólicos e vitaminas lipossolúveis, p. ex. extração a frio, como também aquelas que favorecem a perda dos mesmos, p. ex. aquecimento do leite de coco sob altas temperaturas por um longo tempo.

A manutenção dos compostos fenólicos também favorece a estabilidade oxidativa do OC, a qual é naturalmente beneficiada pela composição rica em AGS, os quais são quimicamente inertes a reações oxidativas. Dessa forma, esse óleo tem sido apontado como uma alternativa mais estável para processos de cocção devido à sua elevada resistência à oxidação e muitas marcas comercializam seus produtos com alegações de que este é a melhor opção para cocção de alimentos (Lima, Block, 2019).

Algumas referências, no entanto, indicam que o ponto de fumaça do OC não refinado (171 °C e 177 °C) estaria abaixo do geralmente indicado para fritura, que é de 180 °C (Santos *et al.*, 2019; Lima, Block, 2019). Cruz, Chagas e Moreira (2018) encontraram ponto de fumaça de 190 °C para OCV e observaram redução da capacidade antioxidante em amostras aquecidas sob fritura de imersão. Além disso, como possui uma pequena fração de ácidos graxos insaturados (7-10%), reações de oxidação lipídica podem ocorrer (Wongpoowarak *et al.*, 2009), sendo interessante evitar seu uso com métodos de cocção que aplicam elevadas temperaturas (p. ex. fritura por imersão, realizada a 180 °C), visto que estas podem reduzir o conteúdo de substâncias antioxidantes e favorecer a formação de compostos de oxidação lipídica com potencial tóxico (Eyres *et al.*, 2016). Reforça-se que essa recomendação pode ser estendida a qualquer óleo utilizado para cocção.

Hamsi e colaboradores (2015) demonstraram aumento expressivo de biomarcadores sanguíneos inflamatórios com o consumo de OCV reaquecido (1, 5 e 10 vezes), como VCAM-1, ICAM-1, PCR e TXA2 associados a uma redução da concentração de PGI2 sanguínea. A ingestão de OC fresco (não aquecido) não foi associada ao aumento da concentração desses marcadores no estudo de Hamsi et al., 2015. Outro estudo realizado por Dias e colaboradores (2018) revelaram que, apesar da utilização do OCV, em diferentes concentrações (10,4%, 50% e 95%) em relação ao percentual de lipídios da dieta, foi capaz de ocasionar um aumento na expressão de citocinas como IL-12, mesmo que outras (IFN- γ e TNF- α) tenham se mantido semelhantes. Além disso, mesmo que em doses distintas, o OCV fresco foi capaz de aumentar a concentração de enzimas antioxidantes.

Alguns genes inflamatórios como COX-2, TNF- α , IL-6 e PCR, foram suprimidos após o tratamento com compostos fenólicos isolados do OCV, demonstrando efeitos antiinflamatórios e antioxidantes. A fração polifenólica contribuiu com o aumento da atividade de algumas enzimas como glutathione peroxidase e superóxido dismutase, preservando a integridade de membranas celulares (Vysakh et. al, 2014).

Os efeitos funcionais atribuídos a um alimento estão relacionados à quantidade, forma e regularidade de consumo. Devemos destacar a importância de avaliar a inclusão de um alimento ou produto alimentício no contexto geral da alimentação de cada indivíduo. Além disso, existem outros fatores que influenciam o processo saúde-doença (exercício físico, tabagismo, sono, estresse).

A inclusão de OC na dieta, seja por razões clínicas como a dificuldade de digestão/absorção de gorduras ou para emagrecimento, fortalecimento do sistema imunológico, por tendência, por apreciar o sabor, pode ocorrer de maneira pontual ou ser incorporado no hábito alimentar do indivíduo, de forma regular ou não, como foi observado na população estudada. Essa variação nos padrões de consumo do OC dificulta o estabelecimento de relação causa-consequência, ou seja, estabelecer efeitos diretos do consumo a possíveis benefícios e malefícios desse alimento, como relatado pela maioria dos indivíduos. Alguns indivíduos perceberam melhoras advindas diretamente do consumo de OC (emagrecimento, melhora da função intestinal, sistema imune e perfil lipídico). Entretanto, diferentes fatores podem estar atrelados a essas mudanças, como a introdução ou adesão a hábitos saudáveis de vida, contribuindo como vieses do real efeito percebido.

Apesar da falta de consenso da literatura sobre diversos aspectos do consumo de OC e da escassez de trabalhos que avaliem o consumo em longo prazo, algumas diretrizes têm sido consideradas com base nas evidências científicas obtidas até o presente momento: o consumo de OC não melhora a saúde cardiovascular e não deveria ser recomendado em substituição a outros óleos vegetais; pode promover doença cardiovascular em vista do

elevado teor de ácidos graxos saturados; não favorece perda de peso. A indicação é que se for consumido como parte da rotina, que a quantidade esteja contemplada nos 10% de AGS indicados e que sejam considerados os demais alimentos fontes de AGS. Pelo o que foi observado, os participantes parecem consumir esse óleo em teores que não ultrapassam a recomendação.

CONCLUSÃO

Foi evidente o uso recente do OC pelos participantes, o que provavelmente acompanhou as tendências mundiais do consumo desse alimento. Este uso foi justificado na maioria dos participantes para fins de perda de peso, bem como para melhoras na saúde. Também é importante ressaltar que um terço da população estudada desconhecia a composição do OC, dois terços o consideravam mais saudável que outros óleos e somente uma pequena parcela acreditava que esse óleo poderia causar malefícios à saúde.

Apesar de diversos estudos apresentarem benefícios atribuídos ao OC, não há recomendação da quantidade de ingestão capaz de conferir benefícios à saúde e/ou de uma ingestão máxima que não promova danos. Todavia, deve ser estimulado o consumo do OCV em detrimento do óleo de coco RBD e/ou extraído com o emprego de altas temperaturas. Além disso, indica-se que seja utilizado preferencialmente fresco ou sem métodos de cocção que empreguem temperaturas elevadas por longos períodos. Dessa forma, como qualquer outro alimento, o OC pode ser capaz de contribuir com efeitos positivos e negativos no organismo humano, dependendo da forma e quantidade de consumo.

Conhecer as percepções do público em geral sobre alimentos auxilia no estabelecimento de estratégias de educação nutricional. Além do mais, é notório que se a introdução deste óleo for realizada, deve ser feito no contexto de uma alimentação equilibrada nutricional e em quantidades adequadas, respeitando as recomendações de consumo de ácidos graxos saturados.

REFERÊNCIAS

Arunima, S, Rajamohan, T. Influence of virgin coconut oil-enriched diet on the transcriptional regulation of fatty acid synthesis and oxidation in rats - a comparative study. *Br J Nutr* 2014; 111: 1782-1790.

Assunção ML, Ferreira HS, dos Santos AF, Cabral CR Jr, Florêncio TM. Effects of dietary coconut oil on the biochemical and anthropometric profiles of women presenting abdominal obesity. *Lipids*. 2009; 44(7): 593–601.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (ANVISA). Legislação. *VisaLegis*. Resolução RDC n.270, de 22 de setembro de 2005: aprova regulamento técnico para

óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. [Citado em 2019 jan 07]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2014; 2.

Cardoso DA, Moreira ASB, Oliveira GMM, Luiz RR, Rosa G. A coconut extra virgin oil-rich diet increases HDL cholesterol and decreases waist circumference and body mass in coronary artery disease patients. *Nutricion Hospitalaria*. 2015; 32(5): 2144–2152.

Cassiday L. Coconut oil boom. *INFORM: International News on Fats, Oils, and Related Materials*. 2016; 27(5): 6-13.

Castro GSF, Cardoso JFR, Vannucchi H, Zucoloto S, Jordão AA. Fructose and NAFLD: metabolic implications and models of induction in rats. *Acta Cirúrgica Brasileira*. 2011; 26(2): 45-49. Conselho Federal de Nutricionistas (CFN). Posicionamento sobre o óleo de coco. Brasília 2015.

Chinwong S, Chinwong D, Mangklabruks A. Daily consumption of virgin coconut oil increases high-density lipoprotein cholesterol levels in healthy volunteers: A randomized crossover trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017; 2017: 8.

Clegg ME. They say coconut oil can aid weight loss, but can it really? *Eur J Clin Nutr*. 2017;71(10):1139–43.

Crescenzo R, Bianco F, Falcone I, Coppola P, Liverini G, Iossa S. Increased hepatic de novo lipogenesis and mitochondrial efficiency in a model of obesity induced by diets rich in fructose. *European Journal of Nutrition* 2013; 52(2):537-45.

Cruz BCS, Chagas CGO, Moreira AVB. O tratamento térmico influencia as características físico-químicas e oxidativas do óleo de coco. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. 2018; 39(1): 51-58.

DebMandal M, Mandal S (2011). Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): In health promotion and disease prevention. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 2011; 4: 241– 247.

Dias MM, Siqueira NP, Conceição LL, Reis SA, Valente FX, Dias MMS et al. Consumption of virgin coconut oil in Wistar rats increases saturated fatty acids in the liver and adipose tissue, as well as adipose tissue inflammation. *Journal of Functional Foods*. 2018; 48: 472– 480.

Đurašević S, Nikolić G, Zaletel I, Grigorov O, Memon L, Mitić-Ćulafić D, Vujović P, Đorđević J, Todorović Z. Distinct effects of virgin coconut oil supplementation on the glucose and lipid homeostasis in non-diabetic and alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Functional Foods*. 2020; 64:103601. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103601>

Eyres L, Eyres MF, Chisholm A, Brown RC. Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. *Nutrition Reviews*. 2016; 74(4): 267–280.

Ganesan K, Sukalingam K, Xu B. Impact of consumption and cooking manners of vegetable oils on cardiovascular diseases- A critical review. *Trends in Food Science & Technology*. 2018; 71: 132–154.

Guimarães J, Bargut TCL, Mandarim-de-Lacerda CA, Aguila MB (2019). Medium-chain triglyceride reinforce the hepatic damage caused by fructose intake in mice. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2019; 140: 64–71.

Hamsi MA, Othman F, Das S, Kamisah Y, Thent ZC, Qodriyah HMS, et al. Effect of consumption of fresh and heated virgin coconut oil on the blood pressure and inflammatory biomarkers: An

- experimental study in Sprague Dawley rats. *Alexandria Journal of Medicine*. 2015; 51(1), 53–63.
- Hann VB, Martins MS, Dias RL. Termogênicos: uma revisão sistemática sobre o uso de óleo de coco, óleo de cártamo e CLA. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2014; 8(43): 10- 19.
- Hohl, A., Cercato C. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) e da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (ABESO) sobre o uso do óleo de coco para perda de peso. 2016. Disponível em:https://www.endocrino.org.br/media/uploads/posicionamento_oficial_%C3%B3leo_de_coco_sbem_e_abeso.pdf
- Khaw K-T, Sharp SJ, Finikarides L, Afzal, I.; Lentjes, M.; Luben, R.; Forouhi, N.G. Randomised trial of coconut oil, olive oil or butter on blood lipids and other cardiovascular risk factors in healthy men and women. *BMJ Open*. 2018;8:e020167. doi:10.1136/bmjopen- 2017-020167
- Keys A. Atherosclerosis: a problem in newer public health. *J Mt Sinai Hosp NY* 1953;20:118–39.
- Kinsella R, Maher T, Clegg ME. Coconut oil has less satiating properties than medium chain triglyceride oil. *Physiology & Behavior*. 2017; 179: 422–426.
- Liau, KM, Lee YY, Chen CK, Rasool AH. An open-label pilot study to assess the efficacy and safety of virgin coconut oil in reducing visceral adiposity. *ISRN Pharmacol* 2011; 2011: 949686. Arunima S.
- Lima RS, Block JM. Coconut oil: what do we really know about it so far? *Food Quality and Safety*. 2019; 3: 61–72. doi:10.1093/fqsafe/fyz004
- Lipoeto NI, Agus Z, Oenzil F, Wahlqvist ML, Wattanapenpaiboon N. Dietary intake and the risk of coronary heart disease among the coconut-consuming Minangkabau in West Sumatra, Indonesia. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2004; 13(4): 377–384.
- Lira GM, Cabral CCVQ, Oliveira IBA, Figueirêdo BC, Simon SJGB, Bragagnolo N. Changes in the lipid fraction of king mackerel pan fried in coconut oil and cooked in coconut milk. *Food Research International*. 2017; 101: 198–202.
- Lottenberg, AMP. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2009; 53/5
- Marina AM, Che Man YB, Amin I. Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food Science and Technology*. 2009; 20: 481–487.
- Mozaffarian D, Aro A, Willet WC. Health effects of trans-fatty acids: experimental and observational evidence. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2009; 63, S5–S21
- Narayanankutty A, Illam SP, Raghavamenon AC. Health impacts of different edible oils prepared from coconut (*Cocos nucifera*): A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*. 2018; 80: 1–7.
- Neelakantan N, Seah JYH, Dam RMV. The Effect of Coconut Oil Consumption on Cardiovascular Risk Factors A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Trials. *Circulation*. 2020;141(10):803–814. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043052>
- Nitbani FO, Jumina, Siswanta D, Solikhah EN. Isolation and Antibacterial Activity Test of Lauric Acid from Crude Coconut Oil (*Cocos nucifera* L.). *Procedia Chemistry*. 2016; 18: 132–140.
- Pehowich DJ, Gomes AV, Barnes JA. Fatty acid composition and possible health effects of coconut constituents. *West Indian Med J*. 2000; 49(2): 128-132.

Quealy K, Sanger-Katz M. Is sushi “healthy”? What about granola? Where Americans and nutritionists disagree. *New York Times*. July 5, 2016. <https://www.nytimes.com/interactive/2016/07/05/upshot/is-sushi-healthy-what-about-granola-where-americans-and-nutritionists-disagree.html>. Acesso em 28 de julho de 2020.

Quitete FT, Moura EG, Atella GC, Lisboa PC, Oliveira E. Differential effects in male adult rats of lifelong coconut oil exposure versus during early-life only. *Journal of Functional Foods*. 2019; 55: 17–27.

Resende NM, Félix HR, Soré MR, Neto AMM, Campos KE, Volpato GT. The effects of coconut oil supplementation on the body composition and lipid profile of rats submitted to physical exercise. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2016; 88(2): 933-940. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150302>

Sacks FM, Lichtenstein AH, Wu JHI, Appel LJ, Creager MA, Kris-Etherton PM, Miller M, Rimm EB, Rudel LL, Robinson JG, Stone NJ, Horn LVV. dietary fats and cardiovascular disease a presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2017;136:e1–e23. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000510

Sankararaman S, Sferra TJ. Are We Going Nuts on Coconut Oil? *Current Nutrition Reports*. 2018;7(3):107-115. <https://doi.org/10.1007/s13668-018-0230-5>.

Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AM et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2013; 100(1Supl.3): 1-40

Santos HO, Howell S, Earnest CP, Teixeira FJ. Coconut oil intake and its effects on the cardio-metabolic profile – A structured literature review. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2019; 62: 436–443.

Svenia P. Jose, Krishnakumar IM, Ratheesh M, Asha S, Sandya S, Rajmohan V. Polyphenolic fraction of virgin coconut oil inhibits the inflammatory response in oxidized LDL activated human peripheral blood mononuclear cells by modulating TLR/NF-kB signaling pathways. *European Journal of Integrative Medicine*. 2017; 10: 59–65.

Toklu B, Milne V, Bella M, Underberg JA. Rise in serum lipids after dietary incorporation of “Bulletproof Coffee”. *Journal of Clinical Lipidology*. 2015; 9(3):462.

Varma SR, Sivaprakasam TO, Arumugam I, Dilip N, Raghuraman M, Pavan KB, Rafiq M, Paramesh R. In vitro anti-inflammatory and skin protective properties of Virgin coconut oil. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2017; xxx: 1-10.

Vysakh A, Ratheesh M, Rajmohan TP, Pramod C, Premlal S, Girish kumar B, Sibi PI. Polyphenolics isolated from virgin coconut oil inhibits adjuvant induced arthritis in rats through antioxidant and anti-inflammatory action. *International Immunopharmacology*. 2014; 20: 124–130.

Wongpoowarak W, Pichayakorn W, Oungbho K, Boontaweesakul W, Sirivongmongkol S, Boonme P. Model of Degradation Kinetics for Coconut Oil at Various Heating Temperatures. *Silpakorn U Science & Tech J*. 2009; 2(2): 43-49.

“ Perfil nutricional e fatores associados ao tratamento de hemodiálise

Elton Júnior Alves Martins **Cordeiro**
UniCEUB

Daniela de Araújo Medeiros **Dias**
UniCEUB

RESUMO

A Doença Renal Crônica (DRC) compromete progressivamente a função renal. A nutrição dos pacientes portadores de DRC é essencial para o sucesso e prognóstico na fase de substituição renal. No entanto, o baixo nível socioeconômico atinge a maioria dos pacientes em hemodiálise no Brasil, fator preocupante por dificultar o acesso aos alimentos e assim, contribuir para piora do estado nutricional. O Objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão alimentar e a relação da alimentação com a economia em pacientes que possuem insuficiência renal e fazem hemodiálise. Foi realizado um estudo transversal e descritivo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em 2018, em uma clínica particular de hemodiálise. Foram avaliados 11 adultos de ambos os sexos, entre 20-80 anos, há mais de três meses em tratamento hemodialítico e não institucionalizados. Dentre os 11 pacientes, no qual 70% alegaram que não conseguem seguir a dieta. Cerca de 60 % confirmaram que as dietas prescritas não eram difíceis de serem seguidas. Foi observado que 60% dos pacientes recebiam auxílio-doença do governo com um valor que cobre suas despesas na clínica, como por exemplo o INSS. Na entrevista, 60% dos pacientes relataram que a dieta estava compatível com sua renda. Por meio deste estudo, pode-se concluir-se que a desnutrição esteve presente 40% dos pacientes avaliados pela Avaliação Subjetiva Global. Além disso, observou-se que quanto maior o tempo de hemodiálise, maior é o comprometimento nutricional do grupo estudado. Sugerem-se novas pesquisas a fim de verificar fatores que estariam influenciando no estado nutricional desta população.

Palavras-chave: Insuficiência Renal; Dieta; Economia; Hemodiálise.

INTRODUÇÃO

A Doença Renal Crônica (DRC) é uma doença que compromete progressivamente a função renal, resultando em vários sinais e sintomas, decorrentes da incapacidade dos rins em manter a homeostasia interna, até chegar a sua fase terminal (KALANTAR et al., 2003; PECOITS-FILHO, 2003). De acordo com o guia norte-americano de condutas clínicas em nefrologia (NKF/KDOQI - National Kidney Foundation/Clinical Practices Guidelines for Chronic Kidney Disease, 2002), a DRC é definida pela presença de dano renal ou redução do nível de função renal independente da causa por pelo menos três meses. As alterações estruturais ou funcionais são manifestadas por mudanças patológicas na composição do sangue, urina ou nas imagens radiológicas.

No período em que o paciente atinge a fase terminal da DRC (estágio 5), se faz necessário algum método de substituição da função renal para manutenção da vida, pois solutos tóxicos acumulam-se e há uma elevação sérica de catabólitos, especialmente os produtos finais do metabolismo proteico, como a ureia e creatinina. As opções de tratamento são o transplante renal, que consiste em uma técnica cirúrgica com implantação de um rim saudável em um paciente com falência renal, ou os métodos de substituição da função renal como a hemodiálise (HD) e a diálise peritoneal (NKF-KDOQI, 2002; O SULLIVAN et al., 2002; PECOITS-FILHO, 2003).

A hemodiálise é um processo de filtração extracorpórea do sangue que utiliza uma membrana semipermeável artificial para remoção do excesso de líquido e metabólitos indesejáveis, porém durante o processo ocorre a perda de alguns nutrientes essenciais como: aminoácidos, peptídeos e vitaminas hidrossolúveis. Esses nutrientes necessitam ser devidamente repostos para não comprometer o estado nutricional (CUPPARI, 2002).

O baixo nível socioeconômico atinge a maioria dos pacientes em hemodiálise no Brasil, segundo estudos realizados na região Sul e na Bahia (MARINHO et al., 2017; ZAMBONATO; THOMÉ; GONÇALVES, 2008), o que é um fator preocupante por dificultar o acesso aos alimentos e assim contribuir para piora do estado nutricional.

O maior tempo em terapia da substituição da função renal demonstrou efeito negativo sobre estado nutricional (SAMPAIO, 2004; KAUFMANN; FINDLATER 2001). Em uma coorte de 3009 pacientes, Olivera et al. (2010) observaram que a maior permanência em hemodiálise foi associada a um declínio nos parâmetros nutricionais e a cada ano foi associada a um aumento de 6% no risco de mortalidade.

Sabe-se que a desnutrição é prevalente em pacientes em hemodiálise. Vários estudos internacionais e alguns nacionais já apontaram o perigo que a desnutrição representa para a saúde, sobrevivência e a qualidade de vida dos pacientes acometidos. Diversos fatores podem influenciar no aumento da desnutrição, mas são escassos os trabalhos que avaliam os

fatores determinantes, sobretudo na região Centro-Oeste. Além disso, é importante conhecer se os fatores tradicionalmente apontados pela literatura, como os envolvidos na gênese da desnutrição, se aplicam à realidade local e a partir desse conhecimento, propor estratégias de ações específicas para a população (CLARO et al., 2007). Um dos principais focos da nutrição do paciente em tratamento de hemodiálise é evitar a desnutrição proteico-energética.

Ressalta-se ainda que o paciente deve ter uma atenção maior quanto a alimentação, como por exemplo, a ingestão de proteína e alguns níveis de minerais, que devem ser acompanhados com atenção como o fósforo e potássio (HIGA et al., 2008). A nutrição é de extrema importância para pessoas que estão fazendo tratamento de hemodiálise, pois o rim não filtra o sangue corretamente, com isso várias substâncias como potássio, fósforo, ureia, sódio e água, começam a se acumular no sangue. Nestes casos a dieta ajudaria pois não iria sobrecarregar a função renal (CUPPARI, 2002).

Considerando a importância da avaliação nutricional e acompanhamento dietético para os pacientes renais, o objetivo desse estudo foi avaliar o padrão alimentar de pacientes adultos em hemodiálise, compreendendo como a renda e os valores nutricionais dos alimentos interferem na adesão e continuidade ao tratamento.

METODOLOGIA

Foi realizado um Estudo de delineamento transversal e descritivo, de duração de 6 meses, com amostra de conveniência em pacientes com doença renal crônica assistidos em uma clínica particular de hemodiálise na cidade de Brasília-DF.

Foram selecionados onze pacientes com idade entre 20-80 anos, clinicamente estáveis, de ambos os sexos, há mais de três meses em tratamento hemodialítico e não institucionalizados.

Foram excluídos os pacientes com infecções recentes (há menos de 3 meses), portadores de câncer, tuberculose, Síndrome da Imunodeficiência Adquirida, doença pulmonar obstrutiva crônica e cardiovascular grave: doença cerebrovascular, insuficiência cardíaca sintomática - níveis III e IV, conforme The Criteria Committee of the New York Heart Association (1994), gestantes, pacientes que fazem diálise em cateter venoso, doenças ou situações que impossibilitassem a avaliação antropométrica e a investigação do consumo alimentar (doenças ósseas avançadas, sequelas de acidente vascular cerebral, portadores de deficiências físicas, amputações e de lesões cutâneas). Para obtenção da amostra, foi realizado um contato com uma clínica particular de nefrologia do Distrito Federal. No estudo comparou-se a relação entre a situação financeira dos pacientes que frequentam as clínicas, como também foram analisadas de diferentes abordagens e acompanhamento nutricional.

A pesquisa foi dividida em duas etapas: Etapa 1 – (Coleta de dados/aplicação dos questionários com os participantes e etapa) e etapa 2 – (Análise e quantificação dos dados,

como IMC, quantidade energética-proteica, fibra e eletrólitos com base nos resultados da etapa 1).

Na primeira etapa, os participantes receberam um questionário denominado “ Estado de saúde, histórico de patologias e dados socioeconômicos”, que teve como objetivo conhecer a situação econômica e social do paciente. Foram coletadas informações referentes à renda mensal familiar, por meio do salário mínimo, escolaridade, tipo de moradia, número de moradores em cada domicílio e participação em algum tipo de programa de transferência de renda do governo.

Nessa etapa, também foi avaliado o padrão alimentar para a avaliação do consumo alimentar e foram aplicados três registros alimentares. Estes tiveram por objetivo avaliar e monitorar o consumo alimentar durante todo o estudo. A aplicação do método Recordatório 24 horas consistiu na obtenção de informações, através do qual o paciente ou pessoa responsável anotou, todos os alimentos e bebidas consumidos ao longo de um ou mais dias, (FISBERG; MARCHIONI; COLLUCI, 2009). As aplicações dos Registros Alimentares foram em dias alternados e abrangeram um dia de final de semana (WILLETT, 1998).

O indivíduo foi orientado a registrar de forma detalhada, o nome da preparação, os ingredientes que a compõem, a marca do alimento e a forma de preparação da sua alimentação. Foram obtidos também informações como adição de sal, açúcar, óleo e molhos, se a casca do alimento foi ingerida e se o alimento ou bebida consumido era regular, *diet* ou *light*. Para a melhor estimativa do tamanho da porção, o paciente contou com o auxílio de medidas caseiras tradicionalmente usadas, podendo recorrer também a balança para pesagem.

A partir dos dados obtidos, foram efetuados cálculos para quantificar o consumo de energia, macronutrientes e micronutrientes. Os cálculos foram realizados com o auxílio do software *Nutridiet*. A avaliação de ingestão dietética foi realizada com base nas Ingestões Dietéticas de Referência (Dietary Reference Intakes- DRI), que são os valores de referência de ingestão de nutrientes que reúnem conceitos e conhecimentos científicos mais atualizados e, basicamente, são utilizadas no planejamento e avaliação das dietas, estimando a ingestão alimentar de indivíduos e grupos populacionais. A avaliação dietética do consumo dos micronutrientes foi realizada por meio de comparação da ingestão individual contra valores de referências de nutrientes que compõe a DRI (IOM, 2005). Foi analisada a ingestão média individual de carboidrato, proteína, lipídio, fibras e colesterol e de algumas vitaminas e minerais (ferro, cálcio, magnésio, zinco, vitamina D, vitamina C e vitamina E).

A segunda etapa correspondeu à avaliação nutricional. Vale ressaltar que durante todo o estudo foi monitorado o consumo alimentar dos pacientes com a finalidade de verificar a adesão à alimentação e as orientações nutricionais recomendadas. Ainda na etapa 2, verificou-se os pacientes os valores de altura e peso. O peso utilizado como referência foi o

de peso seco pós-diálise. A ASG (Avaliação Subjetiva Global) foi aplicada por meio de um questionário e os valores obtidos foram expressos em média e desvio padrão.

Foi garantido o total sigilo da identidade dos participantes e a não discriminação ou estigmatização dos sujeitos da pesquisa. Na execução e divulgação dos resultados.

RESULTADOS

A amostra foi constituída por 11 pessoas, predominantemente masculina (60%), com idade média de $45,7 \pm 14,5$ anos, sendo 44,4% da amostra inteira constituída por idosos. Apenas, uma pessoa respondeu apenas o questionário para o paciente. O tempo médio de HD dos pacientes foi de $4,3 \pm 2,5$ horas (Tabela 1).

Em relação ao estado nutricional, segundo o IMC, observou-se uma média de $24,92 \pm 4,16$ kg/m² (adulto $25,43 \pm 3,84$ kg/m²; idoso $22,85 \pm 5,16$ kg/m²), sendo que 20% apresentam excesso de peso e 10% baixo peso.

Na população deste estudo foi encontrada prevalência (54%) de eutrofia considerando a massa corporal em relação a estatura (IMC). Resultados semelhantes foram encontrados por Koehnlein et al. (2008) em pacientes do Paraná (55%).

Os resultados da ASG estão registrados na figura 1. Cerca de 60% dos pacientes foram classificados como bem nutridos (classificação A) e 40% foram considerados moderadamente desnutridos ou com suspeita de desnutrição (classificação B). A desnutrição se mostra bastante comum no paciente com DRC, atingindo de 40% a 80% dos indivíduos que fazem tratamento com hemodiálise.

Figura 1. Perfil nutricional de pacientes assistidos em uma clínica de hemodiálise. Brasília-DF, 2018.



Tabela 1. Caracterização de pacientes em tratamento de hemodiálise em uma clínica particular de nefrologia. Brasília-DF, 2018.

Variável	Nº de pacientes	%
Idade (anos)	$45,7 \pm 14,5$	
Sexo		
Masculino	6	60%

Feminino	4	40%
Etiologia		
Genética	2	20%
Comorbidades	8	80%
Tempo hemodiálise (horas)	4,3 ± 2,5	
Medicamentos		
Anti-hipertensivos	6	60%
Anti-diabéticos	2	20%
Diuréticos	2	20%
Tabagista		
Sim	3	30%
Não	7	70%
Etilista		
Sim	2	20%
Não	8	80%

Cerca de 70% dos pacientes alegaram que não conseguem seguir a dieta por motivos de: desagrado das escolhas de certos alimentos que compõem a dieta, desagrado com as escolhas de alimentos, dificuldade em seguir uma rotina e uma pequena parte relatou que não segue a dieta por motivos financeiros. Já 80% dos participantes relataram que perceberam mudança na saúde após de ter realizado a dieta. Cerca de 60% dos pacientes confirmaram que as dietas prescritas não eram difíceis de serem seguidas. Além disso, 70% dos pacientes relataram que as dietas prescritas influenciavam em sua vida social diretamente, dificultando o cumprimento destas. Por volta de 70% dos participantes descreveram que gostariam de mudar alguns alimentos em sua dieta, por questões financeiras ou por afinidade com certos alimentos (Tabela 2).

Tabela 2. Percepção alimentar dos pacientes assistidos na clínica de hemodiálise. Brasília- DF, 2018.

Variável	N° de pacientes	%
Você consegue seguir a dieta?		
Sim	3	30%
Não	7	70%
Percebe mudanças na sua saúde depois de seguir a dieta?		
Sim	8	80%
Não	2	20%
As dietas propostas são difíceis de seguir?		
Sim	4	40%
Não	6	60%
Este tipo de dieta influencia diretamente sua vida social?		
Sim	7	70%
Não	3	30%
Você acha possível modificar a sua dieta?		
Sim	7	70%
Não	3	30%

O consumo calórico médio foi de $16,96 \pm 3,35$ Kcal/kg/dia. A análise de macro e micro-

nutrientes apontou um consumo reduzido de proteínas, com média de $0,85 \pm 0,16$ g/kg. Já o fósforo apresentou a média de $780,904 \pm 280,968$ mg. A média de cálcio foi de $287,491 \pm 134,583$ mg e a de potássio foi de $1241,815 \pm 352,873$ mg. O restante dos valores calculados para micronutrientes estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3. Perfil alimentar dos pacientes assistidos na clínica de hemodiálise. Brasília- DF, 2018.

Variável	Média \pm Desvio padrão
Kcal/Kg peso	16,69 \pm 3,35
Proteína/ Kg peso	0,85 \pm 0,16
Potássio.	1241,815 \pm 352,873
Sódio.	813,715 \pm 326,855
Fibra.	8,277 \pm 2,019
Cálcio.	287,491 \pm 134,583
Fósforos.	780,904 \pm 280,968

Também foi avaliado o perfil social dos pacientes da clínica de hemodiálise. Como podemos ver na Tabela 4, a renda familiar, que teve como base para a média e desvio padrão o salário mínimo atual (R\$ 954,00 segundo o IBGE), foi de $2,6 \pm 0,69$ salários mínimos. Foi observado que 60% dos pacientes recebiam auxílio doença do governo que cobrem suas despesas na clínica como, por exemplo o INSS. Na entrevista, foi perguntado para os pacientes se a dieta está de acordo com sua situação financeira, 60% dos pacientes relataram que estava compatível com sua renda.

Tabela 4. Perfil social dos pacientes assistidos na clínica de hemodiálise. Brasília-DF, 2018.

Variável	N°	% de adequação
Quantas pessoas vivem em sua casa?	3,5 \pm 1,2*	
Renda familiar (número de SM**)	2,6 \pm 0,69*	
Recebe auxílio doença?		
Sim	6	60%
Não	4	40%
A dieta está proposta com sua situação financeira?		
Sim	6	60%
Não	4	40%

* Média \pm Desvio padrão

** SM salário mínimo

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos, percebe-se que à média de IMC está mais próximo do limite superior da normalidade pode trazer benefícios a esta população de renais crônicos, visto que a desnutrição está fortemente relacionada com o aumento dos casos de morbimortalidade. Vale ressaltar que o IMC apresenta baixa sensibilidade em detectar a desnutrição em pacientes com doença renal crônica em HD (Hemodiálise) devido a retenção de líquidos,

comum nestes pacientes (KAMIMURA, 2003).

A triagem e avaliação nutricionais são, portanto, essenciais no tratamento dessa população, com o objetivo de prever a melhora ou piora do estado nutricional, pois este se reflete diretamente na eficácia do tratamento.

Em relação ao perfil alimentar, observa-se que os pacientes em HD são susceptíveis a desnutrição protéica-energética, devido a vários fatores, incluindo ingestão alimentar insuficiente. Pesquisadores observaram que a ingestão alimentar calórica e proteica esteve abaixo das recomendações nutricionais em pacientes com hemodiálise, incluindo esses indivíduos em grupos de risco para desnutrição energética-proteica (FAVALESSA et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo realizado em Porto Alegre (RS), no qual a ingestão energética e proteica diária estava abaixo do recomendado, em torno de 28 ± 10 kcal/kg/dia e $1,1 \pm 0,4$ g ptn/kg, respectivamente (PINTO et al., 1976).

Em um estudo realizado no município de Guarulhos (SP) em 2013, a partir de Registro Alimentar de 3 dias, foram identificados consumo médio de energia, proteína, fósforo e potássio inferiores às recomendações estabelecidas, assim como no presente estudo (MACHADO, BAZANELLI, SIMONY, 2014).

A desnutrição esteve presente em 40% dos pacientes avaliados pela ASG. Entretanto, não foram avaliadas a adequação da massa muscular e de tecido adiposo. Ademais, a partir dos resultados obtidos, observou-se que quanto maior o tempo de diálise, maior é o comprometimento nutricional do grupo estudado.

Apesar de 60% dos pacientes receberem auxílio doença do governo, uma grande porcentagem (40%) relata que a dieta prescrita não está de acordo com a situação financeira. Sendo assim, é necessária uma reformulação dos procedimentos e protocolos utilizados pelos nutricionistas que acompanham os pacientes em hemodiálise para prescrever alimentos de valores compatíveis com a renda familiar, para que dessa forma uns maiores números de pessoas possam seguir a dieta de forma adequada. Abre-se que a hemodiálise é um procedimento difícil, que diminui a autoestima e força de vontade dos pacientes. Portanto, uma nutrição eficiente, dentro dos padrões, pode auxiliar na melhora qualidade de vida do paciente.

Considerando que o estado nutricional é um importante preditor de resultados clínicos em pacientes com DRC, principalmente naqueles em HD, torna-se imperativo a realização do diagnóstico nutricional e da adequada intervenção. Entretanto, sabendo que outros fatores não pesquisados no presente trabalho podem, em menor ou maior grau, influenciar nos parâmetros de avaliação nutricional, sugere-se a realização de novas pesquisas a fim de verificar fatores que estariam influenciando no estado nutricional desta população.

REFERÊNCIAS

- CLARO, R.; CARMO, H.; MACHADO, F.; MONTEIRO, C. Renda, preço dos alimentos e participação de frutas e hortaliças na dieta. *Rev. Saúde Pública, São Paulo*, v. 41, n. 4, p. 557-564, Aug. 2007.
- CLINICAL PRACTICE GUIDELINES. For Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification and Stratification. National Foundation K/doqi. Nova York, 2002.
- CUPPARI L. Nutrição clínica no adulto – Guia de medicina ambulatorial e hospitalar (UNIFESP/ Escola Paulista de Medicina). 1 ed. São Paulo: Manole, 2002.
- FAVALESSA, E; NEITZKE, L; BARBOSA, G.C; MOLINA, M.C; SALAROLI, L.B. Avaliação nutricional e consumo alimentar de pacientes com Insuficiência Renal Crônica. *Rev Bras Pesqui Saúde*. 2009;11:39-48.
- FISBERG, R.M.; MARCHIONI, D.M.L.; COLUCCI, A.C.A. Avaliação do consumo alimentar e da ingestão de nutrientes na prática clínica. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo*. v. 53, n. 5, p. 617-624, 2009.
- HIGA, K.; KOST, M.; SOARES, D.; MORAIS, M.; POLINS, B. Qualidade de vida de pacientes portadores de insuficiência clínica renal crônica em tratamento de hemodiálise. *Acta Paul Enferm, São Paulo*, n. 21, p. 203-206, 2008.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível na internet via: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/comercioeservico2018>. Arquivo consultado em 01 de novembro de 2018.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). *Dietary Reference Intakes: The essential guide to nutrient requirements*. Washington, DC: National Academies Press. 2005, 543p.
- KALANTAR-ZADEH, Kamyar et al. Malnutrition-inflammation complex syndrome in dialysis patients: causes and consequences. *American Journal Of Kidney Diseases*, [s.l.]. v. 42, n. 5, p.864-881, nov. 2003. Elsevier BV.
- KAMIMURA, M.A. Comparison of three methods for the determination of body fat in patients on long-term hemodialysis therapy. *J Am Diet Assoc*. 2003;103(2):195-9.
- KAUFMAN, M.H; FINDLATER, G.S. An unusual case of complete renal fusion giving rise to a 'cake' or 'lump' kidney. *J Anat*. 2001;198(Pt 4):501-4.
- KOEHNLEIN, E.A.; YAMADA, A.N.; GIANNASI, A.C.B. Avaliação do estado nutricional de pacientes em hemodiálise. *Acta Sci. Health Sci*. 2008,30(3):65-71.
- MACHADO, A.D; BAZANELLI, A.P; SIMONY, R.F. Avaliação do consumo alimentar de pacientes com doença renal crônica em hemodiálise. *Rev Ciênc Saúde*. 2014;7:76-84.
- MARINHO, Ana Wanda Guerra Barreto et al. Prevalência de doença renal crônica em adultos no Brasil: revisão sistemática da literatura. *Cadernos Saúde Coletiva*, [s.l.], v. 25, n. 3, p.379-388, 9 out. 2017. FapUNIFESP.
- OLIVEIRA, Claudia Maria Costa de et al . Desnutrição na insuficiência renal crônica: qual o melhor método diagnóstico na prática clínica?. *J. Bras. Nefrol.*, São Paulo , v. 32, n. 1, p. 57-70, Mar. 2010.

O'SULLIVAN, Anthony J. et al. Body composition and energy metabolism in chronic renal insufficiency. *American Journal Of Kidney Diseases*, [s.l.], v. 39, n. 2, p.369-375, fev. 2002. Elsevier BV.

PECOITS-FILHO, Roberto et al. Associations between circulating inflammatory markers and residual renal function in CRF patients. *American Journal Of Kidney Diseases*, [s.l.], v. 41, n. 6, p.1212-1218, jun. 2003.

PINTO, D.E; ULLMANN, L.S; BURMEISTER, M.M; ANTONELLO, I.C.F; PIZZATO, A. Associação entre ingestão energética, proteica e de fósforo em pacientes portadores de doença renal crônica em tratamento hemodialítico. *Braz. J. Nephrol. (J. Bras. Nefrol)*. 2009;31:269-1976.

SAMPAIO, Lílian Ramos. Avaliação nutricional e envelhecimento. *Rev. Nutr. Campinas*, v. 17, n. 4, p. 507-514, dezembro de 2004. 52732004000400010&lng=en&nrm=iso>. acesso em 12 de setembro de 2018.

WILLETT, W.C. *Nutritional epidemiology*. 2 ed. Oxford: Oxford University Press; 1998.

ZAMBONATO, Tatiana Kelli; THOMÉ, Fernando Saldanha; GONÇALVES, Luiz Felipe Santos. Perfil Socioeconômico dos Pacientes com Doença Renal Crônica em Diálise na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. *Rev Assoc Med Bras, Porto Alegre*, v. 3, n. 30, p.193-196, ago. 2008.

“

Predição de propriedades físicas de soja por meio de imagens digitais e redes neurais artificiais

| Lucas Previtali **Ferraz**

| UFSCar

| Roney Alves **Rocha**

| UFLA

| Moysés Naves de **Moraes**

| UFSCar

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja, cultura importante para o agronegócio do país. O projeto e operação de equipamentos e processos no pós-colheita requerem o conhecimento de propriedades físicas da soja, as quais necessitam de métodos laboratoriais e instrumentos para medição. Assim, um sistema que conseguisse prever adequadamente tais propriedades por meio de imagens digitais representaria maior velocidade e menor custo. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um mecanismo de predição de propriedades físicas de duas variedades de soja por meio de imagens digitais e modelagem por Redes Neurais Artificiais (RNA). Para isso, as propriedades de ângulo de repouso, volume granular, diâmetro aparente, porosidade, circularidade (esfericidade) e área superficial de grãos de soja foram determinadas por métodos convencionais e imagens da soja foram capturadas com câmera digital em iluminação controladas. As imagens passaram por um tratamento com transformada rápida de Fourier para obtenção de histogramas de cinzas. Após passar por análise de componentes principais, os dados foram utilizados como alimentação, juntamente das propriedades medidas, para o treinamento e validação das RNAs no software SAS JMP (versão 14) pelo método k-fold. Para todas as variáveis preditoras a validação das RNAs resultou em valores baixos de correlação, apesar de os dados de treinamento mostrarem o contrário. Condições não suficientemente padronizadas de obtenção das imagens das sojas, a utilização de duas variedades de soja e a própria dificuldade de correlação de certas propriedades, como a umidade, com as fotos podem ter proporcionado a baixa generalização.

Palavras-chave: Soja; Imagens Digitais; Redes Neurais Artificiais.

INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é atualmente a principal oleaginosa e sua cultura foi uma das que apresentaram crescimento mais expressivo nas últimas décadas, no Brasil e no mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Destaca-se por um alto teor de proteínas (40%), o que a torna importante matéria prima na alimentação de animais domésticos, além da produção de óleo vegetal e biocombustível (DALL'AGNOL et al., 2007).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) a produção brasileira de soja alcançou 114075,3 mil toneladas em 33909,4 mil hectares de área plantada, conforme o levantamento da safra de grãos 2016/2017 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2017). Para a safra 2017/2018 espera-se uma produção de 114,962 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018). Com isso, o Brasil é o segundo maior produtor mundial e apresenta potencial de crescimento, sendo esta a principal commodity para o agronegócio do país (HIRAKURI, 2015).

Para a garantia da qualidade dos grãos de soja, as etapas de secagem e armazenamento são fundamentais na pós-colheita. A determinação das características físicas como ângulo de repouso, massa específica granular, porosidade, diâmetro, circularidade e área superficial dos grãos é de grande importância para projeto e operação de equipamentos nestas etapas do processamento (CORREA; SILVA, 2008; NUNES et al., 2014). É importante considerar que estas propriedades são dependentes da umidade da soja conforme investigado por Wandkar, Ukey e Pawar (2012) e Ribeiro et al. (2005).

O ângulo de repouso é o ângulo máximo formado quando grãos são despejados em uma superfície plana e deixados em repouso. É a inclinação da superfície da massa de grãos em relação à horizontal (SAHIN; SUMNU, 2006). Essa medida é influenciada consideravelmente pela umidade do produto e é importante para determinação da capacidade de silos e correias transportadoras para produtos particulados (CORREA; SILVA, 2008).

O volume granular pode ser definido como o espaço tridimensional ocupado por um grão do produto, geralmente expresso em unidades de posição ao cubo ou litros. Para objetos sólidos regulares, é calculado através de suas características dimensionais, mas também pode ser determinado por métodos de deslocamento de fluidos (SAHIN; SUMNU, 2006).

A porosidade consiste na relação entre o volume do ar presente nos interstícios dos grãos e o volume total da massa de produto. Tem grande influência em diversos processos, sobretudo os que envolvem a passagem de fluxos de ar através da massa de grãos, apresentando relevância no projeto de sistemas de ventilação e secagem (SAHIN; SUMNU, 2006). Pode ser determinada em função das massas específicas aparente e real ou por equipamentos denominados picnômetros (RIBEIRO et al., 2005; WANDKAR; UKEY; PAWAR, 2012).

Além dessas propriedades, é interessante conhecer o tamanho e a forma dos grãos

no pré-processamento da matéria-prima, representados aqui pelo diâmetro, circularidade (esfericidade) e área superficial dos grãos. Tais características têm relevância em etapas de pré-limpeza e classificação da matéria-prima através de peneiras e também nas que envolvem transferência de calor e massa, como a secagem (SAHIN; SUMNU, 2006).

Khatchaturian e Padilha (2008) aplicaram processamento de imagens digitais com auxílio de Redes Neurais Artificiais para identificar algumas variedades de soja tendo a forma e o tamanho das sementes como variáveis de entrada.

Uma alternativa na modelagem de problemas reais complexos é o que envolve o uso das Redes Neurais Artificiais (RNA), intensificado a partir da década de 80 (BRAGA et al., 2000). São sistemas de processamento que apresentam vantagens como: não linearidade, elevado paralelismo, capacidade de armazenar conhecimento, generalizar, entre outras, baseadas em uma imitação da atividade neural biológica. Tais propriedades as tornam atrativas para aplicações que envolvam reconhecimento de padrões, predição, modelagem e classificação (BASHEER; HAJMEER, 2001).

As unidades básicas de processamento das redes são conhecidas como neurônios artificiais, nós ou elementos de processamento, os quais são distribuídos em camadas e interligados por conexões ponderadas por pesos sinápticos (BRAGA; CARVALHO; LUDERMIR, 2000; KASABOV, 1996). A atualização dos pesos está diretamente relacionada com o processo de aprendizagem supervisionada, no qual a rede armazena o conhecimento implícito em exemplos determinados e, então, generaliza adequadamente para dados desconhecidos (HAYKIN, 2001).

Existem equipamentos para determinação das propriedades físicas dos grãos, como balanças que medem a massa por hectolitro, dispositivos para medição de ângulo de repouso, picnômetros, entre outros. Entretanto, uma ferramenta que apresentasse maior rapidez e praticidade com utilização de imagens digitais implicaria um ganho de tempo para quem desejasse tais informações ou não possuísse os equipamentos necessários, nem o treinamento adequado para realização das análises. Assim, as redes neurais artificiais vêm preencher essa lacuna, podendo ser utilizadas como uma ferramenta de modelagem.

O trabalho apresentou como objetivo a utilização de métodos de visão computacional e modelagem com RNAs para prever propriedades físicas de grãos de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

Para este projeto utilizou-se soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de duas variedades, sendo

elas AS3610 IPRO (Agroeste®) e M5917 IPRO (Monsoy®), escolhidas por apresentarem, respectivamente, excelente potencial produtivo e boa sanidade foliar. Antes da realização das análises laboratoriais e aquisição das imagens, as amostras passaram por limpeza e remoção de sujidades presentes.

Teor de umidade

A determinação da umidade das amostras foi realizada conforme Regra de Análise de Sementes pelo método de estufa a 105 °C (BRASIL, 2009). Placas de petri foram secas em estufa a 105 °C por 30 minutos e resfriadas em dessecador para posterior pesagem em balança analítica. Uma quantidade de soja, suficiente para não haver grão sobre grão, foi colocada em cada placa e o conjunto foi pesado novamente. Em seguida, foram levados à estufa a 105 °C por 24 h. Após a secagem e resfriamento das amostras houve a pesagem final. Realizou-se tal processo para quarenta amostras de cada soja, sendo que a cada secagem utilizava-se dez amostras, cinco de cada soja.

O teor de umidade foi calculado em base úmida pela Equação 2.2.1:

$$\%umidade(U) = \frac{100(P-p)}{P-t} \quad (\text{Eq. 2.2.1})$$

em que P é peso inicial considerando o recipiente, a tampa e as sementes úmidas; p é peso final considerando o recipiente, a tampa e as sementes secas; t é peso do recipiente e a tampa (tara).

Ângulo de repouso

Consiste no ângulo entre a lateral e a base do cone formado pelas sojas ao serem liberadas lentamente sobre uma base circular com 15 cm de diâmetro. Utilizou-se, além da base de madeira, um tubo de 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura colocado acima da base, no qual a soja foi inserida. O tubo foi então erguido lentamente, conforme metodologia proposta por Wandkar, Ukey e Pawar (2012). A Figura 2.3.1 mostra os materiais utilizados para tal análise e a formação do cone. Foram realizadas 40 medidas de altura do cone para cada soja estudada.

O ângulo de repouso foi calculado utilizando relações trigonométricas pela Equação 2.3.1 (NUNES et al., 2014).

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2h}{d}\right) \quad (\text{Eq. 2.3.1})$$

em que: α é o ângulo de repouso; h é a altura do talude natural dos grãos; d é o diâmetro da plataforma circular.

Figura 2.3.1. Materiais para medição do ângulo de repouso



Porosidade

A porosidade das sojas foi obtida através da Equação 2.4.1 usando-se das densidades real e aparente (WANDKAR; UKEY; PAWAR, 2012).

A densidade real (ρ_r) foi determinada pelo volume de óleo vegetal deslocado após imersão de uma massa conhecida de amostra, conforme também realizado por Kibar e Öztürk (2008). A densidade aparente (ρ_a) foi obtida pela pesagem de uma quantidade

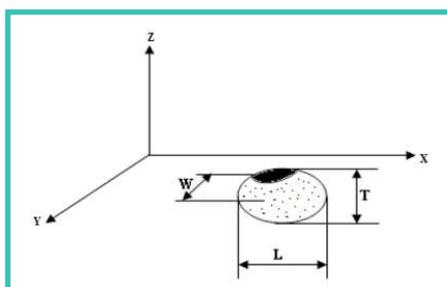
$$\varepsilon = \frac{\rho_r - \rho_a}{\rho_a} \quad (\text{Eq. 2.4.1})$$

de massa em proveta com um volume fixo de amostra. Realizou-se tais análises quarenta vezes para cada tipo de soja.

Dimensões da soja

Também foram medidas, com paquímetro de 0,05 mm de precisão devidamente calibrado, as dimensões de comprimento (L), largura (W) e espessura (T), conforme Figura 2.5.1. Tais dimensões foram utilizadas para o cálculo de outras propriedades físicas.

Figura 2.5.1. Dimensões do grão de soja



Fonte: Adaptado de KIBAR e ÖZTÜRK (2008)

Circularidade (esfericidade)

A esfericidade, que consiste na razão entre o volume do sólido e o volume da esfera com diâmetro igual ao maior diâmetro do objeto, foi determinado pela Equação 2.6.1 (SAHIN; SUMNU, 2006; WANDKAR; UKEY; PAWAR, 2012).

$$\Phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (\text{Eq. 2.6.1})$$

Área superficial

Foi determinada por meio do modelo utilizado por Araujo et al. (2014), na qual usa-se o diâmetro geométrico médio (D_g), conforme equações 2.7.1 e 2.7.2.

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (\text{Eq. 2.7.1})$$

$$S = \pi (D_g)^2 \quad (\text{Eq. 2.7.2})$$

Volume granular

O volume granular também foi calculado em função das dimensões por meio da Equação 2.8.1 descrita por Jain e Bal (1997).

$$V = \frac{\pi BL^2}{6(2L-B)} \quad (\text{Eq. 2.8.1})$$

em que:

$$B = (WT)^{1/2} \quad (\text{Eq. 2.8.2})$$

Visão Computacional

A obtenção das imagens digitais foi realizada com uma câmera fotográfica Nikon® D 3100 de boa resolução. A soja foi colocada uma a uma em local adequado com iluminação controlada e fundo de cor azul para melhor distinção das amostras na análise das imagens. Tal local consiste em uma cabine fotográfica cúbica com 22 cm de aresta, como mostrada na Figura 2.9.1. Foram tiradas fotos de topo e de perfil de quarenta unidades diferentes de cada uma das duas sojas estudadas.

Figura 2.9.1. Câmara com iluminação interna utilizada



As imagens foram, posteriormente, pré-processadas pelo software livre ImageJ. Elas foram redimensionadas em 1000 x 1000 pixels para padronização, conforme Figura 2.9.2. Em seguida, aplicou-se o recurso de Transformada Rápida de Fourier (FFT) e obtenção do histograma de cinzas, os quais são exemplificados nas Figuras 2.9.3 e 2.9.4, respectivamente. As informações extraídas a partir das imagens foram armazenadas em arquivos de dados no formato ASCII. A Figura 2.9.5 ilustra o diagrama de fluxo do processamento das imagens para alimentação das redes neurais.

Figura 2.9.2. Redimensionamento da imagem no software livre ImageJ

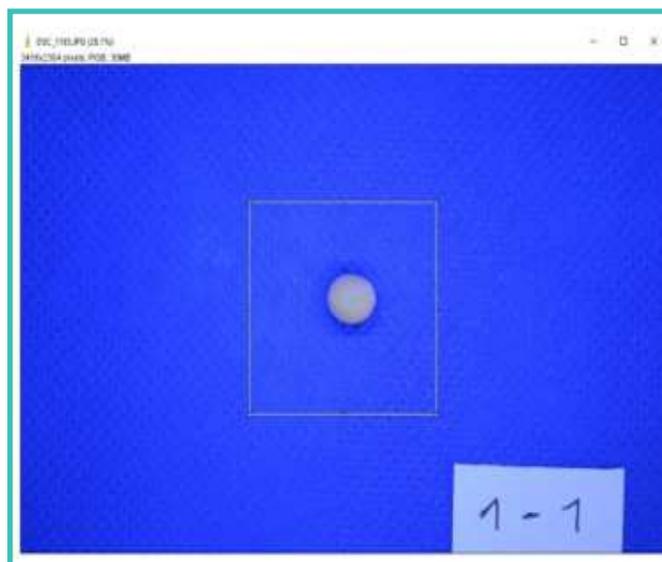


Figura 2.9.3. Transformada rápida de Fourier



Figura 2.9.4. Histograma de cinzas obtido com a FFT

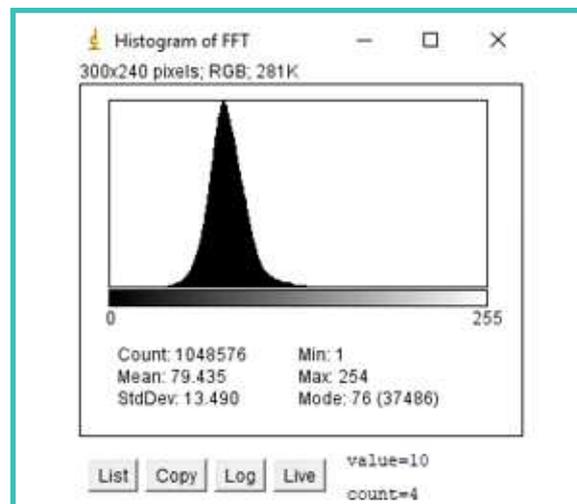
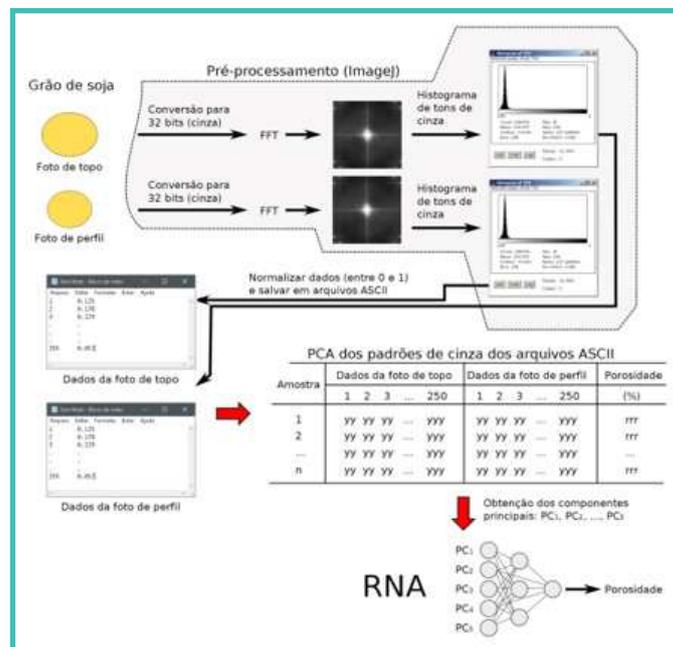


Figura 2.9.5. Diagrama esquemático de como será o processamento das imagens que serão utilizadas para alimentar a RNA.



Análise de componentes principais

O objetivo foi diminuir a dimensão do conjunto de dados obtidos pelos histogramas de cinzas. Foi realizada por meio do pacote estatístico da versão acadêmica do software SAS® *University Studio*.

Durante o processo da análise, alguns *outliers* foram retirados, os quais foram identificados pelos pontos mais distantes na plotagem da elipse de análise de componentes principais (PCA). Os primeiros componentes foram retidos e utilizados para treinamento e validação da RNA.

Projeto, treinamento e validação das redes neurais artificiais

O projeto das RNAs foi realizado na versão de demonstração do software SAS® JMP versão 14, pelo recurso k-fold, o qual proporcionou os melhores resultados. Esta técnica faz a validação cruzada por meio da reserva de uma parte dos dados para tal validação e o treinamento é executado com o restante dos dados. Este processo ocorre novamente com subconjuntos diferentes e o ciclo se repete até a identificação de subconjuntos de validação e treinamento para uma RNA com boa capacidade preditiva. Para cálculo dos pesos das redes o software utiliza uma adaptação do método de *Gauss-Newton*.

Utilizou-se o pacote gráfico livre *qtiPlot* para elaboração dos gráficos dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de componentes principais

Os gráficos da Figura 3.1.1 mostram a plotagem dos três primeiros componentes principais. A informação agrupada somou 67,69 % da variância total originalmente presente nos dados. Assim, perde-se 32 % da informação obtida das imagens.

Para melhor aproveitamento dessa informação, utilizou-se os 20 primeiros componentes principais como dados de entrada para a rede neural, de modo a utilizar aproximadamente 85 % da informação dos dados originais, conforme gráficos da Figura 3.1.2.

Figura 3.1.1. Plotagem dos três primeiros componentes principais dos dados obtidos das imagens

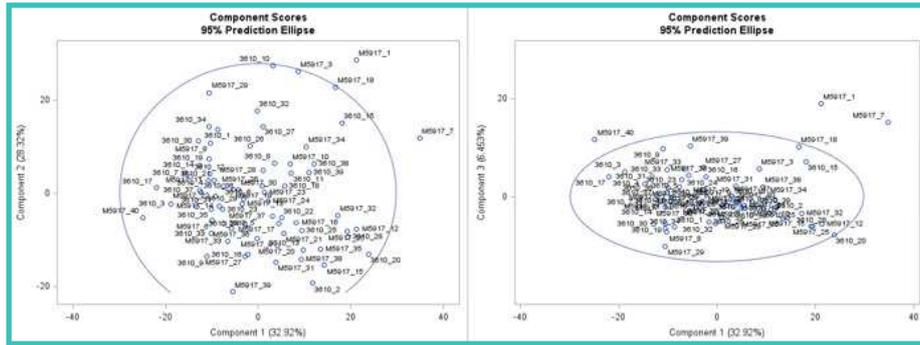
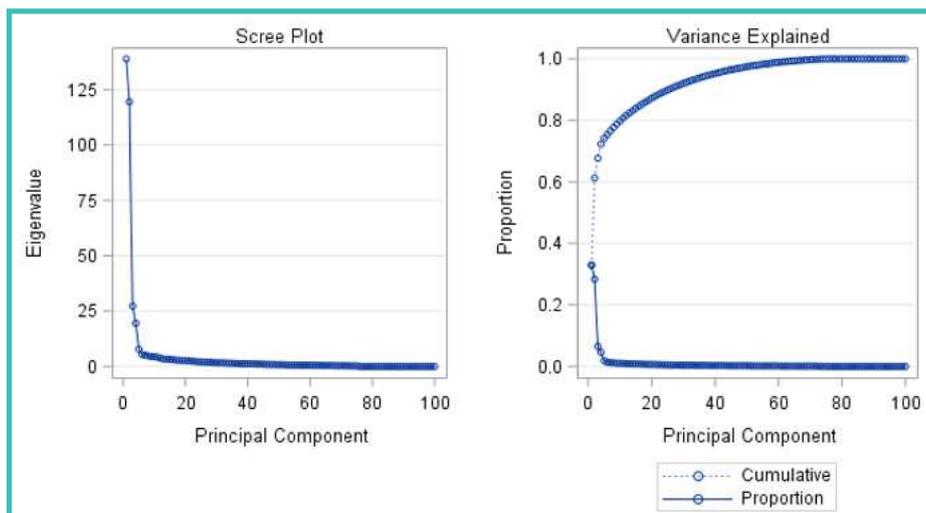


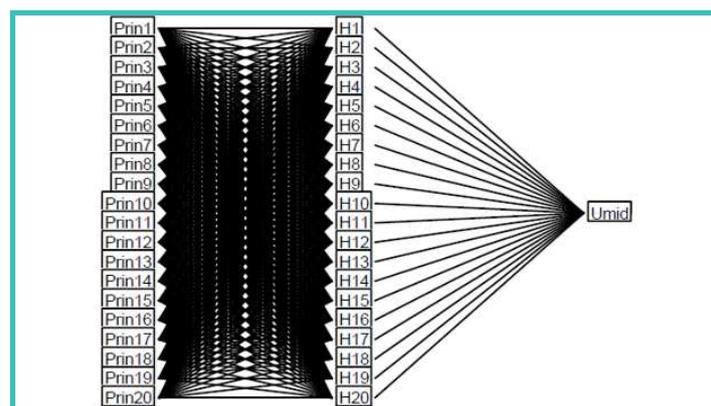
Figura 3.1.2. Scree plot da análise de componentes principais utilizadas para reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados



Redes neurais artificiais

Na Figura 3.2.1 é exemplificada a rede neural artificial projetada com vinte neurônios na camada oculta para a propriedade umidade. Redes semelhantes foram projetadas para todas as outras variáveis respostas. Além disso, arquiteturas com dez neurônios na camada oculta também foram criadas para cada uma, com o intuito de comparar as duas arquiteturas.

Figura 3.2.1. Rede neural artificial com vinte neurônios na camada oculta para a propriedade umidade



Na Figura 3.2.2 são apresentados os gráficos contendo os resultados do processo de treinamento supervisionado das redes neurais. Observa-se que para todas as propriedades estudadas foi possível obter uma correlação entre os dados alimentados e os dados calculados pela rede já projetada. Os resultados de treinamento de todas as redes proporcionaram bons valores de correlação, sendo o R2 acima de 99 %. Assim, a rede armazenou o conhecimento implícito entre as entradas e saídas.

Entretanto, para os dados de validação, ou seja, a avaliação da capacidade de generalização da rede, os valores de coeficiente de correlação (R) encontrados são considerados muito baixos, menores que 23 %. Para a umidade, tais valores foram de 18,6 % e 22,15 %, para dez e vinte neurônios na camada oculta, respectivamente. Todas as outras propriedades preditoras resultaram em valores baixos de correlação, apesar do alto valor para o treinamento.

Analisando os gráficos mostrados na Figura 3.2.3, que envolvem os valores residuais, tem-se que para os menores e maiores valores preditos os resíduos são maiores. Entretanto, para as propriedades relacionadas às dimensões da soja, sendo elas área superficial, volume granular e diâmetro aparente, há valores residuais maiores nos resultados intermediários dos preditos. Outliers também podem ser observados em todos os gráficos. Para a porosidade os pontos encontram-se mais próximos da linha de resíduo igual a zero.

Figura 3.2.2. Capacidade preditiva dos modelos de RNA para dados agrupados de treinamento para as variáveis (a) umidade, (b) ângulo de repouso, (c) porosidade, (d) esfericidade, (e) área superficial, (f) volume aparente, (i) diâmetro aparente.

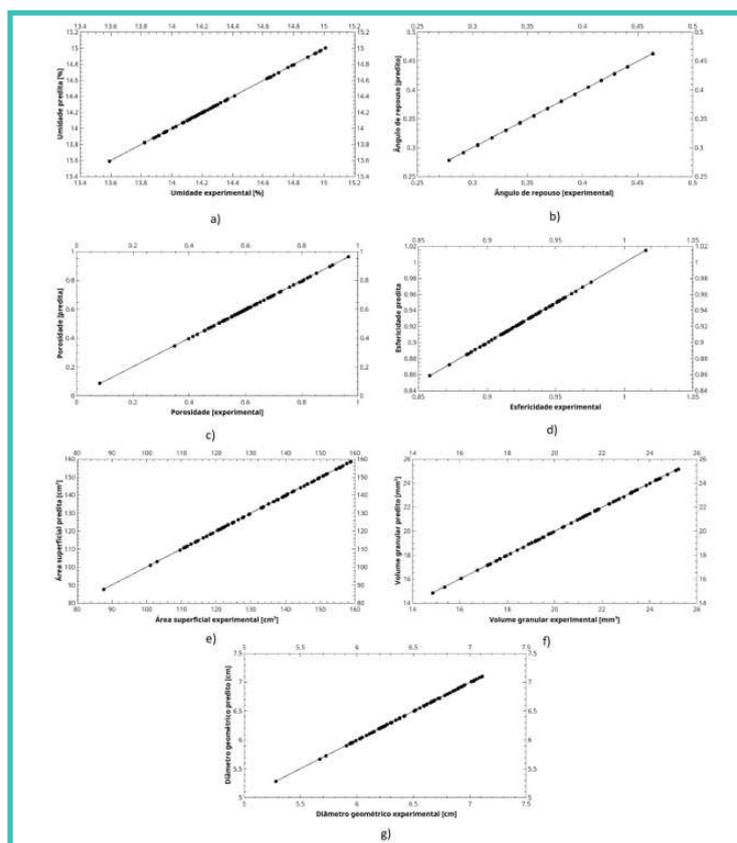
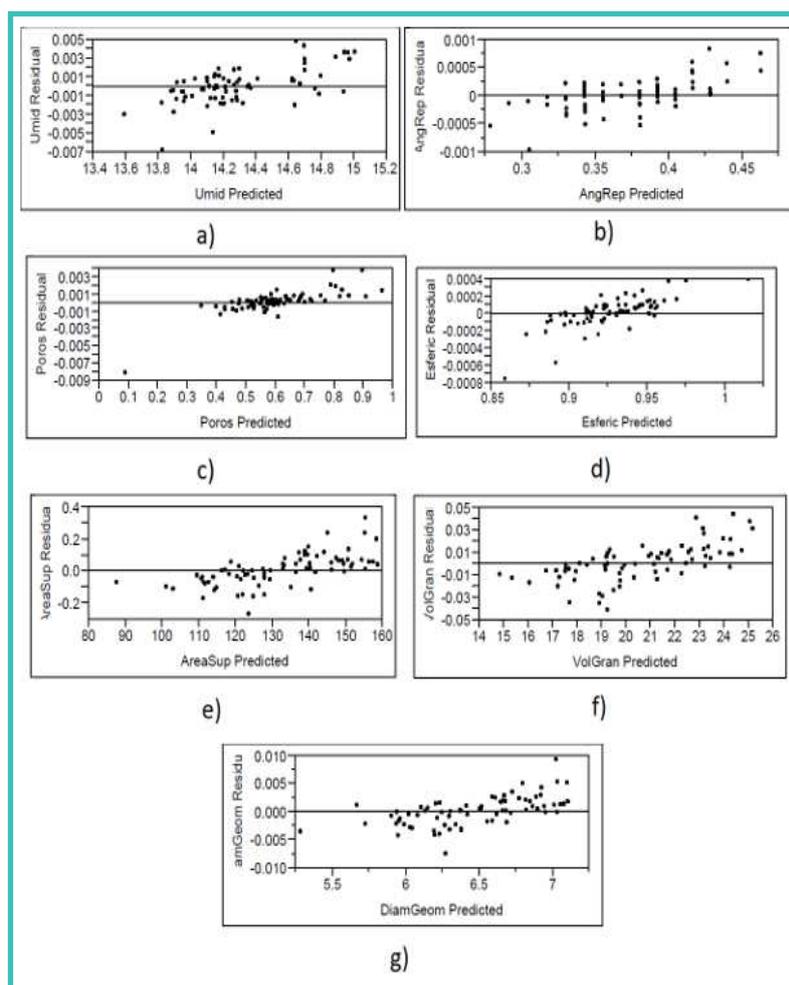


Figura 3.2.3. Valor residual em função do valor predito para as propriedades (a) umidade, (b) ângulo de repouso, (c) porosidade, (d) esfericidade, (e) área superficial, (f) volume aparente, (i) diâmetro aparente.



A dificuldade de generalização pode estar relacionada com os neurônios da camada oculta, de modo que um número elevado de neurônios pode provocar *overfitting*, ou seja, apenas a memorização das relações dos dados pela rede e não sua capacidade de aprender tais relações (BASHEER; HAJMEER, 2001).

Além disso, Basheer e Hajmeer (2001) também colocam o tamanho do subconjunto de treinamento e de validação como fator que influencia a capacidade de generalização. Subconjuntos insuficientes de informação podem comprometer a aprendizagem e, portanto, fazendo-se necessário maior volume de imagens e medições.

A utilização das duas variedades de soja para a confecção da mesma rede pode ter influenciado na predição. Desse modo, projetar redes para cada variedade pode auxiliar na capacidade preditiva.

Khatchatourian e Padilha (2008) desenvolveram uma rede neural artificial capaz de reconhecer diferentes variedades de soja por meio de imagens digitais. A utilização desta rede em série com uma outra que possa prever as propriedades físicas de uma variedade previamente determinada é uma opção interessante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo projetar uma RNA capaz de prever propriedades físicas e umidade de soja, sendo informações obtidas de imagens digitais os dados de entrada.

Houve dificuldade em prever as propriedades com apenas as informações obtidas das imagens como entradas. Apesar do treinamento da rede ter proporcionado bons valores de correlação, a validação da rede não foi capaz de generalizar adequadamente. É possível que tenha ocorrido *overfitting*, ou seja, apenas a memorização da relação dos dados. Além disso, a utilização das duas variedades de soja para a confecção da mesma rede pode ter influenciado na predição.

Em investigações futuras é recomendado uma melhor padronização na obtenção das imagens digitais em termos de iluminação, posicionamento da câmera e dos grãos. Também é sugerido trabalhar separadamente com cada variedade de soja a fim de obter menor quantidade de componentes principais e diminuir a quantidade de neurônios na camada oculta.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A. de; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B.; Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 279-286, 2014.

BASHEER, I.; HAJMEER, M. N. Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design, and Application. Journal of Microbiological Methods, v. 43, p. 3-31, 2001.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L.; LUDERMIR, T. B. Redes neurais artificiais: teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000. 269p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/1317_3b92fdb4c81421e032d3de69c6243135>. Acesso em: 31 mar. 2018.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/16780_e7a4a52ee1db76ad1a8c-fda9b2343c48>. Acesso em: 31 mar. 2018.

CORRÊA, P. C.; SILVA, J. S. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In: SILVA, J. S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil. 2008. 560p.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. D. O complexo agroindustrial da soja brasileira. Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 11. (Embrapa Soja. Circular Técnico, 43).

- HAYKIN, S. Redes Neurais: Princípios e Prática. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. 900p.
- HIRAKURI, M. H. Avaliação econômica da produção de soja para a safra 2015/16. Londrina: Embrapa Soja, 2015. p. 15. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 115).
- HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 70. (Embrapa Soja. Documentos, 349).
- JAIN, R. K.; BAL, S.; Properties of pearl millet. J. Agric. Eng. Res. v. 66, n. 2, p. 85-91, 1997
- KASABOV, N. K. Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering. Londres: MIT Press, 1996.
- KIBAR, H.; ÖZTÜRK, T.; Physical and mechanical properties of soybean. Int. Agrophysics, Kuru-pelit-Samsun, v. 22, p. 239-244, 2008.
- KHATCHATOURIAN, O.; PADILHA, F. R. R. Reconhecimento de variedades de soja por meio do processamento de imagens digitais usando redes neurais artificiais. Eng. Agríc. Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 759-769, 2008.
- NUNES, J. A. S.; ORMOND, A. T.; CANEPPELE, C.; SILVA, S. L. S. da; JOB, M. T. Determinação do ângulo de repouso, volume unitário, eixos ortogonais e esfericidade de trigo. Acta Iguazu, Cascavel, v. 3, n. 2, p. 77-86, 2014.
- RIBEIRO, D. M.; CORRÊA, P. C.; RODRIGUES, D. H.; GONELI, A. L. D. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 25, n. 3, p. 611-617, 2005.
- SAHIN, S.; SUMNU, S. G. Physical Properties of Foods. Ankara: Springer, 2006. 250p. (Food Science Text Series)
- WANDKAR, S. V.; UKEY, P. D.; PAWAR, D. A. Determination of physical properties of soybean at different moisture levels. Agric Eng Int: CIGR Journal, v. 14, n. 2, 2012.
- WILHELM, R. L.; SUTER D. A.; BRUSEWITZ, G. H.; Physical Properties of Food Material. In: .Food & Process Engineering Technology. Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 2004, p.23-52.

“

Produção de biscoitos tipo *cookie* a base de farinha de soja: análise físico-química e sensorial

Bárbara Reges **Feitosa**

UFOB

Flávia Alessandra **Quadros**

UFOB

Volnei Brito **Souza**

UFOB

Fabrcio Luiz **Tulini**

UFOB

Marcos Vidal **Martins**

UFJF

RESUMO

Introdução: A soja destaca-se nutricionalmente tanto pelos macronutrientes em especial o teor de proteínas quanto pelas vitaminas, minerais e componentes fitoquímicos, sendo considerado um alimento funcional. Assim, produtos enriquecidos com esse grão podem trazer importantes benefícios nutricionais aos consumidores. **Objetivo:** Desenvolver e analisar a composição centesimal e sensorial de diferentes formulações de biscoito tipo *cookie* enriquecido com farinha de soja e formulação controle. **Metodologia:** Foi elaborada a farinha integral da variedade de soja BRS 232, produziu-se quatro formulações de cookie (controle, 30, 50 e 70% de farinha de soja) e realizou-se análises da composição centesimal e análise sensorial com 112 provadores. **Resultados:** Os dados da análise centesimal, nas diferentes formulações com farinha de soja, demonstraram valores significativos de proteína, lipídeos e fibras, apontando característica hiperproteica em relação a formulação controle. A análise sensorial mostrou que os atributos diferiram entre as diferentes formulações com boa aceitação dos consumidores em relação as formulações com importante teor de soja. Quanto a intenção de compra dos provadores, os biscoitos com 30% e 70% de farinha de soja foram os que apresentaram maior intenção de compra pelos avaliadores. **Conclusão:** Diante dos resultados, pode-se concluir que produtos de panificação enriquecidos com farinha de soja tem potencialidade comercial proporcionando aos consumidores um alimento nutritivo e com satisfatórios atributos sensoriais.

Palavras-chave: Cookie Enriquecido; Farinha Soja; Biscoito Hiperproteico.

INTRODUÇÃO

A soja foi originada na região Central da China, que se constituiu no centro primário de origem genética da soja, com a espécie ancestral *Glycine soja* que, por mutações, deu origem a espécie *Glycine max*, que acompanhou a migração nômade por cerca de 2000 a.C. em direção a região Leste da China, referenciada como o centro secundário de origem genética da soja. Dessa forma, entre 200 a.C. e o século III d.C., se expandiu para o norte da China, Coréia e Japão (CÂMARA, 2015).

No que tange sua composição nutricional, a soja apresenta-se como um alimento bastante completo, contendo todos os aminoácidos essenciais para alimentação humana, tais como: isoleucina, leucina, lisina, metionina e cisteína, fenilalanina e tirosina, treonina, triptofano, valina e histidina (VIEIRA, 2007). O grão da soja contém aproximadamente 40% de parte proteica, 30% de carboidratos sendo parte de polissacarídeos solúveis, especialmente a pectina. Já os carboidratos insolúveis, podem ser encontrados na forma da hemicelulose, celulose, lignina, pectinas insolúveis e outros polissacarídeos não digeríveis, que compõe a fibra insolúvel da soja. A composição lipídica apresenta-se em torno de 20% do grão da soja, contendo 3% de ácidos graxos saturados, 4% de ácidos graxos monoinsaturados e 13% de poli-insaturados (SBAN, 2017).

A soja é também, um alimento rico em micronutrientes, dentre eles estão vitaminas importantes, como A, E e algumas do complexo B. Entre os minerais destaca-se, potássio, fósforo, magnésio, enxofre, cálcio, cloro e sódio (VARGAS, 2014; MOURA, et al, 2007). A soja ainda apresenta componentes fitoquímicos, como as isoflavonas, as saponinas, os fitosteróis, os ácidos fenólicos e as lectinas ou fitohemaglutininas, sendo assim considerada como um alimento funcional. Em pesquisas recentes, se tem constatado que essas substâncias presentes nos grãos da soja reduzem o nível do colesterol de baixa densidade (LDL), diminuem o risco de alguns tipos de câncer, osteoporose e outras doenças crônicas degenerativas não transmissíveis (MANDARINO, 2017).

Segundo a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) (2017), as farinhas de soja podem ser classificadas em três categorias: a farinha de soja desengordurada, a farinha de soja integral e o *Kinako*. Portanto, a farinha de soja desengordurada é aquela obtida como subproduto da indústria de extração do óleo de soja. A farinha de soja integral é obtida por meio da secagem e torra dos grãos de soja que foram previamente cozidos, preservando a sua composição de proteínas, lipídios, fibras alimentares, isoflavonas e fitosteróis, por isso tem menor vida de prateleira, e mais usual em produtos de panificação. Já o *Kinako* é a farinha de soja feita a partir da torra direta dos grãos e sua posterior moagem. Seu uso é muito comum na cozinha tradicional japonesa, mas também pode ser adicionado em iogurtes, vitaminas, tortas, bolos, confeitos, produtos de panificação, molhos, dentre outros.

De acordo com PERES (2010), biscoito foi o termo empregado para descrever o pão cozido e duro, que podia ser preservado sem ocorrência de deterioração. Foi originado na França, onde: “*Bis*” e “*Coctus*” significavam duas vezes cozidos. O *cookie* tornou-se um nome popular para um biscoito de tamanho médio comercializado em pacotes de dez ou mais unidades. Logo, biscoitos são pequenos produtos assados, preparados com farinha, açúcar e gordura, que podem ser acrescentados outros componentes conforme produto desejado.

O desenvolvimento de produtos derivados da soja torna-se uma boa alternativa nutricional, tanto do grão como da farinha. Dentre os produtos possíveis a serem formulados com farinha de soja, objetivamos, neste estudo, desenvolver biscoitos tipo cookie com farinha de soja na sua formulação. Os produtos alimentícios em questão se justificam pelo potencial nutritivo da sua matéria prima básica – a soja, que poderá ser utilizado como uma alternativa de um alimento rico em proteínas, isoflavonas, fibras e outros nutrientes importantes para consumidores que buscam novas opções de produtos alimentícios enriquecidos.

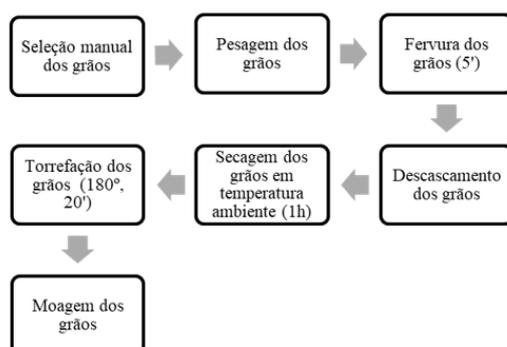
MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos grãos e produção da farinha de soja integral

Os grãos de soja (*Glycine max* (L) Merrill) variedade BRS 232, foram obtidos através de doação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

A preparação da farinha de soja foi realizada no Laboratório de Técnica Dietética (LTD) e de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal do Oeste da Bahia. Primeiramente, foi realizada a seleção manual dos grãos com as características satisfatórias, seguido da pesagem. Posteriormente, os grãos foram fervidos em água durante 5 minutos para facilitar a etapa de descascamento e eliminar fatores antinutricionais. Após o descascamento, os grãos foram submetidos à secagem em temperatura ambiente. Finalmente, foi realizada a torrefação dos grãos em forno a 180 °C por aproximadamente 20 minutos, seguido da moagem para a obtenção farinha de soja (Figura1).

Figura 1. Fluxograma da preparação da farinha de soja integral



Formulação do produto

Segundo PERES (2010), a formulação de Biscoito tipo *cookie* é composta por gordura, açúcar, farinha, ovos, entre outros condimentos que conferem características organolépticas satisfatórias ao produto. Na Tabela 1 estão os ingredientes e respectivas quantidades utilizadas para produção do biscoito, a formulação apresentada produz em média 30 *cookies* de 25 g cada.

Tabela 1. Formulação dos biscoitos tipo *cookie* a base de farinha de soja e controle

Ingredientes	Formulação 70%	Formulação 50%	Formulação 30%	Formulação controle
Farinha de soja	170 g	130 g	g	-
Farinha de aveia	80 g	80 g	80 g	80 g
Farinha de trigo	-	40 g	90g	170 g
Óleo de soja	80 mL	80 mL	80 mL	80 mL
Castanha de caju	50 g	50 g	50 g	50 g
Banana passa	50 g	50 g	50 g	50 g
Aveia em flocos	50 g	50 g	50 g	50 g
Ovo de galinha	50 g	50 g	50 g	50 g
Leite UHT	80 mL	80 mL	80 mL	80 mL
Açúcar mascavo	120 g	120 g	120 g	120 g
Sal refinado	2 g	2 g	2 g	2 g
Fermento químico	15 g	15 g	15 g	15 g
Essência de baunilha	10 g	10 g	10 g	10 g

Processamento do biscoito tipo *cookie*

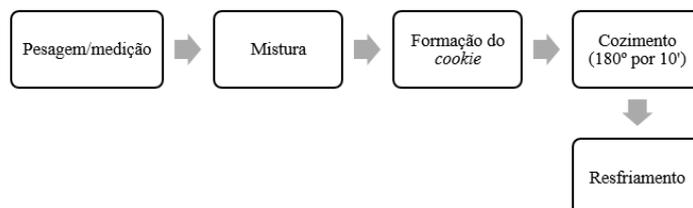
A pesagem dos ingredientes sólidos foi realizada em balança semi analítica. As medidas dos alimentos líquidos foram realizadas com a utilização de provetas. Essa etapa foi realizada com bastante precisão, pois sua execução determinou diretamente na qualidade final do produto.

A mistura da massa foi executada manualmente com a utilização de colheres para auxiliar no manuseio, assim como a modelagem dos biscoitos, é importante frisar que nestas etapas as habilidades manuais são fundamentais para o melhor resultado da massa e da uniformidade e padrão dos produtos.

O cozimento dos biscoitos foi realizado até que ocorresse o processo de caramelização dos açúcares presentes em sua formulação para conferir uma coloração adequada ao produto (MORETTO & FETT, 1999). Os biscoitos foram levados a um forno do tipo turbo a gás, durante 8 minutos a 180°C, e posteriormente foram retirados do forno com uma consistência mole e umedecida, por esse motivo o resfriamento foi lento, durante 20 minutos, para uniformizar o produto e não ter fissuras (Figura 2). Segundo VIEIRA (2014), essa etapa é considerada uma das mais importantes do processamento por influenciar diretamente na

textura do produto.

Figura 2. Processamento do Biscoito tipo cookie



Análises físico-químicas

Para a realização da análise físico-química os biscoitos produzidos foram processados, transformados em farinha, sendo inseridos em sacos plásticos identificados, mantidos no dessecador a vácuo e sílica para retenção da umidade e conservação da amostra.

Atividade de Agua (*aw*)

A análise de atividade de água foi realizada utilizando o método de determinação de atividade de água em analisador automático do modelo *LabMaster-aw*.

Composição centesimal

A caracterização química dos *cookies* foi determinada por meio dos seguintes procedimentos: umidade em estufa a 105 °C, cinzas por incineração a 550 °C, lipídios pelo método de extração por solvente (Método de *Soxhlet*), a quantidade de nitrogênio foi determinada pelo método de *Kjeldahl*, sendo transformado em proteína bruta pelo fator 6,25, seguindo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008) e para determinação de fibra utilizou-se o método de fibra Detergente Ácida (FDA) com amostra desengordurada, de acordo com os métodos da Association of Official Analytical Chemists (2010). O teor de carboidratos foi determinado por cálculo de diferença a partir dos valores dos outros macronutrientes. As análises foram realizadas em triplicatas verdadeiras bem como os reagentes empregados nas análises eram de grau analítico.

Avaliação da aceitabilidade sensorial e intenção de compra do biscoito tipo *cookie*

Os biscoitos destinados para realização da análise sensorial foram produzidos no dia antecedente a avaliação sensorial, sendo mantidos em bandejas de aço inox, cobertos com o papel filme.

Os testes foram realizados na Universidade Federal do Oeste da Bahia, *campus_Reitor*

Edgard Santos, no qual foi proposto a avaliação da aceitação global, bem como dos atributos de cor, sabor, aroma e textura da formulação do Biscoito tipo cookie com adição de farinha de soja, através do teste da escala hedônica de 9 pontos, sendo o ponto 1 correspondente a “desgostei muitíssimo” e o ponto 9 a “gostei muitíssimo”. Também foi verificada a atitude dos provadores em relação à intenção de compra, sendo utilizada para isso uma escala de cinco pontos, no qual as alternativas 1 e 5 representaram, respectivamente, “certamente compraria” e “certamente não compraria” (BATISTA et al., 2015). As amostras foram avaliadas por 112 provadores não treinados, de ambos os sexos, maiores de 18 anos, consistindo principalmente de estudantes universitários. O número de avaliadores foi estabelecido ao proposto por HOUG et al. (2006). A análise foi realizada em mesas redondas, com divisórias para quatro avaliadores por vez, assim, os biscoitos foram entregues para cada provador em bandejas e guardanapos, acompanhada com copo de água e juntamente a ficha de avaliação e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de *Tukey*, ambos ao nível de 5% de significância. O software *Sisvar* versão 5.6 (FERREIRA, 2011) foi utilizado para a realização das análises.

Aspectos éticos

Esta pesquisa atendeu integralmente as normas de pesquisa com seres humanos, foi avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Oeste da Bahia (Parecer nº 3.003.431). A participação do indivíduo no estudo foi voluntária e dependente da assinatura no TCLE. Todos os participantes foram informados quanto aos objetivos do estudo e aos procedimentos aos quais foram submetidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise centesimal do Biscoito tipo *cookie* com farinha de soja apresentado mostra valores significativos de proteína, lipídeos e fibras, podendo ser considerado um alimento hiperproteicos e com baixa atividade de água em sua composição (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centesimal e atividade de água das diferentes formulações de Biscoito tipo cookie com farinha de soja e controle.

Parâmetros físico-químicos	Cookie controle	Cookie 30%	Cookie 50%	Cookie 70%
Atividade de água	517a	0,519a	0,520a	0,520a

Umidade (%)	6,25±0,58 ^a	6,53±0,10 ^a	6,61±0,05 ^a	6,63 ±0,33 ^a
Cinzas (%)	2,36±0,06 ^a	2,89±0,04 ^a	3,38±0,07 ^b	3,57±0,47 ^b
Proteínas (%)	16,91±0,81 ^a	20,26±0,93 ^b	18,78±1,02 ^b	21,17±1,09 ^b
Lipídeos (%)	9,37±0,70 ^a	12,53±0,54 ^b	15,02±0,73 ^c	15,62±1,28 ^c
Fibras (%)	19,21±2,65 ^a	20,34± 0,02 ^a	20,16±1,62 ^a	20,7±0,6 ^a
Carboidratos (%) [*]	45,87 ^a	37,42 ^b	36,05 ^b	32,31 ^c

Média ± desvio-padrão. Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

^{*}Valor de média dos carboidratos obtida através do cálculo de diferença entre cinzas, lipídeos e proteínas.

Sabe-se que a determinação da atividade de água do alimento é importante para avaliar a estabilidade e multiplicação de micro-organismos no produto (CECCHI, 2003). Segundo CRUZ et al. (2018), o valor de mínimo de atividade de água que favorece o crescimento microbiano é de 0,75 para fungos, 0,88 para leveduras e 0,9 para bactérias. Desse modo, valores abaixo de 0,75 tem maior prazo de validade, assim, tal achado desse trabalho, demonstra que o produto poderá ter um bom tempo de prateleira.

De acordo os achados do estudo de CLERICI et al. (2013) que avaliou biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim, foi encontrado valores de umidade entre 5,96% e 4,79%, próximos aos dados do nosso estudo. Segundo CECCHI (2003) o teor de umidade no produto pode influenciar o seu processamento, estocagem e escolha do tipo de embalagem.

A soja é um alimento rico em aminoácidos essenciais, rica em lipídeos mono e poli-insaturados e outros nutrientes importantes. Ao avaliarmos a composição centesimal do Biscoito tipo cookie enriquecido com farinha de soja, destacamos os valores encontrados demonstrados na Tabela 2 para os teores proteicos e lipídicos. Em estudos que acrescentaram a farinha de soja na formulação em produtos de panificação, observa-se valores aumentados de proteínas, lipídeos, fibras e cinzas (ALAMU et al. 2018; ERBEN & OSELLA, 2017; AMIN et al., 2016; WU & ARNTFIELD, 2016; NDIFE et al. 2014; PÉREZ et al., 2008). Tais achados são semelhantes ao presente estudo, demonstrando que produtos enriquecidos com farinha de soja tendem a ter alto poder nutricional, podendo resultar em benefícios para saúde humana.

No estudo de SINGH & MOHAMED (2007) a adição de diferentes concentrações da proteína de soja na formulação de biscoitos promoveu a redução dos carboidratos no produto, indicando que o aumento no teor de proteína levou a diminuição correspondente no teor de carboidratos dos biscoitos. Assim, nota-se que o biscoito desenvolvido neste trabalho apresenta reduzido teor de carboidrato, tornando-se uma boa alternativa para indivíduos que buscam alimentos hiperproteicos e com menor teor de açúcar.

O teor de fibras encontrado nas formulações apresentou importantes valores tanto pela presença da farinha de soja, quanto pela adição de farinha de aveia. No estudo de VIEIRA et al. (2015) foram produzidos dois tipos de preparação dos biscoitos com farinhas mistas

com fécula de mandioca, farinha de soja, de quinoa e de amaranto que apresentaram teor de fibra entre 4,23 e 3,52%, enquanto o biscoito com farinha de trigo teve apenas 1,21% do teor de fibras, todos os resultados ficaram abaixo dos teores de fibra encontrados neste estudo. Segundo BERNAUD & RODRIGUES (2013), as fibras alimentares têm o poder de minimizar o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas como: doença arterial coronariana (DAC), acidente vascular cerebral (AVC), hipertensão arterial, diabetes *mellitus* (DM) e alguns transtornos gastrointestinais. Assim, o Biscoito tipo *cookie* deste estudo demonstrou elevado nível de fibras alimentares, podendo trazer benefícios a saúde dos consumidores.

Na análise sensorial, os atributos utilizados foram: aroma, cor, textura, sabor e aceitação global, sendo classificados na escala hedônica de 9 pontos. (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação dos atributos sensoriais pela escala hedônica 9 pontos

Amostras	Atributos *				
	Aroma	Cor	Textura	Sabor	Aceitabilidade global
Controle	6,77 ± 1,48 a	7,16 ± 1,54 a, b	7,46 ± 1,46 a	7,71 ± 1,56 a, b	7,59 ± 1,24 a, b
30% de soja	6,76 ± 1,50 a	6,94 ± 1,48 b	6,79 ± 1,78 b, c	7,13 ± 1,64 c	7,11 ± 1,60 c
50% de soja	6,83 ± 1,43 a	7,37 ± 1,31 a, b	6,65 ± 1,71 c	7,24 ± 1,59 b, c	7,25 ± 1,36 b,c
70% de soja	6,96 ± 1,45 a	7,49 ± 1,51 a	7,19 ± 1,40 a, b	7,84 ± 1,26 a	7,79 ± 0,97 a

* Média ± desvio-padrão. Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

O atributo aroma não se diferiu estatisticamente, entre as formulações, e quanto ao atributo cor, apenas na formulação 70% soja. Dados diferentes com relação ao aroma foram descritos num estudo em que testaram dois tipos de formulação de biscoitos a base de *okara* (extrato de soja) e aveia com a realização de análise sensorial com escala hedônica de 9 pontos, no qual o atributo aroma teve a média entre 5,44 e 6,86 (MADRONA & ALMEIDA, 2010).

O atributo sabor apresentou notas medias acima de 7 mostrando boa aceitação das formulações e em especial a formulação com 70% de farinha de soja não se diferiu da formulação controle. O estudo de VIEIRA et al. (2015) avaliou dois tipos de formulação dos biscoitos com farinhas mistas com fécula de mandioca, farinha de soja, de quinoa e de amaranto realizando o mesmo tipo de análise sensorial que utilizamos no presente estudo, o atributo sabor apresentou média entre 6,20 e 6,48, portanto, preferência inferior em comparação aos dados encontrados neste trabalho.

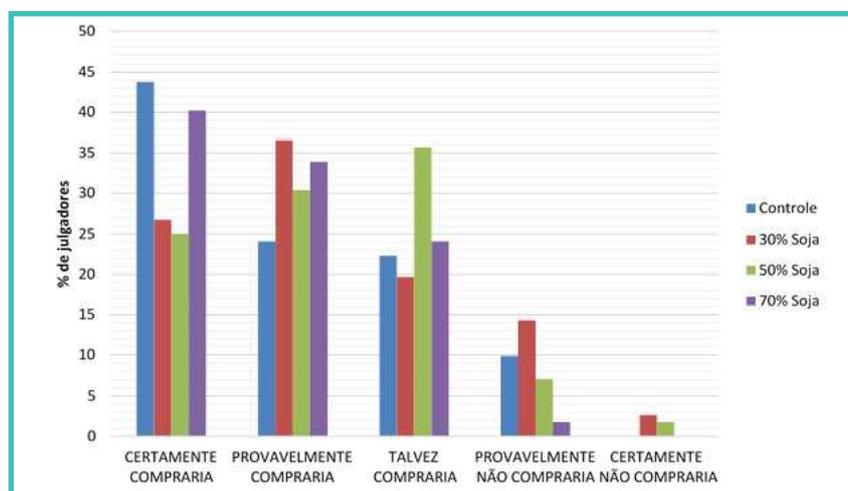
O atributo textura que apresentou semelhanças entre a formulação controle e com 70% de soja sendo mais bem avaliadas que as formulações com 30 e 50% de soja, entretanto, todas as formulações apontam para uma boa qualidade sensorial do produto. O estudo de MARETI et al. (2010) que avaliou características sensoriais de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja e farelo de aveia, mostrou que os biscoitos com maior

quantidade de farinha de soja foram caracterizados por cor mais escura e apresentando sabor mais característico de biscoito integral, sendo semelhante às características físicas encontradas neste estudo.

A aceitação global de todas as formulações, também foram avaliadas através da aplicação da escala hedônica de 9 pontos, e as notas médias com superiores a 7 e sem diferença estatística entre as formulações controle e com 70% de soja mais uma vez, reforçando a boa aceitação entre os provadores. A maioria dos provadores assinalaram as alternativas “gostei muitíssimo” e “gostei muito” implicando num resultado bem expressivo de aceitação global entre todas as formulações. No estudo de MARIANI et al. (2015) houve a análise sensorial utilizando uma escala hedônica de 7 pontos de 3 formulações diferentes de biscoitos com farelo de arroz e farinhas mistas de arroz e soja comparando com um biscoito padrão, apresentando aceitação global entre 4,50 e 5,23, a maior pontuação foi atribuída para a formulação com a farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja, mostrando que há boa aceitação em biscoitos que introduzem a farinha de soja em sua composição.

Nas afirmativas para intenção de compra, as mais assinaladas entre os provadores foi a opção “certamente compraria”, seguido da alternativa “provavelmente compraria” para a formulação controle e para a formulação com 70% de soja (Figura 3).

Figura 3. Intenção de compra dos biscoitos tipo *cookie* a base de soja e controle



O resultado de intenção de compra apresentou ser bastante positivo para as formulações com 70% e 30% de farinha de soja, tão quanto à amostra controle. Logo, podemos analisar a importância da comercialização de um produto enriquecido nutricionalmente e com boa aceitação do público. Em um estudo realizado com a análise sensorial de biscoito champanhe enriquecido com farinha de soja foi observado que 74% dos provadores comprariam o produto e 8,57% não comprariam, reforçando a hipótese de que biscoitos a base de farinha de soja apresentam potencial de comercialização (CHRIST et al., 2010). Trabalhos tem explorado o enriquecimento de produtos como uma tendência da indústria de alimentos,

exatamente por ter características de baixo custo podendo ser adquiridos por pessoas de baixa renda e ao mesmo tempo trazer importantes benefícios nutricionais (FASOLIN et al, 2007; SANTUCCI et al, 2003).

CONCLUSÃO

A proposta do estudo foi formular diferentes amostras de biscoitos tipo cookie enriquecidos com farinha de soja, que tivesse elevado poder nutricional, com boa aceitação sensorial e favorável intenção de compra comparados com uma formulação controle.

No que tange os resultados da composição centesimal, podemos concluir que os produtos com soja na formulação apresentaram boas quantidades de proteínas com teores deste nutriente quantidade bastante interessante para contribuir com as funções proteicas do organismo. As quantidades lipídicas também se mostraram satisfatórias, pois a composição da soja é majoritariamente de ácidos graxos insaturados e ainda, os teores de fibra encontrados, mostram que os produtos podem contribuir significativamente com as funções benéficas intestinais reportadas em vários estudos.

Na análise sensorial, pode-se observar que houve uma aceitação positiva dos produtos em todos os atributos avaliados, média acima de 7 para aceitação global e ótimo resultado da intenção de compra principalmente para o cookie com 70% de soja na formulação, demonstrando-se um potencial produto, que pode vir a ser comercializado, proporcionando aos consumidores um alimento nutritivo e com satisfatórios atributos sensoriais.

Conflitos de interesses

Os autores relatam não haver conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ALAMU, E. O.; POPOOLA, I.; MAZIYA-DIXON, B.. Efeito da inclusão da farinha de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) Sobre as propriedades nutricionais e preferência do consumidor de frituras para melhorar a nutrição domiciliar. *Ciência e Nutrição Alimentar* , v. 6, n. 7, p. 1811-1816, 2018. Available from: < <http://dx.doi.org/10.1002 / fsn3.751>>. Access on 07 Feb. 2019. Doi:10.1002 / fsn3.751.

AMIN, T. et al. Desenvolvimento de biscoitos ricos em proteínas e sem açúcar enriquecidos com farinha de ervilha (*Pisum sativum* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e flocos de aveia (*Avena sativa* L.). *International Food Research Journal* , v. 23, n. 1, p. 72, 2016.

AOAC INTERNATIONAL. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. Ed. 18^o., 3rd rev. Gaithersburg, MD, 2010.

BATISTA, M. A. et al . Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de formulações alimentares com proteínas do soro de leite ou albumina para crianças. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, vol. 18, n. 1, p. 31-41, Mar. 2015 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_art-

text&pid=S1981-67232015000100031&lng=en&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3214>.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia: Brazilian archives of endocrinology and metabolism*. Vol. 57, N. 6 (ago 2013), p. 397-405, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302013000600001&lng=en&nrm=iso>. acesso em 07 de fevereiro de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>.

CÂMARA, G. M. S. Introdução ao agronegócio soja. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal, 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/sites/default/files/LPV%200584%202015%20-%20Soja%20Apostila%20Agronegocio.pdf>>. Acesso no dia 28 de junho de 2018.

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2 ed. Campinas: Editora da Unicamp. 2003.

CHRIST, D. et al. Desenvolvimento e análise sensorial de biscoito champanhe enriquecido com farinha de soja. Faculdade Assis Gurgacz /Universidade sem fronteiras. 2010. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/57897674-Desenvolvimento-e-analise-sensorial-de-biscoito-champanhe-enriquecido-com-farinha-de-soja.html>>. Acesso no dia 04 de janeiro de 2019.

CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E. de; NABESHIMA, E. H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 16, n. 2, p. 139-146, June 2013. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232013000200008&lng=en&nrm=iso>. access on 07 Feb. 2019. Epub June 25, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000017>.

CRUZ, A. G. et al. Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. Elsevier Brasil, 2018.

ERBEN, M.; OSELLA, C. A. Optimization of mold wheat bread fortified with soy flour, pea flour and whey protein concentrate. *Food Science and Technology International*, v. 23, n. 5, p. 457-468, 2017. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1177 / 1082013217701583>>. Access on 07 Feb. 2019. Doi: 10.1177 / 1082013217701583.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000300016&lng=en&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000300016>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HOUGH, G.; WAKELING, I.; MUCCI, A.; CHAMBERS, E.; GALLARDO, I. M.; ALVES, L. R. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, Vol. 17, n. 6, p. 522-526, 2006. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>>. Access on 07 Feb. 2019. Doi:10.1016/j.foodqual.2005.07.002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1 ed. Digital. São Paulo, 2008. p.1020. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso no dia 06 de julho de 2018.

MADRONA, G. S.; DE ALMEIDA, A. M. Elaboração de biscoitos tipo cookie à base de okara e

- aveia. Revista Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 61-72, 2010. Available from: <<http://dx.doi.org/10.4025/revtecnol.v17i1.7925>>. Access on 07 Feb. 2019. Doi: 10.4025/revtecnol.v17i1.7925.
- MANDARINO, J. M. G. Compostos fitoquímicos da soja e seus benefícios para a saúde humana. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Compostos+fitoqu%C3%ADmicos+da+soja+e+seus+benef%C3%ADcios+para+a+sa%C3%BAde+humana.pdf/c029ea78-a214-c133-8b9e-cbd9f86387d4>>. Acesso no dia 29 de junho de 2018.
- MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. de T.. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 30, n. 4, p. 878-883, Dec. 2010. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000400007&lng=en&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000400007>
- MARIANI, M. A. et al. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, SP. vol. 18, n. 1, (jan./mar. 2015), p. 70-78, 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232015000100070&lng=en&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.6514>.
- MORETTO, E; FETT, R. Processamento e análise de biscoitos. São Paulo: Varela, 1999. p.97.
- MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SOUZA, M.C.; DIAS, C.T.S. Composition of soybean cultivars with different thermal treatments. Alim. Nutr. , Araraquara, v.18, n. 2, p. 151-160, abr./jun. 2007.
- NDIFE, J.; KIDA, F.; FAGBEMI, S. Production and quality assessment of enriched cookies from whole wheat and full fat soya. European Journal of Food Science and Technology, v. 2, n. 1, p. 19-28, 2014.
- PERES, A. P. Desenvolvimento de um biscoito tipo cookie enriquecido com cálcio e vitamina D. 2010. f. 78. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.
- PEREZ, S. R. et al . Efecto del mejoramiento proteico sobre los parámetros de calidad nutricional y sensorial de galletitas dulces (cookies). ALAN, Caracas v. 58, n. 4, p. 403-410, dic. 2008. Available from: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000400013&lng=es&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019.
- SANTUCCI, M. C. C. et al. Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal, com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.) Effect of enrichment of water and salt biscuits with yeast (*Saccharomyces* sp.) extract. Food Science and Technology, v. 23, n. 3, p. 441-446, 2003. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612003000300025-&lng=en&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000300025>.
- SINGH, M.; MOHAMED, A. Influência das misturas glúten-proteína de soja na qualidade dos biscoitos com baixo teor de carboidratos. LWT-Food Science and Technology , v. 40, n. 2, p. 353-360, 2007. Available from <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.013>>. Access on 07 Feb. 2019. Doi: 10.1016/j.lwt.2005.09.013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO (SBAN). O benefício do consumo da proteína isolada de soja nas diferentes fases da vida. 2017. Disponível em: <<http://sban.cloudpainel.com.br/source/Proteina-Isolada-Soja.pdf>>. Acesso no dia 28 de junho de 2018.

VARGAS, R. L. Teores de macronutrientes e micronutrientes em sementes de soja. Master's Thesis. 2014, f.61. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em sementes). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

VIEIRA, T. M. F. S. Estrutura, funcionalidade e aplicações de proteínas de soja. 2007. Disponível em: <<http://www.oleosegorduras.org.br/site/assets/arquivo/0079cdf6aeacb2e36e9293113f7bb8d8.pdf>>. Acesso no dia 29 de junho de 2018.

VIEIRA, C. K. O. F. Desenvolvimento de biscoito com queijo provolone. 2014. f. 51. (Trabalho de Conclusão de Curso em Química industrial). Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciência e Tecnologia. Campina Grande. 2014.

VIEIRA, T. S.; FREITAS, F. V.; SILVA, L. A. A.; BARBOSA, W. M.; SILVA, E. M. M. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. Braz. J. Food Technol. V. 18, n. 4, p. 285-292, jan/março, 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232015000400285&lng=en&nrm=iso>. Access on 07 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1815>.

WU, M. & ARNTFIELD, S. Influence of Added Soy Presscake and Soy Flour on Some Physical and Sensory Properties of Corn Tortillas. Journal of food science, v. 81, n. 10, p. S2552-S2558, 2016. Available from: <<https://doi.org/10.1111/1750-3841.13433>>. Access on 07 Feb. 2019. Doi: 10.1111/1750-3841.13433.

“

Propriedades físico-químicas e tecnológicas de féculas de mandioca comercializada na Região Metropolitana de Palmas - TO

Maria Luciana Barbosa **Mendes**
UFT

Caroline Tavares da Silva **Torres**
UFT

Ingrid Tomé **Souza**
UFT

Nathália Beatriz Dobler **Souza**
UFT

Nayara Barbosa **Batista**
UFT

Stefanie Mauzolf **Wetmann**
UFT

Caroline Roberta Freitas **Pires**
UFT

Abraham Damian Giraldo **Zuniga**
UFT

Clemilson Antonio **Silva**
UFT

RESUMO

Nos últimos anos o crescimento do mercado de amidos despertou preocupação com à busca de produtos caracterizados especificamente para atendimento das exigências da indústria. Conhecer as características físico-químicas e propriedades funcionais tornou-se importante para entendimento de problemas e potencialidades do processo de produção e uso. Objetivou-se avaliar propriedades físico-químicas de féculas nativas e fermentadas de mandioca (*Esculenta Crantz*) para compreensão de relações entre tais propriedades e o atendimento das exigências da indústria de amido e do mercado. Realizaram-se análises de féculas de mandioca (nativa e fermentada) adquiridas no comércio de Palmas – Tocantins, Brasil. Para determinação de Umidade, Cinzas, pH, Acidez total titulável, Lipídios totais, Proteínas totais, Carboidratos, Valor calórico total utilizaram-se métodos do instituto Adolf Lutz. Para caracterização tecnológica testaram-se índices de absorção de água e óleo, e índices de solubilidade em água (Leonel et al. 2010). Determinaram-se Amido disponível, resistente e total utilizando método AOAC 996.11 (1995) modificado por Walter et al. (2005). As características apresentadas foram: Umidade (11,50 e 13,30%); pH (5,13 e 3,45); ATT (1,29 e 4,71/mL de NaOH/100g-1); Cinzas (0,09 e 0,18 %); Lipídios totais (0,12 a 0,13 %); Proteínas totais (0,32 e 0,41%); Carboidratos 87,9 e 85,9%). Teores de amido disponível, resistente e total variaram de 91,44 a 93,22% para a fração disponível, de 2,29 e 2,14% para o amido resistente e de 93,72 e 95,36% para o amido total nas féculas nativa e fermentada respectivamente. O IAA foi de 2,28 e 2,55 g gel (g de matéria seca) -1, o IAO de 6,64 e 6,41 g de óleo/g de matéria seca e o ISA de 4,77 e 4,69% para as féculas nativa e fermentada respectivamente. Ambas variedades de féculas apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos na legislação classificando-se como “fécula tipo 1” apresentando também qualidades tecnológicas desejáveis e aceitáveis para incorporação aos produtos alimentícios.

Palavras-chave: Manihot Esculenta Crantz; Amido Resistente; Composição Centesimal.

INTRODUÇÃO

A mandioca é uma planta tuberosa de porte arbustivo, perene, nativa da América do Sul (SOUZA & OTSUBO, 2002), pertencente à classe das dicotiledôneas, da ordem Euphorbiales, da família Euphorbiaceae (SANTANA, 2007), com cerca de 7200 espécies com características bastantes variáveis (UARROTA, 2015) cultivada em mais de 100 países tropicais e subtropicais (FAO, 2013).

Por sua rusticidade, flexibilidade de plantio e colheita e de sua importância sociocultural (FERREIRA et al., 2013), representa a terceira fonte de calorias, atrás apenas do arroz e do milho, sendo utilizada na alimentação de cerca de 600 milhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento onde representa importante elemento da segurança alimentar e nutricional, podendo ser totalmente aproveitada desde suas partes aéreas até suas raízes (FIALHO & VIEIRA, 2011).

No Brasil a espécie é cultivada em todas as regiões, principalmente em propriedades de base familiar (ALVES 2012; FREDRICH et al., 2013), onde é empregada para a obtenção de uma grande variedade de produtos e subprodutos (FIALHO & VIEIRA, 2011).

Em 2016, o país produziu um cerca de 21 milhões de toneladas e apresentou uma receita bruta de 10,3 bilhões de reais, ocupando o quinto lugar em valor de produção agrícola do país, entre as culturas temporárias, logo depois do café (21,3) milho (37,6), cana-de-açúcar (51,6) e soja (104,8) (IBGE, 2016) e o terceiro lugar no ranking mundial de produtores da raiz logo atrás da Tailândia (31,1) e Nigéria (57,1) respectivamente (FAO, 2016).

Nesse contexto, apura-se que a produtividade média nacional tem melhorado, passando de 15,2 t para 15,3 t. Registra-se, ainda, acréscimo na área colhida, de 1.494.498 hectares em 2015 para 1.548.280 hectares em 2016, significando aumento de 3,5% (IBGE, 2016).

A região Norte do Brasil é a maior produtora com 8,9 milhões de toneladas de raiz. Na região o Pará, o Amazonas e o Acre são responsáveis pela produção de 87,7% da produção regional e quase 39% da produção nacional. Na região, o Tocantins ocupa a quinta colocação entre os estados do norte com uma produção estimada em 187.660 mil toneladas o que representa 2,1% da produção regional. No ranking da produção nacional a região Norte é seguida pelas regiões Nordeste (24,7%), Sul (22,4%), Sudeste (9,5%) e Centro-Oeste (4,8%), onde merecem destaque os estados da Bahia, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul respectivamente (IBGE, 2016).

Estima-se que no Brasil aproximadamente 83% das raízes são destinadas à produção de farinha de mandioca e de fécula (produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis de vegetais como tubérculos, raízes e rizomas), sendo este último, o carboidrato mais abundante na natureza e mais importante fonte de energia (80 a 90% de todos os polissacarídeos) da alimentação humana (MAIEVES, 2010), e por ser considerada uma

commodity e competir diretamente com os amidos de milho, de trigo e fécula de batata em nível internacional possui inserção representativa quanto à demanda mundial (VILPOUX, 2008).

Estruturalmente, o produto amiláceo extraído das raízes de mandioca é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina formadas por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas em $\alpha(1 \rightarrow 4)$ e em $\alpha(1 \rightarrow 4)$ e $\alpha(1 \rightarrow 6)$ respectivamente, cuja proporções entre estas unidades podem variar entre variedades de uma mesma espécie e ainda, numa mesma variedade, ou ainda de acordo com o seu grau de maturação o que pode resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais diferenciadas, o que pode afetar sua utilização em alimentos ou aplicações industriais (WALTER, 2005).

Quando extraída das raízes de mandioca após as etapas de descascamento, trituração, desintegração, purificação, peneiramento, centrifugação, concentração e secagem, denomina-se fécula nativa, não fermentada ou polvilho doce. Já quando submetida a um processo de fermentativo natural pela variação de condições como local e tempo ou ainda pela ação de enzimas microbianas, obtêm-se como produto denominado de fécula fermentada ou polvilho azedo (LADEIRA & PENA, 2011).

As féculas de mandioca (nativa ou fermentada) apresentam características físico-químicas de grande interesse industrial, tendo ampla aplicação em diversos setores como indústria têxtil, de papel, farmacêutica, siderúrgica, plástica e alimentícia. Fato que se deve principalmente à sua característica única de poder ser usado diretamente na forma de grânulos, de grânulos intumescidos, na forma dispersa, como filme (obtido da secagem de uma dispersão ou após extrusão) e depois da conversão a uma mistura de oligossacarídeos ou a glucose, que pode ser isomerizada enzimaticamente para frutose (NUNES et al., 2010).

Com o crescimento e aperfeiçoamento do mercado de amidos ocorrido nos últimos anos, tem sido grande a preocupação com a busca de produtos com características específicas que atendam às exigências da indústria, assim, o conhecimento de suas características físico-químicas e propriedades funcionais, tais como viscosidade, inchamento, absorção de água, formação de gel, cor, transparência, neutralidade de sabor e odor, entre outras, tornam-se muito importante para tentar entender os principais problemas ligados ao processo de produção e de suas potencialidade de uso.

Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo coletar, analisar e comparar as propriedades físico-químicas e as propriedades tecnológicas de amostras comerciais de féculas de mandioca (nativa e fermentada), buscando compreender algumas relações entre estas propriedades e o potencial atendimento das expectativas tecnológicas da indústria do amido e do mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foi constituído por amostras de féculas de mandioca nativa (polvilho doce) e fermentada (polvilho azedo) adquiridas de forma aleatória no comércio local (Palmas – Tocantins, Brasil). As amostras devidamente embaladas foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Alimentos do curso de Nutrição da Universidade Federal do Tocantins, onde foram armazenadas até o momento das análises.

Métodos

Caracterização físico-química

Na avaliação da composição centesimal das amostras foram empregadas as análises: **Umidade** – Perda por dessecação por meio de secagem direta em estufa a 105°C até peso constante, segundo método nº 012/IV do Instituto Adolfo Lutz – IAL (ZENEBOON, et al., 2008); **Cinzas** – método gravimétrico, por incineração da amostra em forno tipo mufla a 550-570°C, até obtenção de cinzas brancas ou ligeiramente acinzentadas, segundo o IAL, método nº 018/IV; **pH** – por leitura direta em pHmetro da marca MSTECPON®, modelo LUCA 210, com variação 0,01, de acordo com o IAL, método nº 017/IV; **Acidez total titulável** – método titulométrico, utilizando-se NaOH 0,01 N e fenolftaleína como indicador, de acordo com o IAL, método nº 016/IV; **Lipídeos totais** – A determinação de lipídios será realizada pela extração contínua, com solvente, em aparelho do tipo Soxhlet, seguida da remoção por evaporação do solvente empregado, conforme descrito pelo método nº 032/IV do IAL; **Proteínas totais** – através da determinação do nitrogênio pelo método de Kjeldahl clássico, utilizando o fator de correspondência nitrogênio-proteína de 6,25, segundo o IAL, método nº 036/IV; **Carboidratos** – O conteúdo de carboidratos totais foi estimado pela diferença entre 100 e a soma das médias das porcentagens de umidade, cinzas, fração lipídica e proteínas totais, segundo CROCETTI et al., , 2017; **Valor calórico total** – foi determinado através da utilização dos coeficientes de ATWALTER (carboidratos = 4,0; lipídios = 9,0; proteínas = 4,0).

Caracterização das propriedades funcionais tecnológicas

Na caracterização de propriedades funcionais tecnológicas das féculas de mandioca (nativa e fermentada) foram realizadas as análises dos índices de absorção de água (IAA) e óleo (IAO) e o índice de solubilidade em água (ISA) seguindo metodologia descrita por

Leonel et al., (2010).

Para o IAA e IAO, 2,5 g das amostras foram homogeneizadas durante 30 minutos com 30 mL de água (destilada) e de óleo (óleo de soja) respectivamente e, em seguida centrifugadas por 10 minutos a 3.000 rpm. Do líquido sobrenadante foi coletada uma alíquota de 10 mL e colocada em cadinho tarado, sendo levado à estufa a 105 °C por 8 h. O peso do resíduo de evaporação foi calculado pela diferença de peso do cadinho. O gel remanescente da centrifugação foi pesado e o peso do resíduo da centrifugação calculado pela diferença de peso do tubo. A massa da água ou do óleo absorvidos foi expressa em g/100 g de amido em base seca. Já o ISA foi calculado pela relação entre o peso do resíduo de evaporação e o peso da amostra.

Determinação de amido disponível, amido resistente e amido total

O teor de amido disponível (AD) e resistente (AR) foi determinado de acordo com o método da AOAC 996.11 (AOAC, 1995) modificado por Walter et al., (2005), que recomenda a utilização de maior quantidade de amostra (300 mg ao invés de 100 mg), tampão fosfato pH 6,8, ao invés de MOPS (ácido 4 - morfolino propano sulfônico), pH 7,0, e proteólise durante o processo de digestão. As enzimas utilizadas para determinação de amido disponível e resistente foram α -amilase termoestável (Termamyl 2X) produzida pela Novozymes Latin American Limited (Araucária/Brasil), amiloglicosidase (A9913) produzida pela Sigma e protease fornecida pela Granotec. A glicose liberada durante a hidrólise do amido foi determinada colorimetricamente ($\lambda = 505$ nm), utilizando kit glicoseoxidase-peroxidase (Glicose PAP Liquiform, da Labtest). O conteúdo de AD e AR foi calculado multiplicando o resultado final de glicose por 0,9 (para converter glicose livre em amido), e apresentado como porcentagem na matéria seca. O teor de amido total foi determinado pela soma do amido disponível e resistente.

Análise estatística

Para os dados da composição centesimal e propriedades funcionais foram aplicados testes de estatística descritiva, com observação das médias e desvio-padrão das três repetições. Para as propriedades funcionais foram aplicados ainda a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparação entre as médias obtidas. As análises foram realizadas pelo programa estatístico STATISTICA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os resultados da caracterização físico-química realizada nas féculas de mandioca nativa e fermentada comerciais analisados.

A fécula de mandioca nativa apresentou teor de umidade médio de 11,5% e a fécula de mandioca fermentada de 13,3%. Valores muito próximos aos encontrados por Santos et al., (2012) para a fécula nativa (12,3%) e fécula fermentada e (12,6%) e aos encontrados por Demiate et al., (2003) para fécula nativa de 12,3% e por Machado et al., (2010) para a fécula fermentada de 14,0%. Os valores encontrados atendem ao especificado na legislação brasileira, que estabelece o máximo de 14% de umidade como limite para este tipo de produto (BRASIL, 2005). A variação dos resultados apresentados pode ser explicada pela interferência de fatores como a origem botânica das raízes ou ainda à eficiência dos métodos de extração utilizados para obtenção das féculas de mandioca, dentre outros (COUTINHO, 2007).

De acordo com os resultados para o pH (tabela 1) das suspensões de fécula nativa e fermentada, foi possível verificar que a fécula nativa apresentou pH de 5,13 enquanto a fermentada de 3,45 podendo ser classificadas como pouco e muito ácida respectivamente, conforme classificação estabelecida por BRITO et al., (2015), em que os alimentos são divididos em pouco ácidos (pH > 4,5), ácidos (pH 4,5 a 4,0) e muito ácidos (pH < 4,0).

Os valores encontrados neste trabalho apresentaram-se de acordo com os observados por Santos (2015) e por Demiate (2003) que verificaram uma variação no pH de 5,70 a 6,75 e de 4,73 a 6,11 para amostras de fécula nativa respectivamente e muito próximos a 3,5 característicos para amidos fermentados encontrados por Santos, (2015).

Tabela 1. Composição centesimal das féculas de mandioca.

Determinações	Fécula Nativa ¹	Fécula Fermentada ¹
Umidade (%)	11,50±0,19 ^a	13,30±0,17 ^a
Ph	5,13±0,06 ^a	3,45±0,03 ^a
ATT	1,29±0,22 ^a	4,71±0,23 ^a
Cinzas	0,09±0,01 ^a	0,18±0,01 ^a
Lipídeos	0,12±0,00 ^a	0,13 ±0,01 ^a
Proteínas	0,32±0,00 ^a	0,41±0,00 ^a
Carboidratos	87,97±0,05 ^a	85,92±0,15 ^a

(1) Média da triplicata; ± Desvio Padrão; Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5 % de significância pelo teste Tukey. ATT: Acidez Total Titulável (mL de NaOH/100g⁻¹).

A diferença entre o pH da fécula de mandioca nativa e fermentada, pode ser explicada pelo fato, de que durante o processo fermentativo ocorre a produção de ácidos orgânicos, tendo como consequência o aumento da acidez. O baixo pH em amidos fermentados é con-

siderado um dos principais responsáveis pelo controle de crescimento de micro-organismos deteriorantes no produto e também parcialmente responsável pelas mudanças tecnológicas do mesmo (MACHADO et al., 2010).

Com valores médios de acidez total titulável de 1,29 para a fécula nativa e 4,71 ml de NaOH/100g para a fécula fermentada, os resultados encontrados estão dentro do limite máximo estabelecido de 1,0 e 5,0 e ml de NaOH/100g de amostra respectivamente, segundo estabelecido nas normas da legislação brasileira vigente (BRASIL, 2005).

Os valores para acidez total titulável para as féculas nativas e fermentadas variam enormemente entres os estudo (MACHADO et al., 2010; DINIZ, 2006; GUERREIRO, 2002), cujas diferenças podem ser atribuídas às diferentes condições de fermentação, matéria prima, tempo, temperatura e outros fatores empregadas durante sua obtenção (GERVIN, 2016).

O teor de cinzas das amostras de fécula nativa e fermentada foi de 0,09 e 0,18 g.100g⁻¹ respectivamente. O valor encontrado nas amostras de fécula nativa encontra-se superior ao encontrado por Holland e Oliveira (2015) de 0,03 g.100g⁻¹ e por Silva et al., (2012) de 0,07 g.100g⁻¹ ao caracterizar a fécula produzida por raízes de três variedades de mandioca produzidas no estado do Pará. Já para a fécula fermentada os valores estão muito próximos aos obtidos por Santos & Neves (2016) que encontraram uma média 0,18 g.100g⁻¹ e aos valores médios verificados por Ascheri e Vilela (1995) (0,20 g.100g⁻¹), Pereira et al., (1999) (0,21 g.100 g⁻¹) e Aquino et al., (2016) (0,19 g.100 g⁻¹).

Segundo Marcon (2009) a determinação das cinzas é útil para detectar as impurezas, provenientes do solo, que quando presentes no amido podem influenciar em seu comportamento tecnológico.

Os teores de lipídeos nas féculas em estudo apresentaram-se homogêneos, em torno de 0,12 g.100g⁻¹, valores que podem ser considerados baixos quando comparado com os resultados encontrados por Camargo et al., (2008) de 4,6g.100g⁻¹ e Fiorda (2011) de 1,56 g.100g⁻¹ e muito próximo dos encontrados por Oliveira (2011), em torno de 0,11 g.100g⁻¹. Característica esta que pode ser considerada uma vantagem tecnológica já que estes constituintes são capazes de influenciar e gelificação, o comportamento reológico das pastas e a cristalização das moléculas, reduzindo a retrogradação (OLIVEIRA, 2011).

Neste trabalho, as amostras de fécula nativa apresentaram um teor de proteínas de 0,32 g.100g⁻¹. Valor que pode ser considerado baixo quando comparado com o encontrado por Rocha et al., (2019) de 0,60 g.100g⁻¹ e alto quando comparado com o obtido por Rodrigues (2010) de 0,06 g.100g⁻¹ ao analisarem amostras de fécula de mandioca in natura. Estas diferenças podem ser resultado pelas variações que ocorrem naturalmente entre exemplares de uma mesma espécie vegetal ou até mesmo das perdas decorrentes do processo de extração (OLIVEIRA, 2011).

Já os valores de proteína apresentados pelas féculas fermentadas $0,41(\pm 0,00)$ g.100g⁻¹ deste presente estudo pode ser justificado como sendo resultado do crescimento e também pela produção de substâncias protéicas, como enzimas, de microrganismos na etapa de fermentação. Os valores de proteína nas féculas fermentadas podem sofrer um aumento de cerca de três vezes quando comparado ao amido natural devido à proliferação de microrganismos (PEREIRA et al., 1999).

Os teores de carboidratos para a fécula nativa e fermentada de $87,97(\pm 0,05)$ e $85,92(\pm 0,15)$ g.100g⁻¹ respectivamente. Estes valores embora superiores aos encontrados por Holland e Oliveira (2015) de $54,12$ g.100g⁻¹ e inferiores aos descritos por Leite (2016) de $91,5$ g.100g⁻¹, encontram-se muito próximos aos valores estabelecidos pela Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO (TACO, 2011) de $86,8$ g.100g⁻¹. Sugere-se, portanto, que a diferença encontrada é, provavelmente, devido aos métodos diferentes de obtenção das féculas.

A quantidade de energia média expressa em Kcal para fécula nativa e fermentada é de $354,24$ Kcal e $346,49$ Kcal por 100 g respectivamente. De acordo com a Tabela TACO, o valor calórico para estes produtos é de aproximadamente 351 Kcal (TACO, 2011).

A Tabela 2 apresenta os teores de amido disponível, resistente e total nas amostras, nesta observa-se, uma variação de $91,44$ a $93,22\%$ para a fração digerível, de $2,29$ e $2,14\%$ para a fração não digerível e de $93,72$ e $95,36\%$ para a fécula nativa e fermentada respectivamente.

Tabela 2. Teor de amido disponível, resistente e total das féculas de mandioca 1.

Determinações	Fécula Nativa	Fécula Fermentada
Amido disponível (%)	$91,44\pm 0,03^a$	$93,22\pm 0,24^b$
Amido resistente (%)	$2,29\pm 0,04^a$	$2,14\pm 0,12^a$
Amido total (%)	$93,72\pm 0,12^a$	$95,36\pm 0,18^a$

(1) Média da triplicata; \pm Desvio Padrão;

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, a 5 % de significância pelo teste Tukey.

Os valores encontrados neste trabalho estão muito próximos aos encontrados por Silva et al., (2012) de $92,46$ a $97,46\%$ e aos de Santos (2012) de $94,01\%$ ao estudarem fécula nativa e aos de Ladeira & Pessoa (2011) de $94,18$ a $96,63\%$ ao analisarem amostras de fécula fermentada.

Estima-se que o teor de amido resistente tipo III em fécula de mandioca seja de $2,4\%$ (LERTWANAWATANA et al., 2015), valor um pouco superior ao encontrado neste trabalho de $2,29$ e $2,14\%$ para as féculas de mandioca nativa e fermentada respectivamente. No entanto, estes resultados são superiores aos encontrados por Cabelo & Shmidt (2005) de $1,12\%$ e os encontrados por Pereira & Leonel (2014) de $1,11$ e $1,06\%$.

Comparando-se os valores encontrados neste trabalho de pH (5,13 e 3,45%), cinzas (0,09% e 0,18%), umidade (11,5 e 13,3%) e amido (93,7% e 95,3%) das amostras de fécula nativa e fermentada respectivamente, aos parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa 23/2005 (BRASIL, 2005), regulamento que tem por objetivo definir as características de identidade e de qualidade dos Produtos Amiláceos derivados da Raiz de Mandioca verifica-se sua adequação, podendo as mesmas serem classificadas como féculas “tipo I”.

Os dados obtidos para as análises tecnológicas das féculas nativa e fermentada estão descritos na Tabela 3, onde os índices de absorção de água e óleo foram expressos em gramas de água ou óleo por grama de matéria seca e o índice de solubilidade em água em percentual.

Tabela 3. Propriedades tecnológicas das féculas de mandioca nativa e fermentada.

Análise	Fécula Nativa ¹	Fécula Fermentada ¹
IAA [g de gel (g de matéria seca) ⁻¹]	2,28±0,24 ^a	2,55±0,11 ^a
IAO [g de gel (g de matéria seca) ⁻¹]	6,64±0,28 ^b	6,41±0,19 ^a
ISA (%)	4,77±0,12 ^a	4,69±0,13 ^a

(1) Média da triplicata; ± Desvio Padrão;

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5 % de significância pelo teste Tukey.

O índice de absorção de água (IAA) está relacionado com a disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água indicando a quantidade de água que os grânulos de amido são capazes de absorver e sua capacidade de formação de gel, o que reflete diretamente sobre as características sensoriais dos alimentos (CAMARGO & MISCHAN, 2008).

Na tabela 3 é possível verificar valores para o IAA de 2,28 e 2,55 g de gel (g de matéria seca)⁻¹ para a fécula nativa e fermentada respectivamente. Cabelo et al., (2012), ao analisar amido de mandioca comercial, encontraram valores de IAA entre 1,9 a 2,14 g de gel (g de matéria seca)⁻¹, já Fiorda et al., (2013), analisando fécula nativa, encontrou IAA de 1,66 de gel (g de matéria seca)⁻¹, em ambos trabalhos ficaram abaixo dos valores apresentados nesta análise.

O índice de absorção de óleo (IAO) trata da capacidade de combinação de sítios apolares das cadeias de proteínas ou disponibilidade de grupos lipofílicos aprisionarem óleo, deste modo, a quantidade e qualidade de proteínas presentes determinam a capacidade de absorção de óleo dos alimentos (CATARINO & SEIBEL, 2017; FIORDA et al., 2013). Fato que justifica os resultados neste trabalho, onde o IAO para a fécula nativa e fermentada foi de 6,64 e 6,41 g de óleo/g de matéria seca respectivamente. Valores considerados baixos quando comparados aos encontrados por Fiorda et al., (2013), que verificou valores médios de 12,41 g de óleo/g de matéria seca, ou ainda muito baixo, quando se compara as féculas,

a concentrados proteicos, como o de soja (226-254%) e girassol (119- 154%) (GLÓRIA & REGITANO D'ARCE, 2000).

Neste trabalho o índice de solubilidade em água (ISA) foi semelhante para as amostras de fécula nativa e fermentada, 4,77 e 4,69 provavelmente devido ao baixo teor de substâncias solúveis em água (minerais e açúcares solúveis). Analisando fécula de mandioca, Barbosa et al., (2006) encontraram ISA de 1,55 g (100 g)⁻¹, valor inferior ao obtido neste trabalho, provavelmente devido às características da cultivar de mandioca ou à granulometria das farinhas utilizadas nas análises.

CONCLUSÕES

As duas variedades de féculas mandioca caracterizadas apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos na legislação sendo classificadas como “fécula tipo 1”.

Os processos tecnológicos utilizados para obtenção dos produtos derivados de mandioca promovem variações no teor de amido, o que interfere diretamente no conteúdo do amido resistente tipo III.

A avaliação das propriedades funcionais tecnológicas das féculas forneceu dados importantes que revelaram que estes materiais possuem qualidade tecnológica desejáveis para serem incorporados aos produtos alimentícios.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. B. Análise do desempenho de cadeias produtivas agroindustriais da mandioca: Estudo de casos nas principais regiões de produção do Brasil. Dissertação (mestrado). Porto Alegre - RS, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mar. 2012.

AQUINO, A.C.M.S; GERVIN, V.M.; AMANTE, E.R. Evaluation of the sour cassava starch productive processing on factories of Santa Catarina State. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 19, p. 1-8, 2016.

ASCHERI, D.P.R; VILELA, E.R. Alterações do polvilho de mandioca pela fermentação no fabrico de biscoitos. Pesq. Agropec. Bras. Brasília - DF. V.30, n.2, p. 269-279, fev. 1995

BARBOSA, L. N.; GARCIA, L. V.; TOLOTTI, K. D.; GOELLNER, T.; AUGUSTO-RUIZ, W.; SANTO, M. E. Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. Vetor, Rio Grande, 16(1/2): 11-20, 2006

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos derivados da raiz de Mandioca. Diário Oficial da União – DOU, Brasília, dez. 2005.

BRITO, V.S.; SILVA, E. C.; CEREDA, M. P. Digestibilidade do amido in vitro e valor calórico dos grupos de farinhas de mandioca brasileiras. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 18, n. 3, p. 185-191, Sept. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232015000300185&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Feb. 2019.

CABELLO, C.; SCHMIDT, M. C. Características de expansibilidade, densidade e amidos resistentes em biscoitos extrudados a partir de misturas de farinha e fécula de mandioca. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*. Botucatu, v.1, p.19-29, outubro, 2005.

CAMARGO, K. F.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(3): 586-591, jul.-set. 2008

CATARINO, R. P. F.; SEIBEL, N. F. Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos. In: *Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas – volume 3 [livro eletrônico] / organizado por Ana Flávia de Oliveira, Leticia Jovelina Storto. – São Paulo: Blucher, 2017.*

COUTINHO, A. P. C. Produção e caracterização de maltodextrinas a partir de amidos de mandioca e batata-doce. 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

CROCETTI, A. et al., Determinação da composição centesimal a partir de dois métodos de secagem para a produção da farinha de beterraba (*Beta vulgaris*, L. - Família Amaranthaceae). *Visão Acadêmica*, [S.l.], v. 17, n. 4, mar. 2017. ISSN 1518-8361. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/51359/31867>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A.; SOUZA, T. O.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Características de qualidade de amostras de polvilho doce. *Publ. UEPG Ci. Exatas Terra*. Abr. 2003. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg/handle/123456789/580>. Acessado em: 11 de fevereiro de 2019.

DINIZ, I. P. Caracterização tecnológica do polvilho azedo produzido em diferentes regiões do estado de Minas Gerais. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

FAO, 2016. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 09/07/2018.

FAO. *Save and Grow Cassava: a guide to sustainable production intensification*. Rome, 2013. 219 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3278e/i3278e.pdf>> . Acesso em: 24 de janeiro de 2019.

FERREIRA, S. M.; CALIARI, SOARES JÚNIOR, M. M. S.; BELEIA, A. D. P. Produção de açúcares redutores por hidrólise ácida e enzimática de farinha de arroz. *Revista brasileira de produtos agroindustriais*, v. 15, n. 62, p. 383–390, 2013.

FIALHO, J.; VIEIRA, E. A. *Mandioca no Cerrado : orientações técnicas*. Embrapa 2ª ed. Planaltina - DF: Embrapa, 2011.

FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M.V.E. Farinha de bagaço de mandioca: Aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 4, p. 408–416, 2013.

FREDRICH, J. E. et al., Definição da folha a ser amostrada para monitoramento de mosca branca (*bemisia tuberculata*) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz crantz). 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95771/1/DEFINICAO-DA-FOLHA-032-entomolo-21516-LEDO.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

GERVIN, V.M.; AQUINO, A.C.M.S; AMANTE, E.R. Efeitos da modificação por ácidos orgânicos e do processo de secagem sobre as propriedades de expansão do amido de mandioca. *Rev Inst Adolfo Lutz*. São Paulo, 2016;75:1693.

GLÓRIA, M. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Concentrado e isolado protéico de torta de castanha do Pará: obtenção e caracterização química e funcional. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 240-245, 2000.

GUERREIRO, L. M. R. Avaliação de amidos nativos em condições de estresse adaptados ao processamento de alimentos. 2002. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90542>>.

HOLLAND, N.; MEDEIROS, S. V.. Efeito do processamento e congelamento na composição centesimal e amido resistente de feijão verde. In: *Anais do simpósio latino americano de ciências de alimentos*, 2015. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2015/trabalhos/efeito-do-processamento-e-congelamento-na-composicao-centesimal-e-amido-resistente-de-feijao-verde>> Acesso em: 11 fev. 2019.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. *Levant. Sistem. Prod. Agríc.*, v. 29, n. 2, p. 1–79, fev. 2016.

LADEIRA, T. M. S.; PENA, R. S. Propriedades físico-químicas e tecnológicas dos polvilhos azedos de três cultivares de mandioca. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 631-640, out./dez. 2011.

LADEIRA, T. M. S.; PENA, R. S. Propriedades físico-químicas e tecnológicas dos polvilhos azedos de três cultivares de mandioca. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 631-640, out./dez. 2011.

LEONEL, M.; MARTINS, J. C.; MISCHAN, M. M.. Produção de snacks funcionais à base de farinha de soja e polvilho azedo. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1418-1423, June 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000600028&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Feb. 2019.

LERTWANAWATANA, P.; FRAZIER, R.; NIRANJAN, K. High pressure intensification of cassava resistant starch (RS3) yields. *Food Chemistry*, 181. pp. 8593. 2015.

MACHADO, A. V.; ARAÚJO, F. M. M. C.; PEREIRA J. Caracterização física, química e tecnológica do polvilho azedo. *Revista Verde*. Mossoró – RN – Brasil v.5, n.3, p. 01 - 06 julho/setembro 2010.

MAIEVES, H. A. Caracterização Física, Físico Química e Potencial Tecnológico de novas Cultivares de Mandioca. Dissertação (mestrado). Florianópolis, Brasil: Universidade federal de Santa Catarina, abr. 2010.

MARCON, M. J. A. Proposta para o mecanismo de expansão do polvilho azedo com base nas características físico químicas. 2009. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NUNES, L. S.; DUARTE, M. E. M.; MOREIRA, M. E. R; MATA, C.; ALMEIDA, R. D.; GOUVEIA, D. S.. Comportamento reológico de pasta de amido de inhame variedade São Tomé. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n.2, p.141-154, 2010.

OLIVEIRA, M. N. DE et al., Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 38, n. 1, p. 1–21, 2011.

OTUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; SOUZA, C. Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campo Grande: UNIDERP, 2002

PEREIRA, B. L. B.; LEONEL, M. Resistant starch in cassava products. *Food Sci. Technol (Campinas)*, Campinas, v. 34, n. 2, p. 298-302, June 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612014000200012&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 12 Feb. 2019.

PEREIRA, J. et al., . Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas , v. 19, n. 2, p. 287-293, May 1999 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000200024&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 12 Feb. 2019.

SANTOS, R. C.;NEVES, E.O. Avaliação físico química e funcional de polvilho azedo comercializado na região metropolitana mineira. IN: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Gramado/RS. 2016.

ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3): 620-628, jul.-set. 2008.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. Cienc. Rural, Santa Maria , v. 41, n. 12, p. 2196-2202, Dec. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011001200025&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 12 Feb. 2019.

SANTANA, N. B. Eficiência da hidrólise de amido de mandioca por diferentes fontes de enzimas e rendimento da fermentação alcoólica para produção de etanol. Dissertação (mestrado). Viçosa, MG, Brasil: Universidade Federal de Viçosa, out. 2007.

SANTOS, Thaís Paes Rodrigues dos. Produção de amido modificado de mandioca com propriedade de expansão. 2012. xiii, 95 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90514>>. Acessado em: 12 Feb. 2019.

SANTOS, Thaís Paes Rodrigues dos. Produção de amido modificado de mandioca com propriedade de expansão. 2012. xiii, 95 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90514>>.

SILVA, P. A.; MELO, W. S.; CUNHA, R. L.; CUNHA, E. F. M.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção e caracterização das féculas de três variedades de mandioca rodúzidas no Estado do Pará. In: Congresso brasileiro de engenharia química, 19., 2012, Búzios. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012.

TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

UARROTA, V. G. Análises metabólômicas, enzimáticas e histológicas de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz crantz), durante a deterioração fisiológica em pós-colheita. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

VILPOUX, O. F. Competitividade da mandioca no Brasil como matéria-prima para amido. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo v. 38, n 11, Nov. 2008

WALTER, M.; SILVA, L. P. DA; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. Ciência Rural, v. 35, n. 4, p. 974–980, 2005.

ZENEBO, O. et al., Métodos físico-químicos para análise de alimentos. In: Condimentos e vinagres. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 888-889.

“

Qualidade sensorial e físico-química como parâmetros de frescor de diferentes espécies de peixes comercializados em supermercados de Cuiabá - MT

Jonatã Henrique **Rezende-de-Souza**
UNICAMP

Luciana Kimie **Savay-da-Silva**
UFMT

Victória Caroline Fernanda Gomes de Souza **Bruno**
UFMT

Paulo Victor Doná **Rezende**
UFMT

Ana Vitória Siqueira de **Arruda**
UFMT

Kélia Lorrane Santos Rodrigues de **Oliveira**
UFMT

RESUMO

Os peixes são alimentos de excelente fonte nutricional e possuem alta atividade de água, o que os tornam uma matéria prima mais frágil e de fácil degradação, ainda mais devido a sua principal forma de comercialização, que é vivo, fresco ou refrigerado. Com base nisso, objetivou-se avaliar o frescor de diferentes espécies de peixes comercializados frescos na cidade de Cuiabá/MT. Para isso, foram adquiridas 12 amostras de diferentes espécies de peixes comercializados, inteiros ou porcionados, em supermercados locais de Cuiabá/MT. Avaliou-se as amostras segundo as características sensoriais preconizadas na legislação brasileira vigente, determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e quantificação de Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT). Para os peixes inteiros, obteve-se 100% das amostras em Não Conformidade (NC) para “olhos” e “guelras”, seguido de 80% para “escama” e 50% para “superfície de corpo”. Para os peixes porcionados, 28,6% das amostras apresentaram NC para “odor” e “textura da carne”. Para pH obteve-se 100% de Conformidade (C) em todas as amostras avaliadas, enquanto para BNVT, o total foi de 60 e 100% de amostras C para peixes inteiros e porcionados, respectivamente. Apenas as espécies corvina e peixe galo expressaram taxas de BNVT acima do limite tolerado pela legislação ($>30\text{mgN}\cdot 100\text{g}^{-1}$), indicando-as como impróprias para o consumo. Conclui-se que os peixes analisados neste estudo demonstraram grau de frescor indesejado, pois apresentaram elevados teores de BNVT, e a maioria dos atributos sensoriais avaliados mostraram-se insatisfatórios. Ainda, ressalta-se grande variação dos resultados apresentados para as amostras, indicando a necessidade de adoção de análises laboratoriais mais rigorosas e conclusivas.

Estes dados foram parcialmente publicados no VIII Fórum Nacional de Formação Acadêmica e Atuação Profissional do Cientista de Alimentos e IV Simpósio Nacional em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Palavras-chave: Peixe Refrigerado; Índices de Qualidade; Sensorialidade de Pescado; Bases Voláteis; Alimento Seguro.

INTRODUÇÃO

O pescado é um alimento rico em proteínas de alto valor biológico, por apresentar todos os aminoácidos essenciais ao organismo humano; ainda, possui altas taxas de lisina, aminoácido *starter* do processo digestivo, o que contribui à alta digestibilidade deste alimento (TACON; METIAN, 2013). Em geral, o pescado possui níveis de gordura total menor do que a maioria das carnes vermelhas, sendo seu tipo de gordura predominante as poli-insaturadas, dentre as quais se destaca o ômega-3, cujo seu consumo proporciona benefícios à saúde, acarretando em diminuição dos riscos de acidente vascular cerebral, além de redução da pressão arterial, das taxas de triglicérides e do colesterol total do sangue (BORDIGNON et al., 2010). Ainda, peixes em geral possuem alta atividade de água, e elevados teores de vitaminas lipossolúveis e minerais (OGAWA; MAIA, 1999).

Devido aos parâmetros nutricionais, associados ao sabor agradável e versatilidade culinária, o consumo de pescado vem sendo cada vez mais aceito nas refeições da população brasileira (MACIEL et al., 2013a, 2013b, 2015, 2019), o que tem promovido o aumento de seu consumo com o passar dos anos. Esses dados corroboram com a Associação Brasileira de Piscicultura (PEIXE-BR, 2020), a qual afirma que o consumo de pescado no Brasil, em 2019, foi de 10 kg.hab⁻¹, representando aumento de 0,5 kg.hab⁻¹ com relação ao ano anterior.

Porém, nota-se que a principal forma de comercialização de peixes ainda é na forma viva, fresca ou refrigerada, representando um total de 45% dos peixes comercializados no mundo (FAO, 2018). Essa forma de comercialização, quando aliada às características intrínsecas e extrínsecas do pescado, eleva a preocupação com a qualidade deste alimento e a segurança do consumidor, visto que podem potencializar o crescimento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos.

Quanto aos fatores extrínsecos, irregularidades nos métodos de captura e conservação, longo período de tempo entre captura e consumo, qualidade da água de cultivo e irregularidades da cadeia produtiva (SANTOS et al., 2016; SOARES; GONÇALVES, 2012), como quebra da cadeia do frio, são os itens que mais influenciam essa questão de qualidade e segurança do pescado. Já no que se refere aos fatores intrínsecos, a riqueza nutricional, pH, textura da carne, carga microbiana natural e altos teores de umidade são os fatores mais determinantes.

Sendo assim, como forma de assegurar a qualidade do pescado ofertado aos consumidores, alguns parâmetros avaliativos de frescor podem ser utilizados como os sensoriais e físico-químicos. A avaliação sensorial é uma análise de baixo custo e fácil realização (EVANGELISTA-BARRETO et al., 2017), além de ser um método que fornece detalhes complexos do estado de frescor do pescado (NIELSON, 1997), mostrando-se essencial tanto para os consumidores quanto para o setor pesqueiro, bem como para o serviço de inspeção

(BOGDANOVIĆ et al., 2012; MARTINSDÓTTIR, 2010).

Dentre os métodos físico-químicos, a quantificação de Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT) indica possíveis alterações do grau de frescor e da conservação de pescado, através da quantificação de aminas, como a trimetilamina (TMA), dimetilamina e amônia, sendo essas produzidas por autólise enzimática e microbiológica (HOWGATE, 2010; PALMA, 1994; SOARES; GONÇALVES, 2012). Além disso, é um método muito utilizado por ser um procedimento analítico simples e de baixo custo (HOWGATE, 2010). Outro método mundialmente utilizado para avaliação do frescor em pescado é a determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH), sendo esse usado com ressalvas, devido ao acréscimo dos valores de pH no final da fase de rigor mortis (CLUCAS; SUTCLIFFE, 1988; CONELL, 1988), e por ser um parâmetro altamente variável entre amostras (OGAWA; MAIA, 1999).

Com base nisso, este estudo teve por objetivo, avaliar o grau de frescor de diferentes espécies de peixes comercializados frescos em supermercados da cidade de Cuiabá, Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo, foram adquiridas diferentes espécies de peixes frescos (conservados apenas em gelo) comercializados em supermercados locais da cidade de Cuiabá, Mato Grosso. As amostras, após a compra simulando consumidor convencional, foram transportadas em caixas térmicas com gelo sob monitoramento de temperatura, até o Laboratório de Carnes e Pescado (LabCarPesc), localizado na Faculdade de Nutrição, da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá, no qual se deu, imediatamente, a realização das análises de avaliação de frescor.

Foram coletadas um total de 12 amostras, sendo elas divididas em peixes inteiros e porcionados. As espécies de peixes inteiros adquiridos foram: pescadinha (*Merluccius merluccius*), tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), manjuba (*Anchoviella lepidentostole*), corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e peixe galo (*Selene setapinnis*). E as porcionadas foram: tambacu (Fêmea *Colossoma macropomum* x Macho *Piaractus mesopotamicus*), matrinxã (*Bryeen cephalus*), salmão (*Salmo salar*, L.), tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), atum (*Thunnus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e pirarucu (*Arapaima gigas*). As espécies foram escolhidas conforme a disponibilidade de venda nos pontos de comercialização.

Inicialmente, realizou-se avaliação da qualidade sensorial das amostras. Para os peixes inteiros, os atributos sensoriais utilizados foram aqueles preconizados pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2017), sendo eles: superfície do corpo limpa; olhos vivos e brilhantes; brânquias e abdômen normal; escamas aderentes e brilhantes; textura firme da carne; vísceras íntegras; aparência do ânus unifor-

me; e odor próprio. Para os peixes porcionados, foram avaliadas apenas a textura da carne e o odor próprio. Para todas as amostras foram respeitadas as características específicas de cada espécie. Em seguida, conduziram-se as análises de determinação de pH e BNVT.

Para pH, foi utilizada a metodologia descrita por Zenebon, Pascuet e Tiglea (2008), realizando, por espécie estudada, a homogeneização de $10 \pm 0,005$ g de tecido muscular minimamente triturado com 100 mL de água destilada. A cada 10 minutos, por três vezes, realizou-se o processo de homogeneização. Após 30 minutos desse procedimento, determinou-se o pH do sobrenadante com auxílio de pHmetro Ms Tecnopon Instrumentação, modelo mPA210.

A quantificação das BNVT se deu conforme descrito por Savay-da-Silva et al. (2008). Para isso, $50 \pm 0,005$ g de tecido muscular, por espécie, foi homogeneizado com 150 mL de ácido tricloroacético ($C_2HCl_3O_2$) a 5%, durante 60 segundos, com auxílio de liquidificador doméstico, e depois, seguiu-se à etapa de filtração em papel filtro qualitativo comum. Posteriormente, transferiu-se 10 mL do filtrado para Erlenmeyer de 1000 mL, homogeneizou-se com 20 mL de água destilada e 1 g de óxido de magnésio (MgO), e seguiu para acoplamento da vidraria em destilador de nitrogênio THOTH, modelo 2350.40. O destilado foi recuperado em Erlenmeyer de 125 mL contendo 20 mL de ácido bórico (H_3BO_3) à 4% e 5 gotas de indicador misto, sendo este último preparado previamente com 0,132 g de vermelho de metila ($C_{15}H_{15}N_3O_2$), 0,06 g de verde de bromocresol ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$) e 200 mL de álcool etílico (C_2H_5OH) a 70% (v/v). Em seguida, realizou-se a titulação com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,01 N até o ponto de viragem, finalizando com os cálculos da quantificação da BNVT.

As análises físico-químicas foram conduzidas em triplicata, tendo seus resultados expressos em média e desvio padrão. Para todas as análises, os resultados foram apresentados em percentagem (%) de Conformidade (C) e Não Conformidade (NC) diante das legislações brasileiras vigentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação a análise sensorial realizada nos peixes inteiros, verificou-se que 100% das amostras avaliadas apresentaram não conformidade (NC) quanto aos itens “olhos” e “guelras”, seguido de 80% para “escama”. Apenas o item “superfície de corpo” mostrou-se C em mais de 50% das amostras avaliadas. Por outro lado, para os peixes porcionados, apenas 28,6% das amostras avaliadas apresentaram NC para os itens “odor característico” e “textura de carne” (Tabela 1).

Tabela 1. Perfil sensorial de diferentes espécies de peixes comercializados frescos em supermercados de Cuiabá, MT.

Inteiros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Conforme	Não Conforme
Pescadinha	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	1 (11,1%)	8 (88,9%)
Tilápia	NC	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	5 (55,6%)	4 (44,4%)
Manjuba	C	NC	NC	C	NC	C	C	C	C	6 (66,7%)	3 (33,3%)
Corvina	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C	NC	2 (22,2%)	7 (77,8%)
Peixe Galo	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	1 (11,1%)	8 (88,9%)
Conforme	4(80%)	0(0%)	0(0%)	2 (40%)	1(20%)	2(40%)	2(40%)	2 (40%)	2(40%)		
Não Conforme	1 (20%)	5(100%)	5(100%)	3(60%)	4(80%)	3(60%)	3(60%)	3 (60%)	3(60%)		
Porcionados	6			7						Conforme	Não Conforme
Tambacu	C			C						2 (100%)	0 (0,00%)
Matrinxan	C			NC						1 (50,0%)	1 (50,0%)
Salmão	NC			C						1 (50,0%)	1 (50,0%)
Tilápia	C			C						2 (100%)	0 (0,00%)
Atum	C			C						2 (100%)	0 (0,00%)
Pintado	C			C						2 (100%)	0 (0,00%)
Pirarucu	NC			NC						0 (0,00%)	2 (100%)
Conforme	5 (71,4%)			5 (71,4%)							
Não Conforme	2 (28,6%)			2 (28,6%)							

1 = superfície do corpo limpa, com relativo brilho metálico; 2 = olhos transparentes, brilhantes e salientes; 3 = guelras róseas/vermelhas, úmidas, brilhantes e odor específico; 4 = ventre roliço; 5 = escamas brilhantes e aderentes; 6 = odor específico; 7 = carne firme; 8 = vísceras íntegras; 9 = ânus fechado.

As espécies de peixes inteiros avaliadas, neste estudo, não são produzidas no Estado de Mato Grosso, sendo assim, a elevada taxa de NC observada para os atributos sensoriais analisados pode estar relacionada a deficiências ocorridas ao longo da cadeia produtiva, como prolongado período de tempo entre o abate e comercialização e quebra da cadeia do frio.

Esses fatores provavelmente podem ter estimulado o crescimento da microbiota natural existente nas guelras, vísceras e muco superficial dos peixes (OGAWA; MAIA, 1999), pois assim que o animal é abatido e, conseqüentemente, cessado seu processo de homeostase natural, os micro-organismos ali presentes passam a contaminar as demais partes da carcaça (ALMEIDA-FILHO, 2006). Com o desenvolvimento dos micro-organismos deteriorantes e patogênicos, são gerados compostos como amônia, sulfeto de hidrogênio e mercaptanos, responsáveis pela diminuição da qualidade sensorial dos peixes (FAO, 2005). Esse fato pode ser confirmado com os elevados valores de BNVT descritos na Tabela 2 para os peixes inteiros.

Essas condições também podem justificar o fato das amostras de peixe porcionados terem apresentado menores taxas de NC para os parâmetros sensoriais avaliados. Ou seja, a ausência de estruturas carreadoras de microbiota natural (guelras, vísceras e muco superficial) diminuíram a contaminação do tecido muscular, resultando em menor carga de micro-organismos e, conseqüentemente, menor velocidade de degradação das amostras, e formação mais lenta dos compostos que impactam na diminuição da qualidade sensorial. Isto indica que um processamento mínimo do pescado pode ser uma alternativa para prolongar

a vida de prateleira de sua comercialização na forma refrigerada.

Ainda, é possível observar, na Tabela 1, que as espécies de peixes inteiros pescadinha (*Merluccius merluccius*), corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e peixe galo (*Selene setapinnis*), assim como as de peixes porcionados matrinxã (*Bryeen cephalus*), salmão (*Salmo salar, L.*) e pirarucu (*Arapaima gigas*), apresentaram 50% ou mais de todos os atributos avaliados como NC. Esta tendência também pode ser consequência de falhas ocorridas ao longo da cadeia produtiva, como já citado anteriormente, ou ainda pelo elevado índice de manipulação inadequada das amostras durante seu armazenamento e/ou comercialização.

Em relação aos parâmetros físico-químicos, para pH foi verificado um total de 100% das amostras em conformidade (C) tanto para peixes inteiros e porcionados, enquanto para BNVT, o total de C foi de 60 e 100% das amostras avaliadas de peixes inteiros e porcionados, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) de pH e BNVT ($\text{mgN} \cdot 100\text{g}^{-1}$) para diferentes espécies de peixes comercializados frescos em supermercados de Cuiabá, MT.

Inteiros	pH	BNVT
Pescadinha	6,65 (\pm 0,0954)	21,07 (\pm 0,0000)
Tilápia	6,17 (\pm 0,0208)	7,02 (\pm 3,0408)
Manjuba	6,71 (\pm 0,0702)	12,29 (\pm 3,0408)
Corvina	6,41 (\pm 0,0907)	39,16 (\pm 3,0928)
Peixe Galo	6,40 (\pm 0,0723)	32,73 (\pm 3,0928)
Conforme	5 (100%)	3 (60%)
Não Conforme	0 (0%)	2 (40%)
Porcionados	pH	BNVT
Tambacu	5,84 (\pm 0,0289)	2,53 (\pm 0,6749)
Matrinxan	5,92 (\pm 0,0462)	13,64 (\pm 0,3375)
Salmão	6,13 (\pm 0,0513)	7,02 (\pm 3,0408)
Tilápia	5,87 (\pm 0,0208)	10,53 (\pm 0,0000)
Atum	5,89 (\pm 0,0231)	22,82 (\pm 3,0408)
Pintado	6,15 (\pm 0,0252)	8,78 (\pm 3,0408)
Pirarucu	6,09 (\pm 0,0757)	14,04 (\pm 3,0408)
Conforme	7 (100%)	7 (100%)
Não Conforme	0 (0%)	0 (0%)

Dentre todos os peixes analisados, a espécie tambacu (Fêmea *Colossoma macropomum* x Macho *Piaractus mesopotamicus*) foi a que expressou menores taxas para pH e BNVT. Vários fatores podem estar relacionados a esta tendência, como: espécie pertencente ao grupo dos peixes redondos, sendo estes, os animais de maior produção no estado de Mato Grosso (IBGE, 2018); comercialização com ausência de estruturas carreadoras de microbiota natural (guelras, vísceras e muco superficial); e elevada produção e consequente consumo (BARROS; MARTINS; SOUZA, 2011), resultando em maior fluxo de comercialização.

Conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária para Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 2017), o limite de pH estabelecido para peixes frescos é de

7,0. Logo, afirma-se que todas as amostras deste estudo se expressaram em conformidade perante a legislação nacional em vigência. Porém, seus valores variaram entre as amostras, e esta situação, como demonstra a literatura (CHAGAS et al., 2010; FARIAS; FREITAS, 2011), pode ser em virtude de diversos fatores como técnica de captura, padrão de decomposição proteica, tipo e carga microbiana, e as condições de manipulação e armazenamento.

Considerando essas questões, pode-se dizer que a existência de inúmeras variáveis que acometem o pH, diminui então sua confiabilidade científica, principalmente quando esse parâmetro é analisado de forma isolada. Assim, mesmo que as amostras analisadas neste experimento estejam de acordo com os valores tolerados pela legislação nacional em vigência ($\text{pH} \leq 7,0$), isso não exime que as amostras estudadas possam oferecer risco ao consumidor, sendo importante a avaliação também de outros parâmetros para determinação real da qualidade e segurança do pescado comercializado.

Para BNVT, segundo a classificação determinada pelo RIISPOA (BRASIL, 2017), apenas as espécies corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e peixe galo (*Selene setapinnis*) apresentaram-se inapropriadas para consumo (NC), representando 40% das amostras avaliadas de peixes inteiros. Pressupõe-se que os elevados valores de BNVT, observados para essas duas espécies de peixes, tenham sido oriundas da presença da microbiota natural pré-existente nos animais e falhas na cadeia do frio, fatores esses que contribuem para a produção e concentração de amônia e seus derivados por reações de autólise, como menciona Contreras-Guzmán (1994), composto esses identificados na análise de avaliação das BNVT.

Na literatura, encontra-se outra classificação de frescor para peixes frescos com relação aos níveis expressos para BNVT. Segundo Ogawa e Maia (1999), o estado de frescor de peixes distingue-se em pleno (5 a 10 $\text{mgN} \cdot 100\text{g}^{-1}$), satisfatório (15 a 25 $\text{mgN} \cdot 100\text{g}^{-1}$), início das alterações de degradação (30 a 40 $\text{mgN} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e deteriorado (acima de 50 $\text{mgN} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Conforme essa classificação, 60% (3) e 100% (7) das amostras apresentaram-se como plenas e satisfatórias quanto aos seus níveis de frescor, para os peixes inteiros e porcionados, respectivamente. E apenas 40% (2) das amostras de peixes inteiros se apresentaram em fase de início das alterações de degradação.

Nota-se que os resultados obtidos variaram entre as amostras analisadas, sendo isso totalmente possível, visto que as espécies adquiridas são de diferentes fornecedores, local e tipo de produção (pesca extrativa e aquicultura). E, por isso, devem ter sido submetidas a diferentes condições de cuidados e higiene de processamento, tempo de armazenamento e, até mesmo, possuem composição do tecido muscular distintas, sendo esses fatores determinantes no grau de frescor de peixes (RUIZ-CAPILLAS; GILLYON; HORNER, 1999). Ademais, as variações do grau de frescor também podem acontecer entre peixes da mesma espécie, devido a fatores biológicos, época do ano de captura e habitat (HOWGATE, 2010).

Com base nos resultados obtidos, verifica-se a importância do uso de combinações de metodologias validadas para adequada qualificação do grau de frescor do pescado avaliado, devendo-se levar em consideração as especificações inerentes a cada espécie, além da associação dos resultados finais. Logo, a tomada de decisão mediada por um único parâmetro pode se mostrar ineficiente ou, até mesmo, incoerente. Como exemplo disso, observam-se os resultados obtidos neste próprio estudo, pois enquanto os peixes analisados expressaram, de forma geral, condições sensoriais não conformes perante a legislação e, conseqüentemente, indesejáveis por parte dos consumidores, os parâmetros físico-químicos demonstraram comportamento contrário, principalmente para pH.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é a necessidade de atualização das normas regulamentadoras referentes à qualidade e frescor do pescado no Brasil, visto que tanto os parâmetros sensoriais quanto os físico-químicos são influenciados pela espécie do animal, todavia, na legislação atual, é denominada uma classificação geral, não sendo considerado as especificidades de cada categoria de pescado, mesmo após recente atualização da legislação vigente.

Além disso, vale uma crítica à forma de comercialização do pescado fresco que, na maioria dos estados brasileiros, ainda são expostos à venda em balcões abertos, apenas sobre o gelo, favorecendo o risco de contaminação por agentes físicos e microbiológicos. Além da variação de temperatura, esse método de exposição estimula um manuseio impróprio do pescado, por parte do consumidor, como “apertar/tocar” o pescado, fatores esses que influenciam negativamente na vida útil do produto.

A justificativa para essas práticas inadequadas de manuseio do pescado, por parte dos consumidores, sempre recorre ao ato da decisão de compra se dar após uma avaliação sensorial do produto comercializado e, nesse caso, a conservação entre camadas de gelo, como indicado, impede essa avaliação. Entretanto, é importante salientar que essa não deveria ser uma tarefa do consumidor, ou seja, a classificação da qualidade e frescor do pescado como aptos para consumo, deveria ser realizada, exclusivamente, pelo próprio estabelecimento e órgãos de fiscalização, através de programas de monitoramento e controle de qualidade, como ocorre para os outros produtos de origem animal.

Dessa forma, o mais adequado e indicado seria a comercialização do pescado em embalagens apropriadas, que fornecessem todas as informações desejadas pelo consumidor final, ou ainda, a utilização de expositores fechados com vidro e sistema de refrigeração controlada, o qual não impediria a visualização do produto, mas minimizaria o risco de contaminações físicas e microbiológicas, pois restringiria o manuseio do pescado apenas aos colaboradores do estabelecimento comercializador. Adjunto, a realização, por parte do estabelecimento, de medidas de controle quanto ao tempo e temperatura de exposição do

pescado, auxilia no fornecimento de um produto com qualidade e segurança, devendo essa ser uma prática natural dos estabelecimentos, afim de não ofertar alimentos que possam causar prejuízos à saúde dos consumidores.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as diferentes espécies de peixes comercializadas em supermercados da cidade de Cuiabá, MT, analisadas neste estudo, demonstraram grau de frescor indesejado, pois além de apresentarem elevados teores de BNVT, a maioria dos atributos sensoriais avaliados mostraram-se insatisfatórios. Além disso, ressalta-se grande variação dos resultados apresentados para as amostras, indicando a necessidade de adoção de análises laboratoriais mais rigorosas e conclusivas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-FILHO, E. S. Comportamento de microbiota residente, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica*, e *Listeria monocytogenes* inoculadas em carne de atum (*Thunnus albacares*), estocada sob refrigeração ($0\pm 1^{\circ}\text{C}$) em diferentes atmosferas modificadas. 146 p. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal Fluminense, 2006.
- BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G.; SOUZA, O. M. Caracterização da piscicultura na microrregião da baixada Cuiabana, Mato Grosso, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 37, n. 3, p. 261–273, 2011.
- BOGDANOVIĆ, T. et al. Development and Application of Quality Index Method Scheme in a Shelf-Life Study of Wild and Fish Farm Affected Bogue (*Boops boops*, L.). *Journal of Food Science*, v. 77, n. 2, 2012.
- BORDIGNON, A. C. et al. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Animal Sciences*, v. 32, n. 1, p. 109–116, 2010.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017, que aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017.
- CHAGAS, V. R. S. et al. Qualidade física e química de sardinhas em pré e pós processamento. *Revista Ciência da Vida*, v. 30, n. 2, p. 25–36, 2010.
- CLUCAS, I. J.; SUTCLIFFE, P. J. *Introducción al Manejo y Procesamiento de Productos del Pescado*. Instituto de Desarrollo de Recursos, 1988.
- CONNELL, J. J. *Control de la Calidad del Pescado*. Acribia, 1988.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- EVANGELISTA-BARRETO, N. S. et al. Hygienic-sanitary conditions and degree of freshness of fish products sold in the fish market in Cachoeira, Bahia. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 11, n. 1, p. 60–74, 2017.

- FAO. Freshwater fish as raw material for processing. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/w0495e/w0495E02.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2020.
- FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Roma, 2020, 205 p.
- FARIAS, M. DO C. A.; FREITAS, J. DE A. Avaliação sensorial e físico-química de pescado processado. Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 70, n. 2, p. 175–179, 2011.
- HOWGATE, P. A critical review of total volatile bases and trimethylamine as indices of freshness of fish. Part 1. Determination. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, v. 9, n. 1, p. 29–57, 2010.
- IBGE. Pesquisa de pecuária municipal. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticasnovportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuariamunicipal.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 11 ago. 2020.
- MACIEL, E. DA S. et al. Application of exploratory factor analysis to assess fish consumption in a university community. Food Science and Technology, v. 33, n. 1, p. 99–106, 2013a.
- MACIEL, E. DA S. et al. Relationship between the price of fish and its quality attributes: A study within a community at the University of São Paulo, Brazil. Food Science and Technology, v. 33, n. 3, p. 451–456, 2013b.
- MACIEL, E. DA S. et al. Atributos de qualidade do pescado relacionados ao consumo na cidade de Corumbá, MS. Boletim do Instituto de Pesca, v. 41, n. 1, p. 199–206, 2015.
- MACIEL, E. DA S. et al. Avaliação do consumo de pescado durante campanha de incentivo em comunidade universitária. Revista Ciência em Extensão, v. 15, n. 1, p. 93–100, 2019.
- MARTINSDÓTTIR, E. Sensory quality management of fish. Woodhead Publishing Limited, p. 293–315, 2010.
- NIELSON, J. Sensory analysis of fish. In: The final meeting of the concerted action - evaluation of fish freshness. Nantes, p. 279–286.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado. São Paulo: Varela, 1999.
- PALMA, E. J. Frescura del Pescado y Mecanismos. In: Curso internacional tecnologia de procesamiento de productos pesqueros. 10. ed. Instituto Tecnológico Pesquero Del Peru. p. 59–73, 1994.
- PEIXE-BR. Anuário Brasileiro da Psicultura 2020. Pinheiros: Peixe BR, 2020.
- RUIZ-CAPILLAS, C.; GILLYON, C. M.; HORNER, W. F. A. Determination of volatile basic nitrogen and trimethylamine nitrogen in fish sauce by flow injection analysis. European Food Research and Technology, p. 1982–1999, 1999.
- SANTOS, E. H. DE B. et al. Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias no Comércio de Pescados em um Mercado do Peixe. Journal of Health Sciences, v. 18, n. 3, p. 151–158, 2016.
- SAVAY-DA-SILVA, L. K. et al. Otimização e padronização do uso da metodologia para determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*. Brazilian Journal of Food Technology, v. 7, p. 139–144, 2008.
- SOARES, K. M. DE P.; GONÇALVES, A. A. Aplicação do método do índice de qualidade (MIQ)

para o estudo da vida útil de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sem pele, armazenados em gelo. *Ciências Agrárias*, v. 33, n. 6, p. 2289–2300, 2012.

TACON, A. G. J.; METIAN, M. Fish Matters: Importance of Aquatic Foods in Human Nutrition and Global Food Supply. *Reviews in Fisheries Science*, v. 21, n. 1, p. 22–38, 2013.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. v. 4

Estes dados foram parcialmente publicados no VIII Fórum Nacional de Formação Acadêmica e Atuação Profissional do Cientista de Alimentos e IV Simpósio Nacional em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

“

Reaproveitamento do caroço do açaí como alternativa na produção de bebida aromática

Moisés de Souza **Mendonça**

IFPA

Maria Dolores Reis do **Nascimento**

IFPA

Jameles Silva de **Sousa**

IFPA

John Enzo Vera Cruz da **Silva**

IFPA

RESUMO

Diante da destinação inadequada do caroço do açaí e os impactos ambientais causado na Amazônia, este trabalho teve por objetivo apresentar alternativa de reaproveitamento e utilização desse resíduo orgânico, transformando-o em uma bebida aromática, com características semelhantes ao café tradicional. Realizou-se análise sensorial no IFPA/ Castanhal, envolvendo 100 (cem) avaliadores que experimentaram a bebida aromática fabricada, manifestando suas opiniões no preenchimento de um questionário. Avaliou-se os atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e aceitação global, além da intenção de compra e frequência de consumo. Os resultados apontaram para índice de aceitação significativa, com 90% de aceitação para o consumo dessa bebida, demonstrando que o reaproveitamento do caroço do açaí é uma alternativa a ser explorada para a fabricação de bebida aromática, possibilitando nova fonte renda, diminuição dos impactos ambientais e socioeconômicos, além de propiciar uma produção mais sustentável.

Palavras-chave: Beneficiamento; Resíduo Orgânico; Socioeconômico; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Nativo da região amazônica, o açaí é um fruto oriundo da palmeira *Euterpe oleácea* Mart., apresentando valor social, cultural e nutricional, além de potencial de comercialização regional e internacional (RIBEIRO, 2019).

Um dos principais destinos do açaí é atender a demanda alimentar das famílias localizadas nas áreas urbanas, no qual o fruto produzido em áreas de várzea e/ou em áreas cultivadas são escoados para os centros urbanos, local onde são processados, separando a polpa dos caroços, para posterior comercializado ao consumidor final.

A exploração do açaí, por mais que seja benéfica e geradora de renda e emprego, tem uma potencialidade nociva, não observando questões do âmbito ambiental, cujo aumento da produção/exploração gera maior desperdício/acúmulo de resíduos sólidos e orgânicos, que neste caso é o caroço de açaí (MENDONÇA, 2019).

Corrêa et al. (2019) enfatizam que a cadeia produtiva do açaí gera toneladas de resíduos orgânicos agroindustriais, acarretando diversas pendências ambientais decorrentes do seu acúmulo e despejo em locais inadequados.

Mediante a este entrave ambiental, já existem projetos pilotos que visam o reaproveitamento do caroço de açaí na forma de adubo orgânico para hortaliças, carvão vegetal para fornalhas (panificadoras, casas de farinha, tijolos), artesanato de biojóias, nutrição animal etc., mas nada concernente à alimentação humana.

Dentre a diversidade gastronômica do Estado do Pará, o açaí se destaca na culinária regional, sendo considerado o “ouro negro” do Pará. O fruto é um dos produtos mais explorado pelo extrativismo vegetal, sendo uma grande fonte de renda para povos ribeirinhos.

Após relato de experiência informando da possibilidade de se usar o caroço para fins alimentícios, percebeu-se uma oportunidade de reduzir o volume de resíduos gerados, reaproveitando o caroço de açaí na fabricação de uma bebida quente aromática, o que possibilitará mais uma fonte de renda às famílias, podendo comercializar o produto nas feiras e mercados.

Estima-se que no ano de 2017, o Estado do Pará produziu um volume anual de 1.273.000 toneladas de frutos em área plantada, tornando-se o maior produtor nacional de açaí (SEDAP, 2018), reforçando a importância social e econômica na Região Norte do Brasil, bem como do potencial de comercialização nacional e internacional desse fruto (RIBEIRO, 2019).

Dados apontam que a maior parte da produção da polpa de açaí tem destino/consumo no próprio Estado do Pará, totalizando 60%, sendo os 40% restantes enviado à outras regiões do país (35%) e exterior (5%) (SAUMA e MAIA, 2019).

Devido o beneficiamento ocorrer nas áreas urbanas, esse processamento tem acarretado problemas ambientais, pois o aumento da produção de açaí gera maior quantidade de resíduos sólidos (MENDONÇA, 2019).

Correa et al. (2019) apontam que o volume de resíduo produzido diariamente equivale à toneladas, sendo a ocorrência do seu despejo em locais inapropriados, a tal ponto de Santos et al. (2018) descreverem que esses resíduos compõem uma parcela significativa do lixo urbano da região metropolitana de Belém, não havendo o seu reaproveitamento, tão pouco destinação adequada, estando presentes em passarelas, pátios, vias públicas, igarapés e matas.

Tendo em vista que o resíduo do açaí causa impacto ao meio ambiente, faz-se necessário buscar ações, como a reutilização do caroço, que possam reverter ou minimizar este quadro, principalmente por haver leis que designam os procedimentos cabíveis.

Neste contexto, a política Nacional de Resíduos Sólidos ordena que o destino final desse tipo de resíduo deve ser em local ambientalmente adequado e de modo a evitar danos ou riscos à saúde e minimizar impactos ambientais, devendo inclusive ser tomadas medidas de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético ou outras destinações (BRASIL, 2010).

Hoje já existem projetos pilotos que visam o reaproveitamento do caroço de açaí, como adubo orgânico, carvão vegetal, tijolos, artesanato, mas nada concernente à alimentação humana.

Além dos benefícios do reaproveitamento do caroço de açaí para o meio ambiente, esse resíduo, quando transformado em solução líquida aromática, apresenta características benéficas à saúde humana, como controle do colesterol, sendo recomendada inclusive à pessoas hipertensas e ao público com intolerância a cafeína (FERNANDES, 2019).

Além desses benefícios, o reaproveitamento do caroço de açaí e a fabricação da bebida aromática possibilitará nova fonte de renda às famílias, que poderão comercializar o produto nas feiras e mercados.

Neste sentido o objetivo desse trabalho foi determinar a viabilidade da utilização do caroço de açaí para a fabricação de bebida quente aromática com potencial mercadológico e passível de substituir o café, propiciando ainda uma alternativa e fonte de renda com o reaproveitamento do caroço de açaí.

METODOLOGIA

A pesquisa em questão foi de cunho qualitativo, do tipo experimental, tendo sido realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, situado no município de Castanhal/Pará, com coordenadas geográficas 01°17'38"S e 47°55'35"W, município pertencente à região metropolitana de Belém.

Matéria-Prima

Como matéria-prima foi utilizado o caroço de açaí, resíduo do açazeiro (*Euterpe oleacea* Mart.), pelo fato de apresentar crescente impacto ambiental na região amazônica, centro de origem dessa palmeira, que já está sendo plantada em diversos Estados brasileiros, devido os benefícios à saúde que o seu fruto tem apresentado, o que tem favorecido ganhos de mercados nacionais e internacionais.

Os caroços de açaí foram adquiridos no próprio comércio da cidade de Castanhal/PA, mais especificamente nas micro agroindústrias (batedores) de açaí, que após retirarem a polpa do fruto, descartam os caroços nas calçadas.

Processamento do Caroço de Açaí

Para a transformação do caroço de açaí em pó, foram realizadas algumas etapas de beneficiamento e formação de um novo produto.

Esse processo de transformação foi realizado de forma manual, seguindo as seguintes etapas:

Coleta: O caroço de açaí sem polpa foi coletado aleatoriamente em uma micro agroindústria (batedor) localizado no município de Castanhal/PA, tendo utilizado neste experimento a quantia de 02 (dois) kg do caroço de açaí;

Higienização: Após selecionar os caroços de açaí, inicialmente lavou-os em água corrente, para posterior submersão do resíduo em água fervida por 5 minutos. Em seguida, escoou-se a água e levou os caroços de açaí para secagem;

Secagem: Os caroços foram acondicionados em bacias de alumínio e levados para secagem ao sol por um período de 36 (trinta e seis) horas;

Limpeza: Após secos, os caroços foram friccionados e limpos manualmente até soltarem todas as fibras externas ao caroço, isto é, retirou-se as fibras com as mãos;

Torragem: Estando o resíduo sem as fibras, somente o caroço, colocou-os em panela de alumínio grossa e levou-a ao fogo à 180° por 20 minutos, tempo mínimo necessário para que ficasse torrado, com aspecto escuro, semelhante ao café. Durante todo esse processo, mexeu-se constantemente os caroços com colher de madeira;

Moagem: Após esfriar os caroços torrados, levou-os à uma máquina manual pequena de moer café, transformando-os em forma de pó. Logo após a esse processo, peneirou o pó, diminuindo as partículas a serem utilizadas, obtendo assim o pó do caroço de açaí pronto para o preparo da bebida quente aromática.

Processamento da Bebida

Para a confecção da bebida quente aromática, trabalhou-se com proporção quantitativa experimental do pó confeccionado a partir do caroço de açaí, conforme ficha técnica de preparo do produto, com descrição da formulação testada da bebida e as quantidades dos ingredientes (Tabela 1).

Tabela 1. Ficha técnica dos ingredientes e quantidades (g e %) utilizadas na formulação da bebida

Ingredientes	Formulação	
	g	%
Pó do caroço de açaí	150	12
Água	1000	80
Açúcar	100	8
TOTAL	1250	100

Os ingredientes foram pesados (balança de precisão da marca Shimadzu, com graduação de 0,000g e capacidade máxima de 15 kg).

Definido a formulação e já tendo confeccionado o pó, base para a confecção da bebida quente aromática, passou-se para a etapa de confecção da bebida em si, sendo passos simples e semelhantes ao preparo do café.

Etapas de preparação da bebida:

Mistura: Para este experimento, seguiu-se a ficha técnica como balizador das quantidades do pó fabricado do caroço de açaí, de água fervida e de açúcar.

Filtragem: Posterior à mistura, o líquido foi coado em papel filtro, obtendo a bebida quente aromatizada sem cafeína, sendo um extrato apenas do caroço do açaí.

Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada em sala própria (IFPA, Campus Castanhal), com 100 (cem) consumidores/julgadores não treinados, com faixa etária entre 18 e 60 anos, escolhidos ao acaso devido a sua preferência por consumir bebida quente aromática e disponibilidade e interesse em participar do teste.

Foi empregado um questionário de aceitabilidade estruturada em 9 pontos. Verificou-se ainda a intenção de compra, frequência de consumo, opinião sobre cada amostra e preferência de consumo de cada produto (STONE e SIDEL, 1985).

No teste de aceitação, foram avaliados os atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e avaliação global, utilizando escala hedônica de nove pontos (STONE e SIDEL, 1985).

A frequência de compra foi realizada utilizando escala estruturada em nove opções,

onde os julgadores marcaram entre “beberia isso sempre que tivesse oportunidade” e “só beberia isso se fosse forçado”.

A intenção de compra foi realizada de acordo com Stone e Sidel (1985) e Dutcosky (2007), utilizando-se escala estruturada em cinco pontos, onde os julgadores atribuíram notas 1 a 5 – “certamente não compraria” a “certamente compraria”.

Houve ainda a disponibilização de espaço para livre manifestação/observação para cada formulação, caso quisesse e/ou fosse necessário.

E ainda foi realizado a classificação da ordem ou grau de preferência pela textura de cada formulação, que variou entre os números 1 e 4, sendo 1 – maior preferência e 4 – amostra menos preferida.

A bebida quente aromática foi distribuída em copos plásticos descartáveis.

Para verificar a aceitação, calculou-se a média e em seguida esquematizou em representação gráfica, onde se dividiu o valor da média pela nota máxima, multiplicando o resultado por 100.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na análise sensorial mostraram que, de forma geral, a bebida quente aromática fabricada a partir do caroço de açaí possui potencial a ser explorado junto ao mercado consumidor, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 1. Resultado percentual dos atributos avaliados na análise sensorial da bebida quente aromática.

Atributos	Resultado
Aparência	80%
Aroma	70%
Cor	75%
Sabor	85%
Textura	85%
Aceitação Global	90%
Consumiria com frequência	80%
Compraria com frequência	80%

Fonte: Própria (2019)

No atributo aparência, o resultado mostrou aceitação ao produto em 80% (oitenta por cento) do público entrevistado, refletindo considerável aceitação quanto a esse quesito.

Quanto ao aroma e a cor, 70% (setenta por cento) e 75% (setenta e cinco por cento) dos avaliadores, respectivamente, responderam que a bebida feita do caroço do açaí apresenta aroma e cor agradável, trazendo à lembrança o próprio café.

Nos atributos sabor e textura, em ambos o índice de aprovação do produto foi de 85% (oitenta e cinco por cento), momento em que os avaliadores manifestaram ser uma bebida

extremamente gostosa, agradando muito ao paladar, apesar de apresentar um leve travor no final, característica do açaí, mas ainda assim correlacionando tal produto à textura do café.

Já no atributo aceitação global, 90% (noventa por cento) das pessoas que participaram da pesquisa gostaram muito, entendendo ser uma alternativa de reaproveitamento de um resíduo (caroço do açaí) na fabricação de uma bebida agradável.

Quanto a intenção de consumo e de compra desse produto, havendo disponível no mercado, isto é, sendo comercial e acessível ao consumidor, 80% (oitenta por cento) das pessoas avaliadas comprariam o pó do caroço de açaí, levariam para suas residências, preparariam a bebida e consumiriam com frequência e sempre que tivessem oportunidade.

CONCLUSÃO

Os resultados confirmaram a viabilidade no reaproveitamento do caroço de açaí como alternativa de transformação desse resíduo em uma bebida quente aromática, despontando um novo produto com aceitação mercadológica.

Esse produto proporciona o extrativismo e cultivo do açaí de forma mais sustentável, reclassificando esse resíduo agora em subproduto do açaí, trazendo assim o aproveitamento do caroço de açaí, além de benefícios econômicos, sociais e ambientais, desencadeando num desenvolvimento regional mais sustentável.

O reaproveitamento do caroço de açaí e sua transformação em bebida aromática obteve significativa aceitação, mais de 70%, em todos os atributos analisados sensorialmente, tendo relevância na perspectiva de mercado e prática de uso sustentável do caroço.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em: 25 ago 2019.

, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 25 ago 2019.

CORREA, B. A.; PARREIRA, M. C.; MARTINS, D. S.; RIBEIRO, C.; SILVA, E. M. D. Reaproveitamento de resíduos orgânicos regionais agroindustriais da Amazônia Tocantina como substratos alternativos na produção de mudas de alface. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. v. 9. n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/ojs/rbas/article/view/7970>. Acesso em: 29 set 2019.

DUTCOSKY, S.D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, p.239, 2007.

FERNANDES, Lara Santana. Bebida constituída de frutos de açaí e café: Uma alternativa viável.

Revista Cultivar. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/bebida-constituída-de-frutos-de-acai-e-cafe-uma-alternativa-viavel>. Acesso em: 25 ago 2019;

MENDONÇA, M. S. Biochar de caroço de açaí como condicionador de solo na produção de mudas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). Jaboticabal/SP, 2019. 65 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/182411>. Acesso em: 29 set 2019.

RIBEIRO, L. O. Diagnóstico de cadeia produtiva do açaí no município de São Miguel do Guamá Pará. Capitão Poço/PA, 2019. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/385>. Acesso em: 29 set 2019.

SANTOS, G. S.; SANTOS, C. C. S.; SENA, C. C. Descarte e reaproveitamento dos caroços de açaí das bateadeiras do município de Iaranjal do Jari – AP: uma solução possível. 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado/RS, 2018. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/IV-064.pdf>. Acesso em: 25 ago 2019.

SAUMA, J.; MAIA, C. Caminhos do açaí: Pará produz 95% da produção do Brasil, fruto movimentou U\$\$ 1,5 bi e São Paulo é o principal destino no país. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/03/15/caminhos-do-acai-para-produz-95-da-producao-do-brasil-fruto-movimentou-us-15-bi-e-sao-paulo-e-o-principal-destino-no-pais.ghtml>. Acesso em: 25 ago 2019.

SEDAP. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuária e da Pesca. Pará, 2018. Açaí. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/content/a%C3%A7a%C3%AD>. Acesso em: 25 ago 2019.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Sensory Evaluation Practices. Academic Press Inc., Orlando, 1985.

“

Refino de óleo de soja via extração líquido-líquido em escala laboratorial e piloto

Maria Gabriela **Tiritan**
UTFPR/Câmpus Londrina

Ivane Benedetti **Tonial**
UTFPR/Câmpus Francisco Beltrão

Irede Angela Lucini **Dalmolin**
UTFPR/Câmpus Francisco Beltrão

Alessandra Machado **Lunkes**
UTFPR/Câmpus Francisco Beltrão

RESUMO

No Brasil, medidas estão sendo tomadas para regulamentar e impor limites quanto à ocorrência de contaminantes químicos em óleos vegetais. Este estudo teve como objetivo aplicar a técnica de extração líquido-líquido (L-L) usando etanol hidratado como solvente, para refino de óleo de soja extraído mecanicamente. Foram realizados ensaios em escala laboratorial para definição das condições do processo de refino, e em seguida a técnica foi conduzida em escala piloto, operando em batelada por agitação. As principais diferenças entre o refino convencional e o refino com etanol dizem respeito à eliminação das etapas de neutralização alcalina, clarificação e desodorização. O óleo bruto atendeu aos requisitos do *Codex Alimentarius* para índices de acidez, peróxidos e umidade. A etapa de degomagem removeu com eficiência fosfolipídios do óleo bruto, apresentando resultados nulos (0,00 mg/kg) para sabões. A etapa de extração líquido-líquido apresentou rendimento médio na desacidificação de 95,0 % (ácidos graxos livres) e rendimento médio em massa de 79,4 % (m/m), com maior número de contatos óleo/álcool no ensaio piloto. Pigmentos presentes no óleo degomado foram removidos durante a extração L-L com etanol, e após o teste acelerado em estufa também apresentou perda significativa para carotenóides (32,2%) e clorofilas (70,4%). No teste de estabilidade as amostras de óleo refinado apresentaram índice de acidez inferior a 0,3 % (ácido oleico) durante 24 horas, e índice de peróxidos ($\leq 15,0$ meq/kg) até 12 horas a 65 °C. Deste modo, a técnica de refino aplicada se mostrou adequada para produção de óleos comestíveis.

Palavras-chave: Óleo de soja; Etanol; Extração Líquido-Líquido; Grau alimentício.

INTRODUÇÃO

O sistema de produção de alimentos enfrenta grandes desafios, como aumento da população, mudanças climáticas, degradação e baixa produtividade de terras agrícolas. Nos oceanos os problemas também são graves, como sobrepesca, contaminação com substâncias antropogênicas prejudiciais e acidificação (BAKHTIN *et al.*, 2020). Em relatório recentemente divulgado a respeito dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, as Nações Unidas destacam a necessidade urgente de diminuir o fardo da humanidade em nosso planeta. Assim, considerando o profundo impacto ambiental dos setores de fabricação, a química sustentável pode contribuir para enfrentar os desafios que foram propostos para o desenvolvimento sustentável (PAWLAS; RASMUSSEN, 2019).

Processos químicos sustentáveis vêm sendo introduzidos na indústria e academia desde as décadas de 1980 e 1990. Conhecida como química verde, atualmente está exigindo uma nova abordagem sobre as pessoas, o planeta e resultados financeiros. Tendo em vista que rotas sustentáveis para processos químicos devem, necessariamente ser economicamente viáveis, a química verde que antes atendia aos processos lineares, está sendo adaptada para uma transição de Economia Circular (CLARK, 2010; KEIJER; BAKKER; SLOOTWEG, 2019).

A Economia Circular estimula novas práticas de gestão e muda o conceito da relação entre a sociedade e a produção dos bens de consumo. Como muitos materiais naturais não renováveis estão chegando próximo da exaustão, este conceito de economia abrange o reciclo, reuso e remanufatura de resíduos industriais, além do uso de biomassa renovável nos processos químicos (FERREIRA; DA SILVA; FERREIRA, 2017). Assim, a solução para manter o abastecimento global de alimentos pode residir na adoção em grande escala de novas tecnologias (BAKHTIN *et al.*, 2020).

Neste contexto, a química circular visa tornar os processos químicos realmente ciclos fechados, expandindo o escopo da sustentabilidade de otimização do processo a todo o ciclo de vida de produtos químicos (KEIJER; BAKKER; SLOOTWEG, 2019). Para isto, os processos devem adotar novas tecnologias, prevenindo o uso de solventes orgânicos prejudiciais, reduzindo o número de etapas de fabricação para obter os mesmos produtos, com menos fases de processamento. Assim, os processos utilizam menos energia, evitam desperdício de materiais, criando um circuito fechado para indústria sem resíduos (CLARK, 2010; FERREIRA; DA SILVA; FERREIRA, 2017).

Produção sustentável de óleos vegetais

A soja (*Glycine max*) é um grão oleaginoso que corresponde a 49% da área plantada de grãos no Brasil, além de ser uma das fontes de proteínas mais utilizadas em rações para animais

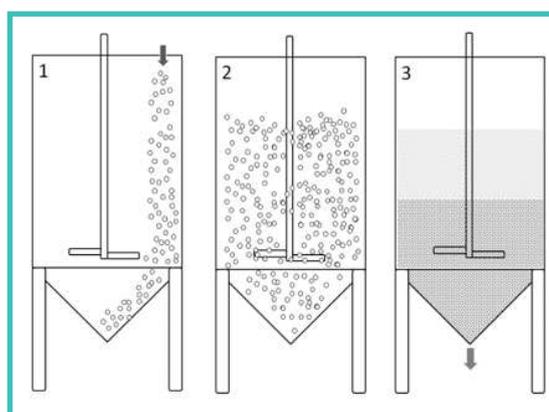
e estar cada vez mais presente na alimentação humana (PIRES; ALVES; FALCONI, 2020).

Do grão da soja é possível extrair o óleo, e deste uma pequena fração de lipídio complexo, a lecitina de soja, que é extraída através do processo de degomagem. O óleo de soja tem o maior consumo na alimentação humana, já a lecitina é utilizada principalmente como emulsificante pelas indústrias farmacêutica, química, de tintas, de cosméticos e de alimentos (FERREIRA; DA SILVA; FERREIRA, 2017). Ainda, a soja é a oleaginosa mais usada na indústria do biodiesel no país, tendo respondido por 70,4% da produção anual nas matérias-primas empregadas em 2019 (ANP, 2020). Isso contribui para aumentar ainda mais a demanda por soja (FERREIRA; DA SILVA; FERREIRA, 2017).

Neste contexto, tendo em vista o uso de tecnologias verdes para refino de óleos vegetais, a remoção de ácidos graxos livres (desacidificação), comumente realizada por neutralização alcalina, pode ser realizada pelo emprego de álcoois de cadeia curta. Também conhecida por extração líquido-líquido, se fundamenta na diferença de solubilidade dos ácidos graxos livres e dos triacilgliceróis no solvente. O reciclo de solvente é realizado para conduzir o número de contatos suficientes, até atingir o padrão de qualidade do óleo neutro (refinado) e recolher do extrato os ácidos graxos livres (soluto) (DIAS *et al.*, 2015; RODRIGUES; GONÇALVES, 2016).

Em comparação com a desacidificação química, a extração líquido-líquido tem produção de efluentes, consumo de água e energia menores, devido ao procedimento ser conduzido em baixa temperatura e pressão (CHIYODA *et al.*, 2010). A respeito de equipamentos, para extração líquido-líquido podem-se utilizar colunas que atendem a processos contínuos e elevadas taxas de rendimento na extração e recuperação do solvente. Também se aplicam misturadores-decantadores, que promovem o contato entre líquidos imiscíveis com boa transferência de massa, e posterior separação de fases por decantação (Figura 1). Esses equipamentos possuem desvantagens em relação ao tamanho e tempo de residência (FERNANDES, 2009).

Figura 1. Esquema de um sistema de contato e separação em estágios



1- Alimentação; 2- Agitação; 3- Decantação.

Fonte: Autores

Por ser um solvente atóxico e biorrenovável, o etanol tem sido empregado na maioria dos trabalhos com óleos vegetais comestíveis, propondo extração do óleo e desacidificação da micela. Além disso, o etanol faz parte dos coadjuvantes de tecnologia para a categoria de alimentos - óleos e gorduras, com função de solvente para extração e processamento (BRASIL, 2018).

Fundamentada em pesquisas realizadas em laboratórios com reagentes puros e que apresentaram resultados satisfatórios, a extração líquido-líquido demonstrou ser uma alternativa eficiente para refino de óleos vegetais (CHIYODA *et al.*, 2010; HOMRICH, 2017; MAY; HOMRICH; CERIANI, 2016). Portanto, com vistas em atingir grau alimentício, o objetivo deste trabalho foi estabelecer as condições de processo em escala de bancada para refino de óleo de soja bruto via degomagem e extração líquido-líquido, com eliminação das etapas de clarificação e desodorização; e posteriormente, realizar a projeção para refino nas mesmas condições em escala piloto.

METODOLOGIA

Material

O óleo de soja foi extraído no equipamento *CompactPress* CP200, com capacidade para 600 Kg/h (SILOFERTIL, Brasil), pelo processamento de 12.000 kg de grãos provenientes da região sudoeste do Paraná. O óleo bruto foi centrifugado no equipamento Decanter (LINDNER, LTS 195) para remoção das impurezas nele contidas por arraste e a torta foi armazenada em bags (500 kg). As amostras de óleo em todas as fases do estudo foram armazenadas em refrigerador a 10 °C.

O etanol anidro era de grau técnico, e padronizado em seu ponto azeotrópico, 96 °GL. Para degomagem do óleo bruto foi utilizada água destilada. Em todas as operações foi realizada pesagem das matérias-primas (óleo, água, etanol) e dos produtos finais (extrato, óleo refinado).

Degomagem em escala piloto

Todas as etapas para refino do óleo bruto foram realizadas nos laboratórios da empresa Silofertil (Pato Branco, Paraná) em equipamento de 35 litros de capacidade. Na degomagem, aproximadamente $15,0 \pm 1,0$ kg óleo bruto foram aquecidos a 60 °C em pressão reduzida (0,7 kgf/cm²). Após, foi adicionado 0,4% (m/m) de água e mantida a agitação de 540 rpm por 20 minutos. Após decantação, a borra formada foi removida com auxílio de pressão (0,5 kgf/cm²).

Experimento em escala laboratorial

Na escala laboratorial foram realizados dois ensaios (denominadas amostras S1 e S2), utilizado agitador mecânico (SILOFERTIL, Brasil); banho-maria (SILOFERTIL, Brasil); béquer (2 L) e funil de separação (2 L) em sistema aberto.

A extração líquido-líquido com óleo degomado ocorreu com etanol hidratado na proporção 1:1 (m/m) de óleo e álcool, agitação de 280 rpm por um período de 15 minutos com temperatura de 45 °C em pressão atmosférica. Após as extrações, a mistura foi transferida para funil de separação onde permaneceu em decantação por 30 minutos ocorrendo a definição clara da interface e ambas as fases se apresentavam translúcidas.

Após a separação de fases (extrato/óleo neutro), os óleos foi dessolventizados por aquecimento (80 °C) e agitação (280 rpm) em pressão atmosférica. As amostras de óleo refinado foram acondicionadas em recipientes de vidro âmbar e refrigeradas a 10 °C durante o período de armazenagem até a etapa de caracterização

Experimento em escala piloto

A unidade piloto era composta por um tanque de mistura; uma caldeira a óleo térmico; um tanque extrator com visor; um condensador; um filtro a vácuo; um reservatório de álcool recuperado; um quadro de comando e; dois tanques de armazenagem. Dispunha de ar comprimido, vácuo, óleo térmico para aquecimento, *chiller* para resfriamento com água, e quadro de comando para acionamento dos equipamentos (TIRITAN *et al.*, 2020).

O extrator para contatos por agitação tinha capacidade para 35 litros e sistema de condensação para recuperação do solvente. A entrada de material no extrator era feita pela parte superior e a saída na parte inferior do tanque. Um sistema de helicóide promovia contatos por agitação, conduzindo continuamente o fluido da parte inferior para a parte superior do tanque. Para seu funcionamento, o extrator possuía uma chave liga/desliga; um inversor de frequência que estabelecia/regulava a velocidade de agitação (rpm); indicadores de temperatura do óleo térmico e do extrator (°C); manômetro (expresso em kgf/cm²) e vacuômetro (expresso em mm Hg) para controle da pressão interna; e válvulas de esfera para operação manual (TIRITAN *et al.*, 2020).

As condições de operação do experimento com óleo degomado ocorreram por extração líquido-líquido, utilizando etanol hidratado na proporção 1:1 (m/m) de óleo e álcool. Foi aplicada agitação de 950 rpm por um período de 15 minutos com temperatura de 45 °C e pressão reduzida (500 mmHg), em todos os contatos. Após decantação de 30 minutos, foi realizada separação do extrato e óleo neutro.

Após a lavagem do tanque extrator com água, o óleo neutro foi dessolventizado por

aquecimento (80 °C) e agitação (750 rpm) em pressão reduzida (500 mmHg) por 60 minutos. Esta amostra de óleo refinado (S3) também foi acondicionada em recipiente de vidro âmbar e refrigerada a 10 °C durante o período de armazenagem até a caracterização.

Para determinação de rendimento na desacidificação (RD) e rendimento em massa (RM) foram realizados cálculos descritos nas Equações 1 e 2, respectivamente.

$$RD = (A_i - A_f) / A_i \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

$$RM = (M_i - M_f) / M_i \times 100 \text{ (Equação 2)}$$

onde,

A_i: acidez inicial

A_f: acidez final

M_i: massa inicial (Kg)

M_f: massa final (Kg)

Análise físico-química e estabilidade oxidativa do óleo refinado

A amostra do óleo de soja bruto foi analisada quanto ao índice de acidez, índice de peróxidos, carotenóides, clorofilas, umidade e voláteis. A caracterização completa e estabilidade oxidativa foram realizadas para duas amostras [S1 (refinado em escala laboratorial); S3 (refinado escala piloto)]. A caracterização corresponde às análises de índice de acidez (Cd 3d-63), índice de peróxido (Cd 8-53), impurezas insolúveis (Ca 3a-46), sabões (Cc 17-95), umidade e voláteis (Ca 2c-25), densidade relativa a 20 °C (Cc 10a-25), matéria insaponificável (Ca 6a-40), índice de saponificação (Cd 3-25) e índice de iodo (Cd 1d-25). Todas as análises seguiram os métodos descritos pela *American Oil Chemist's Society* (AOCS, 2009).

A composição de ácidos graxos foi determinada como ésteres metílicos (FAME) utilizando um cromatógrafo a gás (Thermo Fischer, EUA), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (TR-Fame, 120 m, 0,25 mm e 0,25 µm). O hélio foi o gás de arraste com um fluxo de 1,12 mL/min. A temperatura da coluna foi programada em 3,0 °C/min de 100 °C a 240 °C, e as temperaturas do injetor e detector foram de 285 °C (AOAC, 2005). A FAME foi expressa como a porcentagem em peso de cada ácido graxo em relação ao total de ácidos graxos (%).

Os teores de carotenoides e clorofilas foram determinados por ensaio espectrofotométrico a 470 e 670 nm, respectivamente (Bell, UV-M51, Milano, Itália), conforme método de Mosquera *et al.* (1991) adaptado por Faria (2012).

A estabilidade oxidativa do óleo de soja refinado foi avaliada através da oxidação acelerada em estufa (Schaal Oven Test, Cg 5-97) (AOCS, 2009). As amostras de S1 e S3

foram mantidas em estufa a 65 °C em béqueres de 120 mL, contendo 100 g de óleo, e determinações analíticas foram realizadas nos tempos 0, 3, 6, 9, 12 e 24 horas.

O teste acelerado da estufa foi acompanhado por métodos químicos tradicionais, para determinar produtos de oxidação primária e secundária: índice de acidez (Cd 3d-63), índice de peróxidos (Cd 8-53), extinção específica no ultravioleta (Ch 5-91), valor de p-anisidina (Cd 18-90) e valor total da oxidação (Cd 18-90).

Análise estatística

Todos os resultados físico-químicos foram apresentados como média e desvio padrão, e correspondem a repetições em triplicata. Para todos os resultados físico-químicos foi aplicado teste t de *Student* para média das amostras, com nível de confiança 95%. Para comparações múltiplas dos resultados de pigmentos e estabilidade oxidativa, foram avaliadas a normalidade e homogeneidade das variâncias, sendo os resultados submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação entre as médias. Estes dados estatísticos foram obtidos com auxílio do software *Statistic Advanced Quality Control* 12.0.

RESULTADOS

Óleo bruto e óleo refinado empregando extração líquido-líquido

O óleo bruto apresentou teor de umidade de $0,21 \pm 0,02$ (% m/m), índice de acidez $2,81 \pm 0,00$ (% ácido oleico), índice de peróxidos $3,98 \pm 0,03$ (meq/Kg), teor de clorofilas $1,18 \pm 0,00$ (mg/Kg) e carotenóides $7,41 \pm 0,00$ (mg/Kg). A norma brasileira para óleos brutos é determinada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, e segue as diretrizes do Codex.

Para determinar a qualidade do óleo degomado foi realizada análise de sabões, e o resultado nulo ($< 0,00$ mg/kg) demonstrou a eficiência na remoção de fosfolipídios presentes no óleo bruto. Na extração líquido-líquido foram necessários diferentes números de contatos para os óleos de soja alcançarem o índice de acidez esperado pela norma (BRASIL, 2006). Para as amostras S1, S2 e S3 os resultados foram 0,11, 0,12 e 0,19 % em ácido oleico, respectivamente.

Características físico-químicas

As características físico-químicas das amostras S1 (melhor rendimento de refino), e amostra S3 (escala piloto) estão apresentadas na Tabela 1. O alto teor de água (S1 e S3) pode estar relacionado à etapa de refino com etanol hidratado e posterior dessolventização a 80 °C que foi ineficiente na remoção de umidade. O elevado índice de peróxidos tem

provável relação com o alto índice de acidez do óleo bruto (2,81 % ácido oleico) possivelmente, indicando que a baixa qualidade do grão de soja ou que as condições de extração do óleo levaram à sua oxidação (MORETTO; FETT, 1998; JORGE, 2009). O índice de iodo determinado pelo método de Wijs ficou abaixo do limite das normas consultadas, para as duas amostras (MAPA, 2006; CODEX, 1999). Os demais indicadores de qualidade da soja refinada em ambas escalas atenderam a legislação brasileira (MAPA, 2006).

Tabela 1. Características físico-químicas óleo de soja refinado

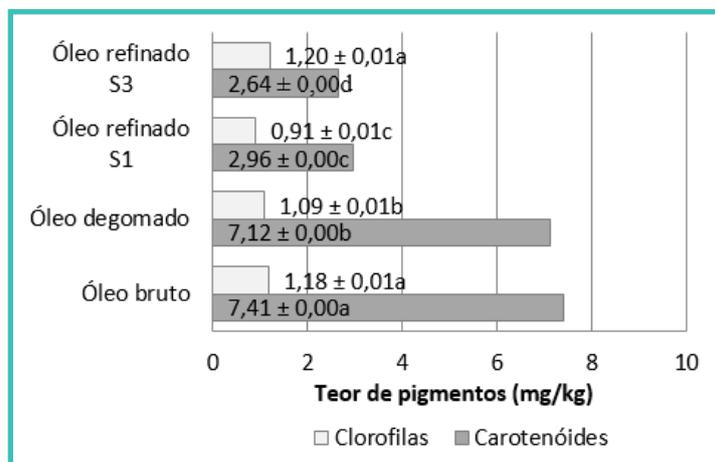
Características físico-químicas	Amostra		Mapa	
	S1	S3	Tipo 1	Tipo 2
Umidade e voláteis (%)	1,33 ± 0,01 ^a	1,11 ± 0,01 ^b	≤ 0,1	
Índice de peróxidos (meq/kg)	9,70 ± 0,01 ^a	6,50 ± 0,01 ^b	≤ 2,5	> 2,5 ≤ 5,0
Índice de Acidez (% ácido oleico)	0,16 ± 0,00 ^a	0,16 ± 0,00 ^a	≤ 0,1	> 0,1 ≤ 0,3
Impurezas insolúveis (%)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	≤ 0,05	
Sabões (mg/kg)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	≤ 10,0 mg/kg	
Densidade Relativa (20 °C)	0,92 ± 0,00 ^a	0,92 ± 0,00 ^a	0,919 - 0,925	
Matéria Insaponificável (g/100g)	0,19 ± 0,03 ^a	0,21 ± 0,19 ^a	≤ 1,5 g/100 g	
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	193,28 ± 3,57 ^a	197,55 ± 2,00 ^{a#}	189 - 195	
Índice de Iodo (Wijs)	120,16 ± 1,50 ^a	121,44 ± 0,26 ^a	124 - 139	

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os óleos (Teste t, P <0,05)

Fonte: Autores

Adicionalmente, os teores de carotenóides e clorofilas do óleo de soja foram analisados para os óleos bruto, degomado e refinado (Figura 2). Na comparação dos resultados, observa-se uma redução no teor de pigmentos que ocorreu principalmente na etapa de extração líquido-líquido. Tal resultado deve-se a solubilidade preferencial dos carotenóides e clorofila em solventes orgânicos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009).

Figura 2. Teor de carotenóides e clorofilas nos óleos de soja



Letras minúsculas diferentes entre as amostras indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P <0,05).

Fonte: Autores

O perfil de ácidos graxos da amostra S3 é apresentado na Tabela 2, conforme esperado, foi observado maior conteúdo de ácido linoleico (C18:2), e demais ácidos graxos também atenderam os parâmetros estabelecidos pelas normas consultadas (CODEX, 2017; MAPA, 2006). Além disso, não foi detectada gordura *trans* (C18:1n9t e C18:2n6t), indicando que as condições de processamento e refino empregadas não levaram a formação destes contaminantes.

Tabela 2. Composição de ácidos graxos em óleo de soja refinado

Ácidos Graxos (% m/m)	Amostra	MAPA	CODEX
	S3		
C16:0	10,62	8,0 ≤ 13,5	8,0 - 13,5
C18:0	4,48	2,0 ≤ 5,4	2,0 - 5,4
C18:1n-9	25,67	17,0 ≤ 30,0	17,0 - 30,0
C18:1 <i>trans</i>	ND	-	-
C18:2n-6	50,58	48,0 ≤ 59,0	48,0 - 59,0
C18:2 <i>trans</i>	ND	-	-
C18:3n-3	6,75	3,5 ≤ 8,0	4,5 - 11,0
Outros	1,90	-	-
Σ Saturada	16,41	-	-
Σ Monoinsaturada	26,20	-	-
Σ Polinsaturada	57,39	-	-
Ômega 3	8,14	-	-
Ômega 6	60,97	-	-
n-6/n-3	7,49	-	-

ND não detectado

Fonte: Autores

A estabilidade oxidativa dos óleos refinados está apresentada na Tabela 3. Mesmo com pequeno acréscimo no índice de acidez após três horas em estufa e este aumento possa ser atribuído à hidrólise do óleo na condição de teste (NADERI; FARMANI; RASHIDI, 2018), todas as amostras atenderam a norma nacional para óleos tipo 2 ($\leq 0,3$ % ácido oleico) durante as 24 horas (MAPA, 2006). Os óleos de soja S1 e S3 apresentaram índice de peróxidos adequados ($\leq 15,0$ meq/kg) até 12 horas a 65 °C. Os teores de p-anisidina ficaram dentro do limite aceito ($\leq 2,0$) até 6 horas em estufa e o teor total da oxidação aumentou progressivamente. Neste trabalho, resultados semelhantes de extinção específica no ultravioleta foram observados por Freitas (2015) para óleos brutos de soja. Em óleos refinados, Freitas (2015) reportou maiores teores para dienos conjugados (232 nm), com valores na faixa de 3,93 a 5,71 (n= 5).

Os componentes com atividade antioxidante, esteróis, carotenoides e clorofilas protegem os óleos vegetais contra a ação de radicais livres que iniciam e mantêm a peroxidação lipídica, principal forma de degradação dos óleos vegetais e importante fonte de prejuízos para a indústria de alimentos (CASTELO-BRANCO; TORRES, 2011). Deste modo, o conteúdo de carotenóides (Figura 3) e clorofilas (Figura 4) antes e depois do teste acelerado

da estufa foram determinados.

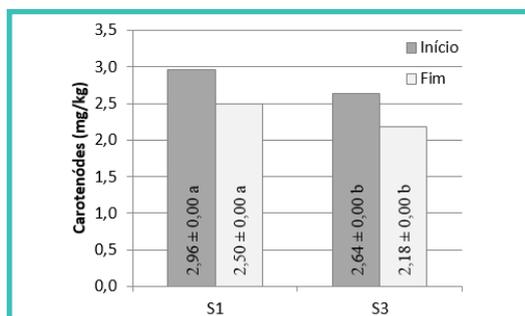
Tabela 3. Estabilidade oxidativa óleos de soja S1 e S3

Parâmetro	Amostra	Tempo (horas)				
		0	3	6	12	24
Índice de Acidez (% ácido oleico)	S1	0,16 ±0,00 ^{ba}	0,16±0,00 ^{ba}	0,16±0,00 ^{bb}	0,17 ±0,03 ^{abA}	0,18±0,00 ^{aA}
	S3	0,16 ±0,00 ^{ba}	0,16 ±0,00 ^{bA}	0,18±0,00 ^{aA}	0,18±0,00 ^{aA}	0,19±0,00 ^{aA}
Índice Peróxidos (meq O ₂ /kg)	S1	9,70 ±0,01 ^{ca}	9,76 ±0,02 ^{ca}	10,96 ±0,70 ^{ba}	11,34 ±0,02 ^{bb}	17,85 ±0,03 ^{ab}
	S3	6,50 ±0,01 ^{db}	6,48 ±0,01 ^{db}	11,31 ±0,02 ^{ca}	12,98 ±0,07 ^{ba}	19,93 ±0,68 ^{aA}
Absorção 232 nm	S1	1,79 ±0,00 ^{da}	1,79 ±0,00 ^{da}	2,01±0,00 ^{eb}	2,13 ±0,00 ^{bb}	2,31 ±0,00 ^{ab}
	S3	1,72 ±0,00 ^{eb}	1,76 ±0,00 ^{db}	2,07±0,00 ^{ca}	2,17 ±0,00 ^{ba}	2,35 ±0,01 ^{aA}
Absorção 270 nm	S1	0,17 ±0,00 ^{bA}	0,17 ±0,00 ^{cA}	0,17±0,00 ^{cB}	0,17 ±0,00 ^{bA}	0,18 ±0,00 ^{aB}
	S3	0,17 ±0,00 ^{dA}	0,16 ±0,00 ^{eA}	0,20±0,00 ^{bA}	0,19 ±0,00 ^{cA}	0,20 ±0,00 ^{aA}
Valor p-anisidina	S1	0,40 ±0,03 ^{eB}	2,18 ±0,00 ^{cA}	1,10±0,02 ^{dB}	2,58 ±0,01 ^{bA}	3,00 ±0,00 ^{aB}
	S3	1,49 ±0,02 ^{eA}	1,91 ±0,02 ^{cB}	1,65±0,03 ^{dA}	2,60 ±0,03 ^{bA}	3,25 ±0,01 ^{aA}
Totox ^ε	S1	19,81 ±0,05 ^{dA}	21,70 ±0,04 ^{cA}	23,02 ±1,41 ^{cA}	25,25 ±0,02 ^{bb}	38,70 ±0,05 ^{aB}
	S3	14,49 ±0,03 ^{dB}	14,87 ±0,04 ^{dB}	24,27±0,03 ^{cA}	28,56 ±0,11 ^{bA}	43,10 ±1,37 ^{aA}

^ε valor total da oxidação; Letras minúsculas na mesma linha diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P <0,05); Letras maiúsculas na mesma coluna diferentes indicam diferença estatística pelo teste t entre S1 e S3 (P <0,05).

Fonte: Autores

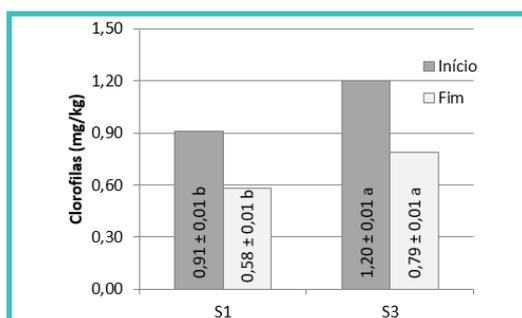
Figura 3. Teor de carotenóides antes e depois de 24 horas em estufa 65 °C



Letras minúsculas diferentes entre S1 e S3 indicam diferença estatística pelo teste t (P <0,05).

Fonte: Autores

Figura 4 Teor de clorofilas antes e depois de 24 horas em estufa 65 °C



Nota: Letras minúsculas diferentes entre S1 e S3 indicam diferença estatística (P <0,05) pelo teste t.

Fonte: Autores

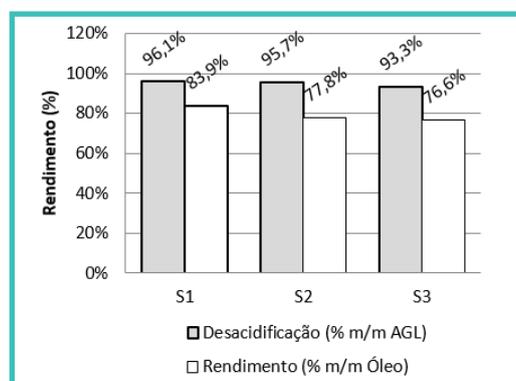
DISCUSSÃO

A prensagem mecânica foi a técnica escolhida nesta pesquisa para obtenção do óleo de soja bruto, alcançando resultados dentro dos parâmetros de qualidade do *Codex Alimentarius*, para óleos extraídos a frio e óleos virgens. Segundo Vavpot; Williams; Williams (2014), prensas tipo parafuso são fabricadas há mais de 100 anos, numa época em que as preocupações com o meio ambiente eram mínimas, mas atualmente, são considerações importantes para operar plantas modernas de processamento verde e alimentos orgânicos.

Para degomagem do óleo bruto, foi escolhida a técnica de hidratação com água a 60 °C, embora a degomagem enzimática na produção de óleo de soja seja uma técnica economicamente viável, já em uso em grandes processadoras (PIRES; ALVES; FALCONI 2020), optou-se pela redução nas entradas de insumos.

Na extração líquido-líquido com etanol hidratado, os cálculos de rendimentos apontam que os resultados da desacidificação (\bar{X} 95,0%) foram superiores aos rendimentos em massa (\bar{X} 79,4%), provavelmente em função da perda de óleo neutro junto à fração extrato (Figura 5). Além disso, a falta de visor no fundo do tanque extrator pode ter prejudicado a verificação e confirmação da ocorrência de separação de fases, o que não ocorreu nos ensaios em bancada utilizando funis de vidro.

Figura 5. Rendimento na extração líquido-líquido



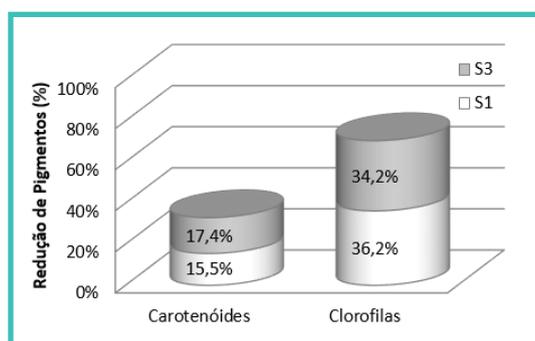
Fonte: Autores

A respeito das características físico-químicas, os teores de umidade, índice de peróxidos e clorofilas apresentaram diferença significativa, o que pode estar relacionado ao número de contatos do óleo degomado com etanol hidratado ou mesmo às condições de dessolventização do óleo refinado. Os ensaios em bancada foram conduzidos em pressão atmosférica, ao passo que nos ensaios piloto foi aplicada pressão reduzida para evitar a ação de oxigênio como indutor em processos oxidativos. Estas alterações na condução dos experimentos podem ter contribuído para as diferenças encontradas nas características físico-químicas. Além disso, a não aplicação da etapa de desodorização contribuiu para evitar

a formação de gorduras *trans*, já que em óleos refinados elas são produzidas em função do tratamento térmico aplicado nesta etapa (ANVISA, 2020).

Ainda sobre as características de qualidade, a extração com etanol hidratado removeu pigmentos, e no teste de estabilidade também houve redução. A Figura 6 apresenta o total de redução no teor de clorofilas e carotenóides durante o teste da estufa. A degradação de clorofilas foi de aproximadamente duas vezes o teor de carotenóides, com redução total dos pigmentos de 51,7% para a amostra S1 e 51,6% para S3. Com base nestes dados, é provável que estes compostos naturais tenham atuado como agente antioxidante nos óleos refinados durante o teste de estabilidade.

Figura 6. Redução no teor de pigmentos após 24 horas em estufa 65 °C



Fonte: Autores

Identificar tecnologias emergentes e tendências tecnológicas exige uma infinidade de fontes de informação, como relatórios setoriais de ciência e tecnologia, pedidos de bolsas, artigos de pesquisa, patentes, relatórios estratégicos de organizações internacionais, dentre outros (BAKHTIN *et al.*, 2020).

Os resultados deste estudo demonstram que, algumas tecnologias deverão ser estudadas e possivelmente incluídas nas operações necessárias para refino de óleos vegetais via extração líquido-líquido com etanol hidratado. Em escala industrial, colunas de extração são mais utilizadas que tanques misturadores-decantadores, logo, esta é uma avaliação importante para transferência da escala piloto para indústria.

Os resultados de umidade nas amostras S1 e S3 demonstram que, técnicas para secagem do óleo refinado deverão ser avaliadas, como filtros eletrostáticos, por exemplo. Alguns estudos para secagem de frutas vêm sendo realizados em vários países, com resultados promissores na utilização de energia renovável (AZOUMA *et al.*, 2019; DEMIRPOLAT, 2019). Logo, é fundamental aplicar uma tecnologia verde para secagem de óleos refinados.

Outro ponto importante para tornar a técnica sustentável, diz respeito ao destino do extrato obtido na extração com etanol hidratado. Além dos ácidos graxos livres presentes no extrato e que têm larga aplicação industrial, carotenóides presentes nesta fração poderão ser aplicados como antioxidante em outros produtos, e até mesmo no próprio óleo refina-

do. Assim, o extrato obtido na etapa de refino com etanol hidratado poderá fechar o ciclo na cadeia da soja, deixando de ser resíduo/coproduto, passando a ser matéria-prima com outras finalidades.

CONCLUSÃO

O óleo bruto de soja obtido por extração mecânica apresentou resultados de umidade, índice de acidez e índice de peróxidos dentro dos limites estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*. Na etapa de extração líquido-líquido, o experimento em escala piloto exigiu um maior número de contatos que os ensaios em escala laboratorial.

As características de qualidade e identidade atenderam, de maneira geral, aos padrões nacionais e internacionais para óleos refinados. As principais não conformidades foram teor de umidade e índice de peróxidos. Gorduras trans, comumente encontradas em óleos refinados não foram detectadas na amostra de óleo de soja obtida em escala piloto, demonstrando a eficiência técnica na produção de óleos mais saudáveis. A extração líquido-líquido com etanol hidratado foi capaz de remover carotenóides e clorofila dos óleos de soja.

Sendo assim, os resultados obtidos apoiam a aplicação da técnica de refino por extração líquido-líquido com etanol hidratado em óleo de soja, como alternativa às técnicas usuais e estes resultados corroboram com o estudo desenvolvido pelo grupo para óleo de canola refinado em escala piloto.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Dério Rost & Cia. Ltda. pela utilização de seu espaço físico para realização deste trabalho, à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela utilização de laboratórios para análises instrumentais, assim como a Fundação do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio técnico (Processo 2014/21252 -0).

REFERÊNCIAS

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analyses of the Association of Analytical Chemists. 18. ed., method 996.06 p. 20-25, 2005.

AOCS. AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 6° ed. USA: AOCS Press, 2009.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Produção de Biodiesel. Referência: Dez/2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/prod-fornecimento-biocombustiveis/biodiesel/producao-biodiesel-2019.xlsx>. Acessado em: 13 Mar. 20

ANVISA. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa aprova regras que limitam o uso de gorduras trans em alimentos. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2019/12/anvisa-aprova-regras-que-limitam-o-uso-de-gorduras-trans-industriais-em-alimentos>. Acesso em: 22 fev. 2020.

AZOUMA, Y. O. . Indirect Convective Solar Drying Process of Pineapples as Part of Circular Eco-

onomy Strategy. *Energies*, n. 15, v. 12, p. 2841, 2019.

BAKHTIN P.; KHABIROVA E.; KUZMINOV I.; THURNER T. The future of food production – a text-mining approach. *Technology Analysis and Strategic Management*, n. 5, v. 32, p. 516-528, 2020.

CASTELO-BRANCO, V. N.; TORRES, A. G. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. *Revista de Nutrição*, v. 24, n. 1, p.173-187, 2011.

CHIYODA, C., et al. Liquid–liquid equilibria for systems composed of refined soybean oil, free fatty acids, ethanol, and water at different temperatures. *Fluid Phase Equilibria*, v. 299, p. 141–147, 2010.

CLARK, J. H. Introduction to Green Chemistry. In: PROCTOR, A. *Alternatives to Conventional Food Processing*. New York: Springer, 2010.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). Codex Standard for Named Vegetable Oils. Codex Stan 210/1999 (Amended 2015). Roma, p. 1 13, 2017.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). Report of the 13rd session of the codex committee on contaminants in foods (REP19/CF). Roma, p.1 66, 1999.

DEMIRPOLAT, A. Investigation of Mass Transfer with Different Models in a Solar Energy Food-Drying System. *Energies*, n. 18, v. 12, 2019.

DIAS, T. P. V. B., et al. Liquid–liquid equilibrium for ternary systems containing ethylic biodiesel + anhydrous ethanol + refined vegetable oil (sunflower oil, canola oil and palm oil): experimental data and thermodynamic modeling. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. v. 132, n. 03, p. 699–706, 2015.

FARIA, A. S. Q. Avaliação do efeito da adição de extratos de algas (alga *Porphyra umbilicalis* e alga *Laminaria japônica*) na estabilidade de azeite aromatizado. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar). Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, 2012.

FERNANDES, Lenita da Silva Lucio. Controle Feedback de nível baseado em sensor de imagem aplicado ao equipamento misturador-decantador a inversão de fases. 2009. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UFRN, Natal, 2009.

FERREIRA, P. G.; DA SILVA, F. C.; FERREIRA, V. F. A Importância da química para a economia circular. *Revista Virtual da Química*, v. 9, n. 1, p. 452-473, 2017.

FREITAS, I. R. Caracterização físico-química e avaliação dos compostos bioativos de óleos brutos e refinados de soja, canola, milho e girassol. 2015. Tese (Doutorado Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, São José do Rio Preto, 2015.

HOMRICH, P. O. B. Solubility behavior of mixtures containing refined soybean oil and low-toxic solvents at different temperatures. *Fluid Phase Equilibria*, v. 442, p. 87--95, 2017.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea (Coord.). 4 Edição, 1 Edição Digital São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JODKO-PIÓRECKA, K.; CEDROWSKI, J.; LITWINIENKO, G. Physico-chemical principles of antioxidant action, including solvent and matrix dependence and interfacial phenomena. In: APAK, R.; CAPANOGLU, E.; SHAHIDI, F. (Ed.). *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity: Recent*

Trends and Applications. WILEY, 2018.

JORGE, N. Química e Tecnologia de Óleos Vegetais. Universidade Estadual Paulista. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

KEIJER, T.; BAKKER, V.; SLOOTWEG, J. C. Circular chemistry to enable a circular economy. *Nature Chemistry*, n. 3, v. 11, p.190-195, 2019.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 49: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados. Brasília: Diário Oficial da União, 22 dez. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=643062246>>. Acesso em: 09 mai. 2018

MAY, C. P.; HOMRICH, P. O. B.; CERIANI, R. Pseudoternary liquid-liquid equilibria for refined sunflower seed oil + carboxylic acids + anhydrous ethanol at 298.15 K. *Fluid Phase Equilibria*, v. 427, p. 297-302, 2016.

MORETTO, E.; FETT R. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos. São Paulo: Livraria Varela. 1998.

MOSQUERA, M. I. M., et al. Color-pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemist's Society*. v. 68, n. 5, p. 332-333, 1991.

NADERI, M.; FARMANI, J.; RASHIDI, L. The impact of saturated monoacylglycerols on the oxidative stability of Canola oil under various time/temperature conditions. *Grasas y Aceites*, v. 69, n. 3, p. 1-7, 2018.

PAWLAS, J.; RASMUSSEN, J. ReGreen SPPS: enabling circular chemistry in environmentally sensible solid-phase peptide synthesis. *Green Chemistry*, n. 21, v. 21, p. 5990-5998, 2019.

PIRES, G. S.; ALVES, M. H.; FALCONI, M. A. T. Viabilidade do processo de degomagem enzimática na produção de óleo de soja. p. 26-39. *Óleos & Gorduras: Grãos e Derivados*, São Paulo, 31, Jan/Fev. 2020.

RODRIGUES, C. E. C.; GONÇALVES, C. B. Extração Líquido-Líquido. In: TADINI, Carmen Cecilia et al. *Operações unitárias na indústria de alimentos*. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 209-250, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: International Life Sciences Institute, p. 64, 2001.

TIRITAN, M. G. et al. Improving quality of refined canola oil by liquid-liquid extraction on pilot scale apparatus. *Journal of Food Process Engineering*, 2020. DOI: 10.1111/jfpe.13513

VAVPOT, V. J.; WILLIAMS, R. J.; WILLIAMS, M. A. Extrusion/Expeller® Pressing as a Means of Processing Green Oils and Meals. In: FARR, W. E.; PROCTOR, A. (Ed.) *Green Vegetable Oil Processing*. Revised First Edition. Urbana: AOCS Press, 2014.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. *Brazilian Journal of Food and Nutrition*, v. 20, n. 1, p. 157-167, 2009.

“

Segurança alimentar nas etapas da cadeia produtiva da Castanha-do-brasil (*Bertholetia excelsa* H.B.K.)

Orquídea Vasconcelos **Santos**
UFPA

Luíza Castro **França**
UFPA

Mayara Galvão **Martins**
UFPA

Stephanie Dias **Soares**
UFPA

Francisco das Chagas Alves do
Nascimento
UFPA

RESUMO

Esta pesquisa teve como intento maior abordar os principais aspectos relacionados as diferentes etapas da cadeia produtiva da castanha-do-Brasil que podem inferir na segurança alimentar do consumidor desta oleaginosa amazônica. É reconhecido internacionalmente as propriedades nutricionais e funcionais bioativas a saúde humana do consumo desta fruta. Seu sistema considerado orgânico de cultivo tem seu ponto forte. Mas, seu manejo ainda extrativista pode impor alguns riscos, caso as ferramentas de boas praticas de produção, manejo e industrialização não sejam cumpridas e fiscalizadas. O clima quente e úmido da região amazônica é ideal para o desenvolvimento de microrganismos, que se alimentam dos nutrientes contidos nas amêndoas, produzindo uma rancificação geradora da aflatoxina, substância cancerígena que representa um grande risco à segurança alimentar quando consumida regularmente. Nutricionalmente, está oleaginosa pode ser considerada uma superfruta, por conter além de constituintes nutricionais, elementos funcionais essenciais à saúde, por prevenir patologias, como doenças não degenerativas e crônicas degenerativas devido a sua alta capacidade antioxidante. Entretanto, em decorrência de possíveis falhas durante sua cadeia produtiva, pode ocorrer contaminações levando a redução da aceitação comercial internacional, o que afeta diretamente a qualidade de vida de milhares de pessoas envolvidas na coleta e processamento deste fruto, o que contribui para a renda da população, bem como para a preservação da floresta. Assim, há necessidade de um rigoroso controle de qualidade microbiológica e de micotoxinas em todas as etapas de sua cadeia produtiva e de processamento, para evitar contaminação desfavorável à boa saúde dos consumidores.

Palavras-chave: Segurança alimentar; Cadeia produtiva; Castanha-do-Brasil.

INTRODUÇÃO

O termo segurança alimentar tem sido relatado historicamente como um conceito nascido no período pós segunda guerra mundial, ampliando-se até a segunda metade do século XX como resultado da devastação nos setores agrícolas e econômicos dos países Europeus. A priori baseava sua concepção fundamentalmente pautada na produção, tempos depois foi aprimorando seu entendimento para questões além de acesso, sanidade, aspectos nutricionais, biológicos e dimensões culturais dos alimentos (VALENTE, 2002; ALIAGA, SANTOS, TRAD; 2020).

A expansão do conhecimento e as implicações de outros fatores promoveram a evolução desse termo entendendo uma dimensão mais ampla e indissociável com a incorporação da relação nutricional, formando o binômio segurança alimentar e nutricional, constituindo-se em direito humano universal a alimentação adequada (DHAA). No Brasil, a Lei orgânica nº 11.346 de 15 de setembro de 2006. Rege a segurança alimentar e nutricional (LOSAN). Trazendo em seu cerce sua definição como:

“ [...]Realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis” (BRASIL, 2006).

Entretanto, somente em meados de 2010 o decreto nº 7.272 de agosto de 2010. Regulamentou a lei nº 11.346 /2006 que criava o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional (SISAN) com objetivo de assegurar o direito humano a alimentação adequada, instituindo a política nacional de segurança alimentar e nutricional (PNSAN) estabelecendo com estas os parâmetros para a construção de um plano nacional de segurança alimentar e nutricional, como estratégia elementar para a elaboração de planejamentos, gestão e execução da política nacional voltadas a segurança alimentar e nutricional (BRASIL, 2010).

Em âmbito regional, dos sete estados que compõem a região Norte, apenas o estado do Pará possui plano de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) publicado em 2012 com apenas 3 municípios com adesão voluntária ao SISAN. Este dado é preocupante, por ser uma região reconhecidamente com escassos recursos aplicáveis a saúde com baixo índice de desenvolvimento (BRASIL, 2011; SILVA, MARTINS, 2020).

Assim, este capítulo tem como objetivo discutir os principais aspectos relacionados as diferentes etapas da cadeia produtiva, do sistema extrativista da castanha-do-Brasil que podem inferir na segurança alimentar do consumidor desta oleaginosa amazônica

METODOLOGIA

As bases metodológicas seguiram a avaliação de documentos, legislações brasileiras e publicações de base nacional e internacional relacionadas a segurança alimentar, aspectos microbiológicos e mico toxicológicos envolvendo a castanha-do-Brasil.

RESULTADOS

Alimentos seguros: foco na castanha-do-brasil

O Brasil tem avançado na superação de várias questões relacionadas à segurança alimentar, com foco nas necessidades, carências nutricionais e excessos de pesos a região Norte, compondo a maior parte da Amazônia, tem suas peculiaridades alimentares ainda com a existência de coleta e extrativismo, o que gera um entrave no quesito segurança alimentar nas diferentes etapas da sua cadeia alimentar. Neste contexto, a cadeia produtiva da castanha-do-Brasil será abordado com foco nas etapas que configuram relação de pontos críticos de controle pertinentes a sua cadeia produtiva.

A produção tradicional de cultura com coleta extrativista vincula-se em parte ao sistema orgânico de produção está regulamentado pela lei federal nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003. Esta lei vem disciplinar normas de produção, classificação, processamento, estocagem, armazenagem, distribuição, certificação da qualidade dos produtos nas suas diversas origens (BRASIL, 2003)

A referida Lei, define sistema orgânico de produção agropecuária aqueles que adotam técnicas específicas, com aplicação de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, respeitando a tradição cultural das comunidades rurais, abrangendo e reafirmando sua sustentabilidade ecológica e econômica, aplicando recursos naturais biológicos e mecânicos, isentando estas culturas de materiais sintéticos, uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição, comercialização e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

A castanha-do-Brasil é umas das principais oleaginosas do país. Seu potencial comercial interno e externo desponta por sua alta produtividade, consumo composição nutricional, funcional e aplicações em vários segmentos indústrias, da utilização alimentar, dermocosméticos, geração de energia limpa em Biocombustíveis a torna foco de pesquisas nacionais e internacionais (CARDOSO et al., 2017; GOMES et al., 2019). Além disso, há outros setores industriais que investem na matéria-prima, entre eles o setor farmacológico e de produção de tintas e vernizes, entre outros (ELZUPIR, 2019).

A discussão base das pesquisas norteia os diversos nutrientes encontrados na castanha-do-Brasil, a parte lipídica desse fruto é de grande interesse para a indústria, que busca

formas de isolamento e/ou extração lipídica cada vez mais rentável, com o objetivo de redução de custos, aumento da produtividade na geração de produtos, diminuindo o descarte de resíduos. O teor lipídico insaturado presente na castanha-do-brasil é de 60 a 70%. Os ácidos graxos encontrados são: ácido oleico, ácido linoleico e linolênico, além dos ácidos palmítico, mirístico e palmitoleico (GOMES et al., 2019; PEREIRA et al., 2019).

Outros constituintes nutricionais e funcionais chamam a atenção presentes em altas concentrações nas amêndoas da castanheira, com destaque a sua riqueza proteica contendo altas concentrações de aminoácidos essenciais, vitaminas, fibras e minerais como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e selênio, o qual contribui para a prevenção do câncer (CARDOSO et al., 2017; GOMES et al., 2019).

Apesar de todo seu contexto benéfico nutricional, funcional e sua elevada participação no setor extrativista industrial como um dos pilares das taxas de exportação da fruticultura Paraense, a castanha-do-Brasil, se não manipulada dentro dos rigores de boas práticas de produção, higiene e conservação em todas as etapas de sua cadeia produtiva, pode se tornar veículo de contaminação e riscos graves a saúde pública, provocada pelas toxinas liberadas pelos microorganismos contaminantes, as aflatoxina, com alto poder toxigênico e carcinogênico, influenciando negativamente na segurança alimentar de seu consumo (CARDOSO et al., 2019; ADETUNJI et al., 2018; IQBAL et al., 2018; ELZUPIR, 2019).

Castanha-do-brasil

A Castanha-do-Pará mudou de nomenclatura a partir do decreto lei N°51.209 de 18 de setembro de 1961, para castanha-do-Brasil, devido ao comércio exterior (BRASIL, 1961). A castanha é encontrada em solos, drenados e argilosos, adaptando-se bem em terras firmes e altas. Seu desenvolvimento ocorre naturalmente em clima quente e úmido, em áreas com precipitação média entre 1500 a 2800 mm/ano e em áreas com grandes períodos sem água (PENNACCHIO, 2006).

Figura 1. Árvore de castanha-do-Brasil



Fonte: Autores, 2020

A árvore (Figura 1) é de grande importância para o ecossistema por fornecer alimentos e remédios para as comunidades tradicionais, povos indígenas e animais. Suas propriedades nutricionais mostra sua prevalência em vitaminas A, B1, B2 e C, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, selênio, cobre, dentre os macronutrientes as proteínas, lipídios insaturados, fibras, carboidratos e seus compostos bioativos mostram seu maior destaque, também é considerada como um dos alimentos mais nutritivos das florestas da Amazônia (CHANG et al., 2016; GOMES et al., 2019; PEREIRA et al., 2019) com composição diferente em relação ao local de colheita, safra, tamanho da castanha, sua variedade, solo e origem

O período de floração das castanheiras inicia em setembro e se estende até fevereiro. Os frutos levam 15 meses para amadurecer, começando a cair em novembro, no início da estação chuvosa, prolongando-se até o mês de março. Uma árvore pode produzir de 100 a 150 quilos na época da safra. A castanheira produz o fruto ouriço (Figura 2), com diâmetro de 15 cm, que contém de 12 a 24 castanhas ou sementes (Figura 3), dentro das quais está a amêndoa (parte comestível). O ouriço apresenta cor castanho-escura, com peso de 200 g e 1,5 kg, com média de 750 g, não abre facilmente, demorando entre 12 a 15 meses para completo amadurecimento (YANG, 2009).

Figura 2. Ouriço



Figura 3 - Castanhas



Fonte: Autores, 2020

Os produtos e subprodutos da castanha-do-brasil são utilizados em diversos segmentos. O óleo da amêndoa pode ser utilizado como base de produtos cosméticos e dermocosméticos, fontes de anti-inflamatórios, fonte de carbono para produção de biosurfactantes, como lubrificante na aviação. Do resíduo da extração do óleo também se obtém farelo utilizado como misturas em farinhas e rações. Outra ação importante da castanha é seu efeito fitoterápico para a redução do *Trypanossoma cruzi* (causador da doença de Chagas).

A partir do caule das árvores de castanheiras, produz-se o chá que possui agente an-

timalárico, eliminando os parasitas de sangue infectados sem afetar as células sanguíneas (CHANG et al., 2016; INNES, CALDER, 2018; MICHALAK, GLINKA, 2018; PEREIRA et al., 2019). O Quadro 1 apresenta alguns exemplos de aplicações tradicionais e industriais dos produtos e subprodutos da castanha-do-brasil.

Quadro 1. Exemplos de Produtos e Subprodutos da castanha-do-brasil

Exemplos de Constituintes utilizáveis das Castanheiras	Aplicações: Produtos e Subprodutos
Madeira	Apresentam alta produtividade na construção civil. No entanto, seu corte é proibido por lei federal.
Caule	Suas “cascas” são utilizadas pela medicina tradicional como chás e infusões com indicações de agente antimalárico
Ouriços	Usado na medicina tradicional como adubo, produção de artesanato, tem alto potencial calorimétrico (carvão vegetal).
Casca da semente	Usado na medicina tradicional com potencial na medicina doméstica, usado como adubo e carvão vegetal.
Amêndoas	Reconhecida por ter elevado potencial nutricional e funcional, como alimento in natura, extração e isolamento de compostos industrial aplicáveis a diversos segmentos industrial
Óleos e misturas	Constituintes de grande aplicação em diversos segmentos nas industriais alimentícias, farmacêuticas, dermocosméticos, tintas, vernizes, biocombustíveis dentre outras
Farinha desengordurada, concentrados e isolados proteicos	Subproduto da extração de seu teor lipídico, apresenta elevada concentração proteica composta por aminoácidos essenciais, aplicáveis nos setores alimentício em diversos segmentos industriais.
Proteínas e aminoácidos	Subproduto da extração de seu teor lipídico, apresenta elevada concentração proteica composta por aminoácidos essenciais, aplicáveis nos setores alimentício em diversos segmentos industriais.

Fonte: Autores, 2020

Composição nutricional e funcional castanha-do-brasil

A composição quantitativa e qualitativa do seu teor lipídicos com médias de 60 a 70% de lipídeos, com ácidos graxos saturados em média 25% e os insaturados 75% e destes a prevalência a componentes da família ômega-3, ômega-6 e ômega-9 que respaldam sua relevância funcional com ação antiinflamatórios (CARDOSO et al., 2017; INNES, CALDER, 2018; GOMES et al., 2019; PEREIRA et al., 2019).

A ação dos ácidos graxos insaturados, com potencial antioxidante, faz da castanha um alimento importante no combate aos radicais livres, com ação preventiva de doenças degenerativas como Parkinson e Alzheimer, patologias relacionadas ao coração, entre outras. Tem-se estabelecido recomendações de consumo de 30 gramas por dia (CARDOSO et al., 2017; INNES, CALDER, 2018; GOMES et al., 2019; PEREIRA et al., 2019).

Outro macronutriente com cerca de 15 a 20% são as proteínas com composição aminoacídica imprescindível para o organismo humano como a Isoleucina, Leucina, Lisina,

Metionina, Cisteína, Triptofano, Valina, Treonina, arginina, metionina e cisteína, estes últimos tornam a castanha fonte desses aminoácidos (CARDOSO et al., 2017; GOMES et al., 2019; PEREIRA et al., 2019).

Sua composição em elementos inorgânicos como os minerais magnésio, zinco, fósforo, potássio, cálcio, sódio dentre outros, com maior destaque para o selênio. A castanha é fonte reconhecida deste micromineral, fornecendo até 120 μg de selênio, dependendo do tamanho da amêndoa. A quantidade recomendada para homens e mulheres é de 75 μg e 55 μg por dia, respectivamente (CARDOSO et al., 2017; GOMES et al., 2019).

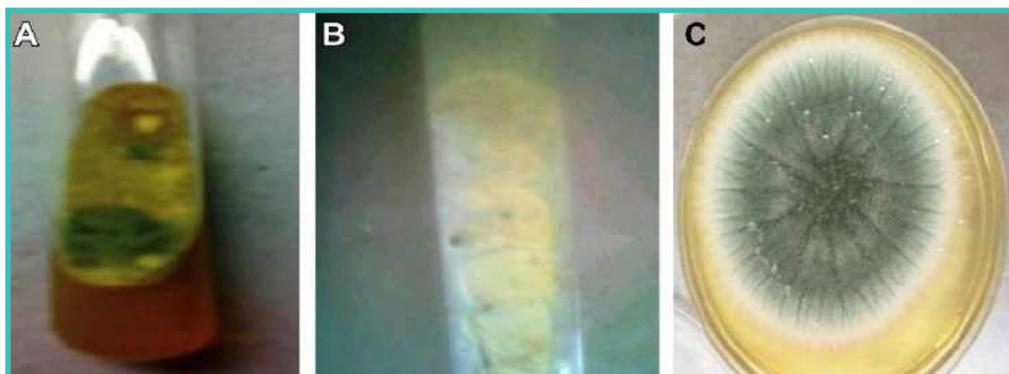
A diversidade nutricional e funcional destas amêndoas apresenta-se como fonte de ação antioxidante, com elevado teor de vitamina E, percentuais em α , β e γ - tocoferol diretamente ligados aos compostos fenólicos de ação antioxidante com grande efeito funcional na prevenção de doenças, tornando assim essencial seu consumo para os seres humanos.

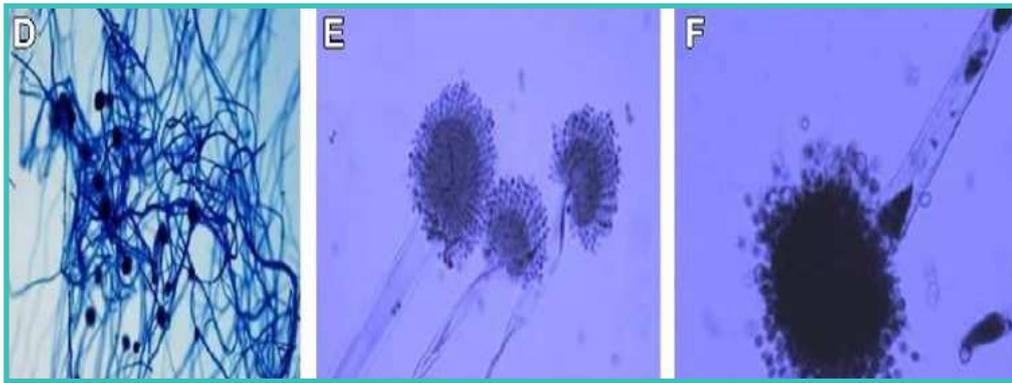
Segurança microbiológica da castanha-do-brasil: micotoxinas

A contaminação por fungos podem se apresentar com maior prevalência em alimentos com certas condições ambientais desenvolvendo-se e produzindo metabólitos primários e secundários nocivos a todo o prolongamento de sua cadeia produtiva tornando-se fator determinante para que um alimento torne-se impróprio para o consumo humano (ADETUNJI et al., 2018; IQBAL et al., 2018; CARDOSO et al., 2019; ELZUPIR, 2019).

As substâncias tóxicas, produzidas pela maioria dos fungos são denominadas micotoxinas e estão relacionadas a produtos de seu metabolismo secundário, formados durante a fase final de seu crescimento exponencial. As espécies *Aspergillus flavus* (Figura 4), *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*, produzem aflatoxinas substâncias químicas que diferem entre si por variações em sua composição e estrutura molecular os quais se desenvolvem em alimentos, como amendoim, castanha-do-Brasil, milho, feijão, arroz, trigo, cevada, leite, carne, semente de algodão, mandioca, dentre outros (JAY, 2005; HEDAYATI et al., 2007; SAHU, PADHY 2014).

Figura 4. Espécies de *Aspergillus flavus*





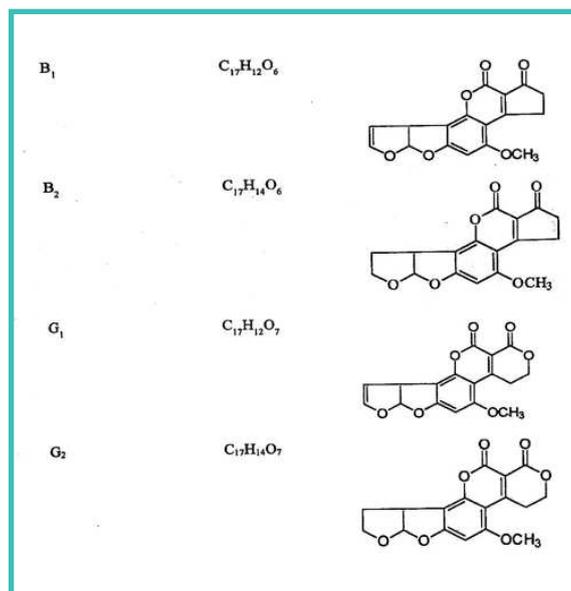
(A) Vista inversa de *Aspergillus flavus* em tubo de cultura com ágar Sabouraud dextrose (SDA); (B) visão reversa de *A. flavus* em cultura de ágar batata dextrose (PDA) tubo; (C) visão microscópica de *A. flavus* com coloração de azul de algodão lactofenol (LCB); (D) visão microscópica de *A. flavus* com coloração LCB; (E) visão microscópica de *A. flavus* com coloração LCB; (F) crescimento de *A. flavus* em PDA.

Fonte: Sahu, Padhy 2014)

A denominação aflatoxinas relaciona-se a média de 17 substâncias químicas, de composição similar, com destaque para quatro substâncias principais, de maior interesse alimentar, epidemiológico e médico-sanitário, identificadas como aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂. Estas apresentam fluorescência azul-violeta ou esverdeada, quando submetidas à luz ultravioleta e, por isso, são representadas pelas letras B (*Blue* – azul) ou G (*Green* – verde) (JAY, 2005; HEDAYATI et al., 2007).

Estas substâncias caracterizam-se por elevada toxicidade, com efeitos tóxicos, agudos, mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos, tendo no fígado o órgão mais atingido. A aflatoxina B₁ (AFB₁) tem maior poder toxigênico, seguida de G₁, B₂ e G₂. Na Figura 5 a fórmula molecular e estrutural das principais aflatoxinas e os radicais que as diferenciam.

Figura 5. Fórmulas moleculares e estruturais das principais aflatoxinas



Fonte: Midio e Martins (2000)

Os principais fatores que regulam o crescimento destas espécies de fungos (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*), e a produção de suas micotoxinas são a composição química do substrato e seu teor de água, incluindo fatores ambientais favoráveis, como a temperatura e a umidade o que torna as amêndoas de castanha-do-Brasil ideais para seu crescimento. A partir desse conhecimento, as formas de controle podem ser determinadas evitando os fatores favoráveis de crescimento, tornando-os impróprios para metabolismo desses microorganismos. Dentre eles podemos citar:

1- *Temperatura* – a temperatura ideal para produção de aflatoxinas encontra-se na faixa de 25-28oC.

2- *Umidade* – a água no substrato deve estar disponível para o fungo, e tal disponibilidade é expressa em atividade da água (*Aw*). O valor ótimo de *Aw* para produção de aflatoxina encontra-se na faixa de 0,93 a 0,98.

3- *Disponibilidade de oxigênio* – fungos são aeróbios, portanto, oxigênio suficiente deve estar disponível para o crescimento e os processos biossintéticos associados.

4- *pH do substrato* – afeta a produção da aflatoxina. Geralmente a produção é favorecida em valores de pH na faixa de 3,4 a 5,5.

5- *Substrato* – em geral, substrato com elevado teor de carboidrato é mais adequado. Entretanto, fungos podem produzir aflatoxinas em substratos ricos em gordura e proteína, e a presença de aflatoxinas em amendoim e queijo, por exemplo, evidencia esta afirmativa.

6- *Interação microbiológica* – afeta a produção da aflatoxina (competição). Fungos produtores de aflatoxinas raramente se encontram como cultura pura no alimento, estando geralmente associados com bactérias, leveduras e outros fungos.

As aflatoxinas têm sido identificadas como fatores envolvidos na etiologia do câncer hepático, em consequência da ingestão de alimentos contaminados por micotoxinas. No Brasil, o Ministério da Saúde estabelece o limite de 30µg/kg em alimentos de consumo humano (BRASIL, 1998a; VILHENA, 2004). O nível de tolerância referente às toxinas nas castanhas-do-Brasil é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Nível de tolerância de aflatoxinas permitido em castanhas-do-Brasil

Local	Limites máximos de aflatoxinas
EUA	20µg/kg
Europa	4,0µg/kg

Fonte: Vilhena (2004)

A redução nas taxas de contaminação dos produtos por aflatoxinas está diretamente relacionada a segurança alimentar e depende da implantação de ferramentas de controle de riscos e perigos nas etapas que compõem as cadeias produtivas. O monitoramento dos níveis de contaminação de alimentos são ações de vigilância sanitária e devem inferir na

eficiência na realização do manejo, coleta, higienização, sanitização, armazenamento transporte dentre outras medidas pertinentes. As soluções aplicadas baseiam-se na utilização de técnicas que, apesar de aparentemente simples, poderiam garantir níveis satisfatórios de êxito (ENRÍQUEZ; SILVA; CABRAL, 2003; VILHENA, 2004).

É nesse sentido, no que tange a cadeia produtiva da castanha, que há importância da observância primordial das primeiras etapas como o período adequado para realização da coleta da castanha, sua quebra e higienização dos ouriços, etapas que ainda são realizadas no interior da floresta com água e local para secagem favorável à contaminação e proliferação de fungos. Essas etapas são consideradas críticas. Porém, ao se corrigir essas práticas, através do bom manuseio, o nível de contaminação por aflatoxina pode ser reduzido. A queda nos níveis de contaminação, possibilita uma ampliação da produção, design de novos produtos, incremento de sua cadeia pela aplicação e utilização de seus subprodutos, alavancando de forma mais eficiência e diversificando a cadeia produtiva da castanha-do-Brasil, em função da inovação tecnológica.

O aperfeiçoamento tecnológico do manejo florestal da castanha pode fornecer uma melhora em seu beneficiamento, fortalecendo sua participação comercial como componente de produtos no mercado nacional e internacional, para isso há necessidade de ações de implementação de ferramentas de boas práticas de produção, manejo, fabricação e fiscalização no sentido de promover o enquadramento de todas as etapas desta atividade nas normas federais e estaduais que regulamentam as operações tecnológicas nas indústrias de alimentos.

Segurança alimentar nas etapas da cadeia produtiva da castanha-do-brasil: planejamento, colheita e beneficiamento

Tradicionalmente, o meio de produção da castanha-do-brasil é fundamentado na unidade familiar, não envolvendo grandes investimentos tecnológicos para este fim, são aplicadas técnicas simples de coleta, o extrativismo. As condições higiênico-sanitárias no interior das florestas são pontos críticos que influenciam a primeira etapa da cadeia produtiva. Durante a coleta e quebra dos ouriços que são feitas ainda na floresta, pontos relacionados diretamente a possíveis focos de contaminação reduzindo a segurança alimentar desse produto, seguido das etapas de transporte e armazenamento são observados nas diferentes etapas.

Etapas de pré-colheita da castanha-do-brasil

A fase da pré-colheita deve ser implantada e seguida pelos extrativistas, baseados às Boas Práticas de Manejo (BPM) incluindo desde a fase pré-exploratória até a colheita da castanha. As BPM's são procedimentos simples, que devem ser seguidos em toda a ca-

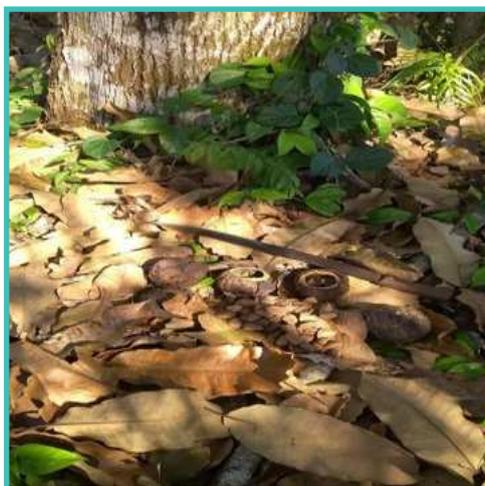
deia produtiva, da coleta à industrialização, transporte e comercialização. Inúmeros fatores comprometem a qualidade final do produto, mas a maneira em que são realizadas as etapas, principalmente as críticas, de transporte, secagem e armazenamento, definem como o produto chegará ao mercado.

O planejamento inicial na coleta das castanhas exige tempo e trabalho, na tentativa de encontrar formas práticas que facilitem a coleta e armazenamento. Esses planos colaboram na redução das perdas, no alcance de melhores preços, dados pela melhora da qualidade das castanhas produzidas. Essa etapa inclui várias fases como o mapeamento e marcação das árvores: construção de mapas constando a localização correta das castanheiras que serão manipuladas; informações sobre o acesso à área de manejo; e localização das árvores, marcadas com fitas ou plaquetas e a fase da limpeza da base das castanheiras: envolve a remoção dos frutos das safras anteriores amontoados na base das castanheiras. É uma etapa realizada antes de iniciar a nova safra. Não sendo feita a retirada desses ouriços da safra anterior, os mesmos podem ser coletados na safra vigente, misturando-se com a nova coleta, favorecendo a contaminação de castanhas novas por fungos e aflatoxinas (CAMPO/PAS, 2004).

Etapas de colheita e pós-colheita da castanha-do-Brasil

A coleta e aglomeração dos ouriços ocorrem geralmente em estações de muita chuva, quando os ouriços caem e vão sendo empilhados próximos às castanheiras, onde permanecem por algum tempo até o procedimento de retirada dos frutos (Figura 6). O extrativista recolhe em um cesto pendurado nas costas, quando o cesto está carregado, os transporta para barracões destinados à extração das sementes (PACHECO; SCUSSEL, 2006).

Figura 6. Coleta e aglomeração dos ouriços



Fonte: Autores, 2020

No processo de seleção deve-se descartar os ouriços que apresentam contaminação microbiológica visível. Posteriormente é feita a quebra dos ouriços de forma manual com o auxílio de facões ou martelos limpos e exclusivos para essa finalidade, sendo realizado em local de base limpa (ÁLVARES, 2010), evitando o excesso de umidade e ataque de animais silvestres. Além disso, as castanhas devem estar depositadas em cima de lonas ou folhas de palmeira, evitando assim o contato com o solo (APIZ, 2009).

Após a extração (Figura 7), as castanhas são higienizadas para a eliminação das impurezas e armazenadas a granel até o transporte e beneficiamento. A lavagem permite a retirada de impurezas e castanhas chochas, as quais flutuam durante a lavagem, e as castanhas boas tendem a afundar (TONINI, 2008).

Figura 7. Processo de extração artesanal das amêndoas de Castanha



Fonte: Autores, 2020

De acordo com um estudo realizado em Rondônia por Tonini (2008), a maioria dos extrativistas realiza o processo de lavagem de forma inadequada, em água parada, dentro de pneus e vasilhas, e um pouco mais da metade desses extrativistas fazem a secagem das castanhas ao sol. O restante armazena as castanhas ainda molhadas em sacos, o que aponta um risco para a contaminação fúngica, devido às condições de umidade e temperatura favoráveis à proliferação.

Seguindo a BPM, o processo de armazenamento deve ser realizado em galpões de madeira, a uma altura média de um metro do chão, promovendo a circulação de ar e evitando o contato com o solo, a alta umidade e o contato com animais. As castanhas devem ser armazenadas em sacos, sendo empilhadas de forma a propiciar a circulação de ar, ou podem ser armazenadas a granel (ÁLVARES, 2010).

Etapas de beneficiamento da castanha-do-brasil

As etapas de beneficiamento da castanha-do-brasil ocorrem em usinas com equipa-

mentos para a produção em larga escala. Segundo Pacheco e Scussel (2006) e Álvares (2010), o processo é composto das seguintes fases:

- Recepção realiza-se uma inspeção e seleção visual quantitativa e qualitativa. As castanhas devem estar limpas, secas, e isentas de impurezas, havendo uma perda de mais de 10% nos carregamentos de castanhas estragadas.
- Separação por lotes contendo informações sobre a safra, fornecedor, local de produção, condições de transporte e quantidade
- A armazenagem das castanhas é feita em silos de madeira com aeração por até dois dias antes de ser beneficiada. Recomenda-se o uso de telas para proteger as amostras, de exaustores se possível com ventilação de ar, e monitoramento diário da temperatura e umidade.
- Na lavagem ocorre a remoção de matéria orgânica e restos de terra. Segundo as BPM, a lavagem das castanhas com casca é feita por imersão em água tratada e temperatura ambiente, a qualidade da água é importante ser monitorada devido à grande quantidade de matéria orgânica depositada nas castanhas.
- Posteriormente ao processo de lavagem ocorre a secagem das castanhas, com o auxílio de um secador rotativo, por um período de 8 a 12 horas a temperatura de 50° - 60°C. Após o resfriamento, as castanhas serão embaladas com casca, e logo após essa etapa, elas passam para a etapa de classificação, polimento, pesagem e embalagem.
- Seguida do processo de polimento das amêndoas realizado mecanicamente através de rolos com espumas para retirada de resíduos, como a película.
- Processo de pesagem e embalagem a vácuo seladas quente, em sacos com baixa permeabilidade a oxigênio, e depois podem ser armazenadas em caixas de papel cartonado. O produto final permanece armazenado por 2 a 30 dias antes de serem transportados para o comércio.

Além da comercialização para consumo, a castanha-do-brasil pode ser ainda processada para a aquisição de produtos e subprodutos como: óleos, tortas, farelos, farinha, leite, biscoito, etc. E as castanhas com casca são transportadas através de containers em navios para o mercado internacional.

A castanha caracteriza-se como um produto de alta elasticidade na demanda, sua dinâmica de preços sofre influências relacionadas a altas ou baixas taxas de produção du-

rante sua safra. Porém, a busca por alimentos considerados como superfrutas a incluí num grupo de produtos vegetais com alta procura e aceitação. As recentes pesquisas com seus constituintes nutricionais e funcionais tem elevado o numero de consumidores e consequentemente sua procura e comercialização (CARDOSO et al., 2017; GOMES et al., 2019; Pereira et al., 2029).

Nesse contexto fica cada vez mais urgente a necessidade de conhecimento, implantação, aplicação e fiscalização das ferramentas e procedimentos de qualidade fitossanitário (barreiras sanitárias) que viabilizam um maior controle de qualidade dos produtos e o aumento no rigor para a comercialização da castanha, tal como são feitas as exigências dos mercados internacionais dos países europeus e dos Estados Unidos, exigindo um maior grau de organização em todas as etapas de produção da castanha-do-brasil. Isso proporcionará melhor qualidade em toda a cadeia produtiva e, deste modo, valorizando e agregando mais valor ao produto e aos subprodutos incrementando sua cadeia produtiva com reduzidos riscos a segurança alimentar e nutricional dos consumidores.

Segurança alimentar e Exigências Fitossanitárias no comercio da Castanha-do-Brasil

Um dos maiores enfrentamentos para o incremento dos comércio dos produtos e subprodutos da castanha-do-Brasil são exigências dos compradores quanto à qualidade das amêndoas e o controle contra a contaminação por fungos e micotoxinas, principalmente quanto à contaminação por aflatoxina, cujas exigências fitossanitárias para exportação, especialmente quanto aos limites de tolerância para a presença de aflatoxinas, são de até 3 ppb (partes por bilhão) no Brasil e até 4 ppb nos EUA e Europa (MARTINS, 2008).

Os maiores problemas identificados na cadeia produtiva da castanha-do-brasil é a segurança alimentar. A elevada contaminação por bactérias do grupo coliforme, devido a sua prolongada exposição a fatores ambientais e às condições de manipulação na indústria, além da contaminação por fungos produtores de toxinas, no caso a aflatoxina. Esses problemas têm se constituído em forte entrave para a comercialização do produto, principalmente no mercado externo, dado ao rigoroso controle de países europeus e Estados Unidos em relação aos níveis de toxinas presentes nos alimentos (BRAGANTINI, 2005).

A presença de micotoxinas em alimentos é considerado um grave problema para saúde pública e para a qualidade funcional e organoléptica dos alimentos. Embora o conhecimento sobre a toxicidade dos metabólitos secundários lançados por inúmeras espécies de fungos filamentosos e da crescente preocupação em se investigar e evitar intoxicações, são ainda registrados surtos de aflatoxicose (LEWIS, 2005).

A contaminação durante o armazenamento das castanhas está associada aos fungos das espécies *Aspergillus* e *Penicillium*, enquanto que as espécies do gênero *Fusarium* podem

contaminar com micotoxinas produzidas antes ou pós-colheita (KABAK, 2006).

Do grupo de micotoxinas bastante difundidas, as aflatoxinas são oriundas por fungos do gênero *Aspergillus* e referidas como hepatotóxicas, mutagênicas, imunossupressoras e neoplásicas. Dependendo da quantidade ingerida, frequência de ingestão e idade do indivíduo podem relacionar-se a cirrose, necrose do fígado, encefalopatia e aumento da susceptibilidade à hepatite B (SAKATA, 2011).

As aflatoxinas podem contaminar diversos produtos vegetais como milho, cereais, castanhas, amendoins, frutas secas e especiarias. A incidência destas toxinas depende de muitos fatores, tais como: stress ou danos à cultura, presença de insetos, tipos de solo e fatores intrínsecos e extrínsecos (CAVALIERE, 2007).

Sendo os principais fatores intrínsecos que provocam o crescimento de fungos e a produção de aflatoxinas nos alimentos: umidade, atividade de água, pH e a composição nutricional. Como fatores extrínsecos, destaca-se a temperatura do processamento e de estocagem, umidade relativa do ar, tempo de armazenagem, microclima, competição entre espécies, entre outros. Esses fatores não atuam isoladamente sobre os microrganismos, mas sim de forma conjunta e combinada (KLISCH, 2007).

Todos os consumidores de uma cadeia alimentar podem ser contaminados por meio de alimentos como, grãos infectados ração, leite, ovos e carnes contendo micotoxinas. Em decorrência de tal agravo, torna-se de fundamental importância o controle da contaminação nas diferentes etapas de produção, armazenamento e processamento de alimentos, o que requer a utilização de técnicas que visam monitorar a dispersão das micotoxinas com aplicação de ferramentas de controle de boas práticas de produção, fabricação e uma fiscalização efetiva do cumprimento desses instrumentos de garantia de qualidade configurando assim a segurança alimentar deste produto símbolo da Amazônia.

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

A castanha-do-brasil é um alimento rico em macro e micronutrientes, sua composição a torna fonte de componentes nutricionais, funcionais e antioxidantes, que contribui com a qualidade de vida dos seres humanos. Seu consumo deve ser diário, assim fortalece o sistema imunológico e torna o organismo mais resistente a diversas enfermidades. Contudo, os consumidores devem se atentar aos locais de compra destas oleaginosas, prevenindo dessa forma ocorrências de sérios danos à saúde.

A etapa de processamento da castanha-do-brasil possui pontos consideráveis e iminentes de riscos de contaminação. Se as boas práticas de manejo e de fabricação não forem seguidas, oferecem uma série de riscos à saúde pública, reduzindo os benefícios potenciais desta oleaginosa, que se situa atualmente em primeiro lugar na ordem dos produtos não

madeireiros explorados, sendo responsável pela manutenção de milhares de famílias que vivem como extrativistas. Justamente por este fato, a produção de castanha-do-brasil é considerada orgânica, o que traz benefícios tanto sustentáveis como na segurança alimentar.

Tais práticas de manejo sustentável na floresta visam a conservação e o crescimento comercial das taxas de exportação da balança comercial, norteando assim a junção econômica-social e de segurança alimentar aos consumidores.

REFERÊNCIAS

Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos (ABRANDH). O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional [Internet]. Brasília; 2013 [acesso em 28 dez 2017]. Disponível em: <http://www.mds.gov.br>.

ADETUNJI, M.C.; ALIKA, O.P.; AWA, N.P.; ATANDA, O.O.; MWANZA, M. Microbiological quality and risk assessment for aflatoxins in groundnuts and roasted cashew nuts meant for human consumption. *Journal of Toxicology*, v.1, n.1, p.1-12, 2018, DOI: 10.1155/2018/1308748.

ÁLVARES V.S. Princípios para o manejo pós colheita da castanha do Brasil. EMBRAPA Acre. Disponível em: www.embrapa.com.br. Acesso em: 7 abr. 2015.

APIZ. Associação do Povo indígena Zoró. In: Boas práticas de coleta, armazenamento e comercialização da castanha do Brasil. 2ª edição. Cuiabá – Mato Grosso. Defanti Editora, 2009.

BRAGANTINI, C. Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão. Embrapa Arroz e Feijão. ISSN 1678-9644. 28p, Dezembro, 2005.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Emenda constitucional nº 64, de 04 de fevereiro de 2010. Altera o artigo 6º da Constituição Federal, para introduzir a alimentação como direito social [Internet]. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília; 2010. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/legislação>.

BRASIL. Decreto nº 51.209, de 18 de Agosto de 1961. Aprova as novas especificações para a classificação e fiscalização da exportação da “Castanha do Brasil”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de jun de 1961. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-51209-18-agosto1961390794-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 30 abr. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal nº 10.831 de dezembro de 2003. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 dez 2003. Seção 1, p.11.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 2006, set 18, Seção 1:1.

BRASIL. Decreto no 7.272, de 25 de agosto de 2010. Regulamenta a Lei no 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN, estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências [Internet]. Diário Oficial

da República Federativa do Brasil. Brasília, 2010. Acesso em 19 de Maio de 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>

BRASIL. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN). Resolução no 09, de 13 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos e o conteúdo dos termos para a adesão dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios ao Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 13 dez 2011.

CAMPO/PAS. Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da castanha do Brasil. Série Qualidade e Segurança dos Alimentos. Brasília, DF: Campo PAS, 2004.

CAMPOS, F.; JANUARIO, A.H.; ROSAS, L.V.; NASCIMENTO, S.K.R.; PEREIRA, P.S.; FRANÇA, S.C.; CORDEIRO, M.S.C.; TOLDO, M.P.A.; ALBUQUERQUE, S. Trypanocidal activity of extracts and fractions of *Bertholletia excelsa*. *Fitoterapia*, v.76, p.26-29, 2005. DOI: 10.1016/j.fitote.2004.09.008.

CARDOSO, B.R.; DUARTE, G.B.S.; REIS, B.Z.; COZZOLINO, S.M.F. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Research International*, v.100, p.9-18, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.08.036

CAVALIERE, C.; FOGLIA, P.; GUARINO, C.; NAZZARI, M.; SAMPERI, R.; LAGANA, A. Determination of aflatoxins in olive oil by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, n.596, p.141-48, 2007. DOI: 10.1016/j.aca.2007.05.055.

CHANG, S.K.; ALASALVAR, C.; BOLLING, B.W.; SHAIDI, F. Nuts and their co-products: The impact of processing (roasting) on phenolics, bioavailability, and health benefits - A comprehensive review. *Journal of Functional Foods*, v.6, p.88-122, 2016. DOI: 10.1016/j.jff.2016.06.029.

ELZUPIR, A.O. Seasonal variation and health implications due to aflatoxins in nuts sold in Riyadh region. *Revue française d'allergologie*, v.59, n.1, p.15-21, 2019. DOI: 10.1016/j.reval.2018.09.009.

ENRÍQUEZ, G. Amazônia- Rede de Inovação de Dermocosméticos: Sub-rede de dermocosméticos na Amazônia a partir do uso sustentável de sua biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da castanha-do-pará e dos óleos de andiroba e copaíba. *Parceria Estratégica*, v.14. n. 28.p 51-118, 2009.

GOMES, S.; FINOTELLI, P.V.; SARDELA, V.F.; PEREIRA, H.M.G.; SANTELLI, R.E.; FREIRE, A.S.; TORRES, A.G. Microencapsulated Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake extract powder as an added-value functional food ingredient. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, v.116, 108495, 2019. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108495.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2012. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 20 de abril de 2015.

INNES, J.K.; CALDER, P.C. Omega-6 fatty acids and inflammation. *Prostaglandins Leukot. Essent Fatty Acids*, v.132, p.41-48, 2018. DOI: 10.1016 / j.plefa.2018.03.004.

IQBAL, S.Z, MEHMOOD, Z., ASI, M.R., SHAHID, M., SEHAR, M., MALIK, N. Co-occurrence of aflatoxins and ochratoxin A in nuts, dry fruits, and nutyproducts. *Journal of Food Safety*, v.38, n.4, e12462, 2018. DOI: 10.1111/jfs.12462.

KABAK, B.; DOBSON, A.D.W.; VAR, I. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.46, p.593-619, 2006. DOI: 10.1080/10408390500436185.

LEWIS, I.; ONSONGO, M.; NJAPAU, H.; SCHURZ-ROGERS, H.; LUBER, G.; KIESZAK, S.; NYAMONGO, J.; BACKER, L.; DAHIYE, A.M.; MISORE, A.; DECOCK, K.; RUBIN, C. Aflatoxin contamination of commercial maize products during an outbreak of acute aflatoxicosis in eastern and central Kenya. *Environmental Health Perspectives*, v.113, n.12, p.1763-1767, 2005. DOI: 10.1289/ehp.7998.

MARIE, A.A.; SANTOS, S.M.C.; TRAD, L.A.B. Food and nutrition security: meanings developed by community leaders and residents of a low-income community in Salvador, Bahia State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, v.36, n.1, e00169218, 2020. DOI: 10.1590/0102-311x00169218.

MARTINS L.; SILVA Z.P.G.; SILVEIRA B.C. Produção e Comercialização da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*, h.b.k) no estado do Acre- Brasil, 1998-2006. *Anais do XLVI da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 2008.

MICHALAK, M.; GLINKA, R. Oils from fruit seeds and their dietetic and cosmetic significance. *Herba Polonica Journal*, v.64, n.4, p.63-70, 2018. DOI: 10.2478/hepo-2018-0026.

PACHECO, A. M.; SCUSSEL, V. M. Castanha-do-Brasil: da floresta tropical ao consumidor. *Editorgraf*, v.25, n.3, p.176, 2006.

PENNACCHIO, H.L. Castanha-do-brasil – Proposta de preço mínimo safra 2006/2007. *Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia rural*, 2008.

PEREIRA, E.; FERREIRA, M.C.; SAMPAIO, K.A; GRIMALDI, R.; MEIRELES, J.A.;MAXIMO, G.J. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. *Food Chemistry*, v.278, p.208-15, 2019. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.11.016.

SAHU, M.C.; PADHY, R.N. Bayesian evaluation of two conventional diagnostic methods for pathogenic fungal infections. *Journal of Acute Medicine*, v.4, n.2, p.109-19, 2014. DOI: 10.1016/j.jacme.2014.06.001.

SAKATA, R.A.P.; SABBAG, S.P.; MAIA, J.T.L.S. Ocorrência de Aflatoxinas em Produtos Alimentícios e o Desenvolvimento de Enfermidades. *Enciclopédia biosfera*, v.7, n.13, p.1477- 98, 2011.

SILVA, D.A.S.; PANELLI-MARTINS, B.E. O Processo de adesão municipal ao Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v.27, p.1-12, 2020. DOI: 10.20396/san.v27i0.8655377.

TONINI, E., et al. Estrutura populacional e produção de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Bompl.) e *Andiroba* (*Carapa* sp.) no sul do Estado de Roraima. In: *Anais do 1o Seminário do Projeto Kamukaia - Manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros na Amazônia*. EMBRAPA, 2008.

VALENTE, F.L.S. *Direito humano à alimentação: desafios e conquistas*. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: A review. *Food Science and Technology*, v. 42, n.10, p.1573-80, 2009. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.05.019.

WADT L.H.O.; KAINER K.A.; GOMES D.A.S. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in southwestern Amazonian. *Forest ecology and management*, v.211, n.3, p.371-384, 2005. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.02.061.

“

Sobremesas com ingredientes funcionais para escolares entre 09 e 15 anos da rede pública: desenvolvimento, funcionalidade e aceitabilidade

Rosana Gomes Arruda Leite **Bueno**

Adriane Elisabete Costa **Antunes**

Giovanna Alexandre **Fabiano**

Diogo Thimoteo da **Cunha**

Rosângela Maria Neves **Bezerra**

Maria Helena **Antonicelli**

RESUMO

Este trabalho objetivou desenvolver preparações com ingredientes funcionais e avaliar sua aceitabilidade por escolares do município de Campinas, São Paulo. Adaptou-se duas receitas convencionalmente servidas nas escolas municipais, obtendo-se: 1) bolo de laranja com biomassa de banana verde e 2) salada de frutas com yacon. Analisou-se: teor de frutanos utilizando-se *Megazyme*®, fenólicos totais segundo *Folin-Ciocalteu*, capacidade antioxidante pelos métodos de sequestro do radical 2,2-azinobis(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulphonate) e do radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl e poder redutor do íon férrico, comparando-se com as preparações convencionais. A aceitabilidade de 206 estudantes foi avaliada por análise de restos e escala hedônica de cinco pontos. Realizou-se análise estatística pelo método t-student, adotando-se como significativo $p < 0,05$. Não houve diferença no teor de fenólicos e atividade antioxidante, comparando-se às receitas convencionais. A biomassa de banana verde e o yacon demonstraram teor de frutanos 0,17g/100g e 40,74g/100g, respectivamente, aumentando a potencial capacidade prebiótica das preparações. O bolo com biomassa obteve 98,27% de aprovação no teste de aceitabilidade por resto ingestão e 91,26% em escala hedônica. A salada de frutas com yacon obteve respectivamente 91,86% e 89,93%. Conclui-se que as formulações desenvolvidas apresentaram potencial efeito prebiótico e foram aceitas pelos estudantes, demonstrando que é possível empregar alimentos com propriedades funcionais nos cardápios escolares, sem a necessidade de múltiplas ou complexas alterações.

Palavras-chave: Alimentos Funcionais, Alimentação Escolar, Prebióticos, Antioxidantes.

INTRODUÇÃO

A oferta de alimentação adequada para escolares é fundamental para seu crescimento e desenvolvimento [1], entretanto o atual padrão alimentar dos estudantes brasileiros diverge das recomendações nutricionais para sua faixa etária [2]. O excessivo consumo de alimentos ultraprocessados ricos em açúcares e gorduras [2-3] tem refletido em carência de micronutrientes [4] e crescentes índices de sobrepeso e obesidade entre crianças e adolescentes [5].

Considerando esses aspectos, é importante elaborar estratégias de incentivo à alimentação saudável e redução de alimentos ultraprocessados. Nesse contexto o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), representa uma política pública importante considerando sua abrangência, diretrizes e papel na formação de hábitos alimentares [6]. Seu objetivo é contribuir para o crescimento, o desenvolvimento biopsicossocial, a aprendizagem, o rendimento escolar e a formação de práticas alimentares saudáveis dos alunos, por meio de ações de educação alimentar e nutricional e da oferta de refeições que cubram suas necessidades nutricionais durante o período letivo [7].

Muitas preparações oferecidas no âmbito do PNAE possuem baixa qualidade nutricional, especialmente as doces [8], geralmente servidas no café da manhã, lanches ou como sobremesas, o que deve ser revisto diante das novas diretrizes do Programa [7]. A exclusão total desse tipo de preparação não é conveniente, dado que o consumo de sobremesas é característico da população brasileira. Portanto, a inserção de ingredientes funcionais para melhoramento dessas preparações, desde que sejam aceitas, aumentaria a ingestão desses compostos e poderia reduzir a ingestão de alimentos ultraprocessados e de açúcar refinado.

A oferta de alimentos que contêm prebióticos representa interessante estratégia para promover saudabilidade aos escolares. Isso porque os prebióticos são substratos seletivamente utilizados por micro-organismos benéficos, promovendo saúde ao hospedeiro [9]. Prebióticos são encontrados em diversas frutas e hortaliças, leguminosas, mel, no leite humano, no leite de vaca e em algumas microalgas [10].

A biomassa de banana verde, por exemplo, possui propriedades prebióticas conferidas pelo amido resistente [11] e por compostos fenólicos [12]. Por sua eficiência no tratamento de constipação crônica de crianças e adolescentes, este ingrediente funcional mostra-se interessante para esta população [13]. O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é outro alimento com propriedades prebióticas e seu consumo por pré-escolares promoveu benefícios na resposta imune, demonstrados pelo aumento da imunoglobulina A secretória [14]. As propriedades prebióticas do yacon são conferidas pelo seu teor de inulina e compostos fenólicos [15].

Os compostos fenólicos estão presentes em diversos alimentos de origem vegetal, sendo sintetizados como metabólicos secundários com diferentes funções nas plantas [9]. Além de garantirem benefícios à microbiota do hospedeiro, promovem efeito antioxidante,

protegendo as células do estresse oxidativo [16]. O consumo regular de alimentos fontes pode melhorar o desenvolvimento cognitivo, aumentando o rendimento escolar e a capacidade de aprendizagem [17], em conformidade com os objetivos do PNAE. É interessante encorajar seu consumo, pois a ingestão de compostos fenólicos pela população brasileira é considerada baixa [18].

Para o sucesso da inserção destes alimentos no cardápio, recomenda-se previamente avaliar as preferências alimentares dos estudantes por teste de aceitabilidade [19], que é um método afetivo que avalia o quanto um determinado grupo gostou ou desgostou de um alimento [20].

Este trabalho objetivou desenvolver sobremesas com ingredientes funcionais para escolares com 09 a 15 anos matriculados na rede pública municipal e avaliar sua aceitabilidade.

MÉTODOS

População estudada

A população estudada consistiu em 206 estudantes com idades entre 09 e 15 anos matriculados no 4º ao 9º ano do ensino fundamental de duas escolas públicas sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Campinas. As preparações foram servidas para pelo menos 100 estudantes, conforme recomendações para testes afetivos [20].

Os critérios de exclusão foram: alergias ou intolerância a qualquer ingrediente utilizado nas preparações. Não foram incluídos no estudo os estudantes que não entregaram assinados os termos de consentimento ou assentimento.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas, gerando o protocolo CAAE:9112318.1.0000.5404. Após aprovação iniciou-se a coleta de dados dos indivíduos.

Desenvolvimento das formulações

Duas preparações previamente existentes nos cardápios escolares do município foram adaptadas com acréscimo de ingredientes funcionais e redução do teor de açúcar, desenvolvendo-se as formulações: a) Bolo de laranja com biomassa de banana verde; b) Salada de frutas com yacon. Na primeira formulação reduziu-se 50% do açúcar de adição empregado na preparação convencional e acrescentou-se biomassa de banana verde. Na segunda preparação houve acréscimo de yacon, mantendo-se a proporção de frutas da receita original.

Essas preparações foram testadas previamente em cozinha experimental para elaboração de ficha técnica contendo: quantidade de cada ingrediente, rendimento e porção.

Calculou-se o valor energético das preparações testadas e o teor dos nutrientes considerados prioritários segundo legislação vigente do programa [7], sendo eles: carboidrato, proteína, lipídeos, fibras, retinol, ácido ascórbico, ferro, cálcio, magnésio e zinco (Tabela 1).

Tabela 1. Composição nutricional das preparações desenvolvidas.

	Preparações	
	Bolo de laranja com biomassa de banana verde	Salada de frutas com yacon
Receita	640g laranja pêra; 440g de farinha de trigo; 290g de açúcar; 240g de óleo; 240g de ovo; 220g de biomassa de banana verde; 30g de fermento (pó).	1,5kg de banana nanica; 1,5kg de laranja pera; 1,4kg de maçã gala; 1,2kg de yacon.
Porção (g)	80	150
Energia (kcal)	112,8	88,71
Carboidratos (g)	15,14	20,85
Proteínas (g)	1,72	0,96
Lipídeos (g)	5,05	0,16
Fibras (g)	0,65	2,45
Vitamina A (µg)	4,08	5,03
Vitamina C (mg)	9,77	32,38
Cálcio (mg)	3,48	5,20
Ferro (mg)	0,23	0,16
Magnésio (mg)	5,52	16,40
Zinco (mg)	0,13	0,08

Teor de frutanos

Empregou-se o kit enzimático da *Megazyme International Ireland Ltd* em amostras de biomassa de banana verde e de yacon. Posteriormente, mediu-se a absorvância do produto final com espectrofotômetro. Calculou-se o percentual de frutanos com o software I considerando-se os pesos, diluições, umidade e absorvância das amostras.

Teor de fenólicos totais e atividade antioxidante

Em triplicatas de amostras de preparações convencionais e de preparações com ingredientes funcionais determinou-se o teor de fenólicos por método espectrofotométrico de *Folin-Ciocalteu* [21] com resultados expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra liofilizada (mg Eq AG/g). Determinou-se atividade antioxidante pelos métodos: capacidade de sequestro do radical 2,2'-azinobis(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulphonate) (ABTS) e capacidade do sequestro do radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) [22], ambos expressos em milimolar de Trolox por grama de amostra liofilizada (mM Trolox/g), e poder redutor do ion férrico (FRAP) [23] expresso em miligramas de sulfato de ferro por grama de amostra liofilizada (mg Eq FeSO₄/g).

Teste de aceitabilidade

Os testes de aceitabilidade ocorreram no refeitório das unidades escolares, no horário do lanche vespertino, em dias distintos para cada preparação. As receitas foram preparadas na cozinha escolar por cozinheiras da unidade após orientações dos pesquisadores. Os métodos aplicados foram Escala Hedônica e Resto-Ingestão [24].

O teste de escala hedônica utilizado na pesquisa foi descrito por Lawless & Heymann [20]. Utilizou-se hedônica facial mista para alunos até o 5º ano e escala estruturada para alunos do 6º ao 9º ano, ambas com cinco pontos compreendendo as categorias: 1-detestei, 2-não gostei, 3-indiferente, 4-gostei e 5-adorei. O escolar preencheu a ficha indicando o grau que gostou ou desgostou da preparação oferecida, zelando-se por um ambiente sem conversas. A escala categórica utilizada foi dicotomizada para calcular-se o percentual de aceitação. Os valores 1, 2 e 3 da escala hedônica foram agrupados, categorizando-se como área de rejeição da escala e o agrupamento dos valores 4 e 5, referentes aos termos hedônicos “gostei” e “adorei” correspondeu à região de aceitação da escala. Então calculou-se o percentual de alunos que aceitou ou rejeitou a preparação. Considerou-se aprovada nesse método a amostra que obteve porcentagem de votos maior ou igual a 85% na região de aceitação da escala.

A avaliação de restos considerou os pesos referentes à refeição rejeitada e refeição distribuída para determinar Percentuais de Rejeição e Aceitação [25], segundo as equações:

$$\text{Eq1: Percentual de rejeição} = \frac{(\text{Peso da refeição rejeitada} \times 100)}{\text{Peso da refeição distribuída}}$$

$$\text{Eq2: Percentual de aceitação} = 100 - \text{Percentual de rejeição}$$

Considerou-se refeição rejeitada o peso dos alimentos que foram rejeitados e deixados no prato; refeição distribuída a subtração entre os pesos da refeição produzida e a sobra não servida. Para este teste utilizou-se uma balança com capacidade máxima de 20 quilogramas e precisão de 10 gramas. Considerou-se aprovada a preparação com percentual de aceitação maior ou igual a 90%.

Análise estatísticas

Comparou-se o teor de fenólicos e atividade antioxidante das triplicatas de amostras das preparações convencionais e funcionais por meio do teste t-Student, usando o software *GraphPad Prism 5*. Considerou-se como significativo $p < 0.05$.

RESULTADOS

As análises realizadas demonstraram que o teor de frutanos da biomassa de banana verde e do yacon correspondeu a, respectivamente, 0,17g/100g e 40,74g/100g. O yacon, portanto, apresentou teor de frutanos 245 vezes maior do que a biomassa de banana verde. Não houve diferença na atividade antioxidante em comparação às receitas originais (Tabela 2), exceto pela análise de DPPH no bolo de laranja com biomassa.

Tabela 2. Fenólicos totais e atividade antioxidante das preparações convencionais e funcionais.

Preparações	Análises	Convencional	Funcional	P
Bolo de laranja	Fenólicos totais (mg Eq AG/g)	0,42±0,04	0,57±0,12	0,09
	ABTS (mM Trolox/g)	1,83±0,25	1,90±0,18	0,60
	FRAP (mg Eq FeSO4/g)	3,86±0,23	5,05±1,06	0,13
	DPPH (mM Trolox/g)	0,48±0,03	0,72±0,02	<0,01
Salada de frutas	Fenólicos totais (mg EqAg/g)	1,74±0,31	1,65±0,15	0,70
	ABTS (mM Trolox/g)	4,64±1,05	4,92±0,18	0,70
	FRAP (mg Eq FeSO4/g)	17,37±0,62	15,73±1,20	0,10
	DPPH (mM Trolox/g)	3,0±0,84	3,55±0,16	0,32

*Valores das médias de triplicatas ± desvio padrão.

**Valores p<0,05 diferem estatisticamente pelo teste t-Student.

ABTS: 2,2'azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)

FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma

DPPH: Difenil-picril-hidrazina

mg Eq FeSO4/g: miligramas de sulfato de ferro por grama de amostra liofilizada

mg Eq AG/g: miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra liofilizada.

mM Trolox/g: milimolar de Trolox por grama de amostra liofilizada

No teste de aceitabilidade por resto-ingestão (Tabela 3) as duas preparações apresentaram percentual suficiente para a aprovação (>90%). Na escala hedônica (Tabela 4) observou-se que o bolo recebeu maior proporção de votos “Adorei” (63,41%) e a salada de frutas recebeu maior número de votos “Gostei” (49,64%).

Tabela 3. Aceitabilidade das preparações pelo método resto-ingestão.

Preparação	Peso do produto pronto (kg)	Sobra ¹ (kg)	Resto ² (kg)	Total distribuído (preparado - sobra) (kg)	Total consumido (distribuído - resto) (kg)	Percentual de rejeição (%)	Percentual de aceitação (%)
Bolo de laranja com biomassa de banana verde	7148	196	120	6952	6832	1,73	98,27
Salada de frutas com yacon	8245	116	662	8129	7467	8,14	91,86

¹ Sobra: conteúdo que foi preparado e não foi distribuído.

² Resto: conteúdo distribuído e descartado pelo aluno na lixeira.

Tabela 4. Aceitabilidade das preparações pelo método escala hedônica.

Opção assinalada	Bolo de laranja com biomassa de banana verde		Salada de frutas com yacon	
	N	%	N	%
5-Adorei	104	63,41	60	43,17
4-Gostei	46	28,05	69	49,64
3-Indiferente	5	3,05	5	3,60
2-Não gostei	5	3,05	4	2,88
1-Detestei	4	2,44	1	0,72
TOTAL	164	100,00	139	100,00

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A quantidade de ingredientes com propriedades funcionais empregada nas formulações não aumentou seus teores de compostos fenólicos significativamente. Entretanto, outras substâncias intrínsecas aos ingredientes possivelmente proporcionam benefícios aos escolares.

O yacon apresentou potencial capacidade prebiótica devido à presença de frutanos, que são derivados de sacarídeos da frutose presentes naturalmente em plantas e quando ingeridos por seres humanos podem apresentar efeito prebiótico e imunomodulatório [14]. A biomassa de banana verde, embora tenha apresentado baixo teor de frutanos, contém amido resistente, que corresponde a uma fibra alimentar com ação prebiótica [15].

O consumo de prebióticos pode otimizar a absorção intestinal de ferro, mineral cuja carência pode comprometer o aprendizado, além de vitamina D [26], cálcio e magnésio que são importantes para o desenvolvimento ósseo de crianças e adolescentes [27]. Além disso, há evidências de que a ingestão de prebióticos por indivíduos em idade escolar poderia prevenir o ganho excessivo de peso e/ou amenizar alterações metabólicas relacionadas ao sobrepeso e obesidade (como resistência à insulina e aumento de marcadores inflamatórios) [28], condições que são frequentes em indivíduos dessa faixa etária [5].

O presente trabalho demonstrou que é possível conferir saudabilidade a cardápios escolares adaptando-se preparações pertencentes à cultura local, sem necessidade de múltiplas ou complexas alterações. Estudos desta natureza são escassos na literatura. Ressalta-se que o yacon é um alimento in natura e a biomassa é um alimento minimamente processado e as novas recomendações do PNAE preconizam cardápios baseados nessas duas categorias de alimentos [7].

A aceitabilidade da salada de frutas confirma a aplicabilidade do yacon cru nessa preparação por apresentar textura e sabor semelhantes aos de frutas. Embora a preparação não empregasse abacaxi e melão, alguns estudantes mencionaram na escala hedônica que apreciaram esses ingredientes, possivelmente confundindo-os com o yacon.

A redução de açúcar no bolo foi aprovada pela maioria, embora comentários na escala hedônica demonstraram expectativa de provar sabor mais adocicado. Alimentos intensamente doces são preferência comum nessa faixa etária [2], assim como os ultraprocessados [3], cujo consumo fora do ambiente escolar pode comprometer a aceitabilidade dos cardápios institucionais.

O ambiente escolar é favorável para formação de hábitos alimentares saudáveis e por isso é fundamental planejar estratégias pedagógicas para encorajar o consumo de novos alimentos pela criança e pelo adolescente. A exposição repetida a alimentos saudáveis na escola deve associar-se a ações de educação alimentar e nutricional envolvendo estudantes, educadores e responsáveis pelo aluno para que esses hábitos sejam continuados no domicílio e incorporados ao longo da vida do estudante [8].

REFERÊNCIAS

Kinyoki DK, Osgood-Zimmerman AE, Pickering BV, Schaeffer LE, Marczak LB, Lazzar-Atwood A, et al. Mapping child growth failure across low-and middle-income countries. *Nature*. 2020 [citado em 2020 abril 2];577:231-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1878-8>

Hebestreit A, Bogl LH. Dietary Behavior and Physical Activity in Children and Adolescents. *Nutrients*. 2019 [citado em 2020 abril 2];11(8):1849. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11081849>

Enes CC, Camargo CM, Justino MIC. Ultra-processed food consumption and obesity in adolescents. *Rev. Nutr.* 2019 [citado em 2020 abril 2];32:e180170. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-9865201932e180170>

Falcão RCTMA, Lyra CO, Morais CMM, Pinheiro LGB, Pedrosa LFC, Lima SCVC, et al. Processed and ultra-processed foods are associated with high prevalence of inadequate selenium intake and low prevalence of vitamin B1 and zinc inadequacy in adolescents from public schools in an urban area of northeastern Brazil. *PLoS One*. 2019 [citado em 2020 abril 2];14(12):e0224984. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224984>

Louzada MLC, Baraldi LG, Steele EM, Martins APB, Canella DSC, Moubarac J, et al. Consumption of ultra-processed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. *Prev Med*. 2015 [citado em 2020 abril 2]; 81:9-15. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.07.018>

Nogueira RM, Barone B, Barros TT, Guimarães, KRLSLQ, Rodrigues NSS, Behrens JH. Sixty years of the National Food Program in Brazil. *Rev. Nutr.* 2016 [citado em 2020 abril 2];29(2):253-67. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-98652016000200009>

Brasil. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução nº 06, de 08 de maio de 2020. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE [acesso em 2020 maio 15]. Disponível em: <https://www.fnnde.gov.br/index.php/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/item/13511-resolucao-n-6,-de-08-de-maio-de-2020>

Batista MSA, Mondini L, Jaime PC. Ações do Programa Saúde na Escola e da alimentação escolar na prevenção do excesso de peso infantil: experiência no município de Itapevi, São Paulo, Brasil, 2014. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2017 [citado em 2020 maio 15];26(3):569-78. Disponível em: <https://>

doi.org/10.5123/S1679-49742017000300014

Gibson GR, Hutkins RW, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on the Definition and Scope of Prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017 [citado em 2020 maio 15];14:491-502. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

Davani-Davari D, Negahdaripour M, Karimzadeh I, Seifan M, Mohkam M, Masoumi SJ, et al. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods*. 2019 [citado em 2020 maio 15];8(3):92. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods8030092>

Shinde T, Perera AP, Vemuri R, Gondalia SV, Beale DJ, Karpe AV, et al. Synbiotic supplementation with prebiotic green banana resistant starch and probiotic *Bacillus coagulans* spores ameliorates gut inflammation in mouse model of inflammatory bowel diseases. *Eur J Nutr*. 2020 [citado em 2020 jul 09]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02200-9>

Anyasi TA, Jideani AIO, Mchau GRA. Phenolics and essential mineral profile of organic acid pre-treated unripe banana flour. *Food Res Int*. 2018 [citado em 2020 maio 15];104:100–109. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.063>

Cassettari VMG, Machado NC, Lourenção PLTA, Carvalho MA, Ortolan EVP. Combinations of laxatives and green banana biomass on the treatment of functional constipation in children and adolescents: a randomized study. *J Pediatr*. 2019 [citado em 2020 maio 15];95(1):27-33. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpdp.2018.01.005>

Yan MR, Welch R, Rush EC, Xiang X, Wang X. A Sustainable Wholesome Foodstuff; Health Effects and Potential Dietotherapy Applications of Yacon. *Nutrients*. 2019 [citado em 2020 julho 9];11(11):2632. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11112632>

Sant'Anna MSL, Rodrigues VC, Araújo TF, De Oliveira TT, Peluzio MCG, Ferreira CLLF. Yacon-Based Product in the Modulation of Intestinal Constipation. *J Med Food*. 2015 [citado em 2020 maio 15];18(9):980-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0115>

Bento-Silva A, Koistinen VM, Mena P, Bronze MR, Hanhineva K, Sahlström S, et al. Factors affecting intake, metabolism and health benefits of phenolic acids: do we understand individual variability? *Eur J Nutr*. 2020 [citado em 2020 maio 15];59:1275–93. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01987-6>

Farzaei MH, Rahimi R, Nikfar S, Abdollahi M. Effect of resveratrol on cognitive and memory performance and mood: A meta-analysis of 225 patients. *Pharmacol Res*. 2018 [citado em 2020 maio 15];128:338-344. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.08.009>

Corrêa VG, Tureck C, Locateli G, Peralta RM, Koehnlein EA. Estimate of consumption of phenolic compounds by Brazilian population. *Rev. Nutr*. 2015 [citado em 2020 maio 18];28(2):185-196. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1415-52732015000200007>

Pedraza DF, Melo NLS, Silva FA, Araujo EMN. Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar: revisão da literatura. *Ciênc. saúde colet*. 2018 [citado em 2020 julho 9];23(5):1551-1560. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018235.17832016>

Lawless H, Heymann H. *Sensory Evaluation of Food Science: Principles and Practices*. Nova York: Springer, 2010 [citado em 2020 julho 9]. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>

Gao MR, Xu QD, He Q, Sun Q, Zeng WC. A theoretical and experimental study: the influence of

different standards on the determination of total phenol content in the Folin–Ciocalteu assay. *J. Food Meas. Charact.* 2019 [citado em 2020 julho 9];13:1349–1356. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00050-6>

Abramovič H, Grobin B, Ulrih NP, Cigić B. Relevance and Standardization of In Vitro Antioxidant Assays: ABTS, DPPH, and Folin–Ciocalteu. *J Chem.* 2018 [citado em 2020 julho 9];4608405. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/4608405>

Shahidi F; Zhong Y. Measurement of antioxidant activity. *J. Funct. Foods.* 2015. [citado em 2020 julho 9];18:757-781. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>

Da Cunha DT, Botelho RBA, Brito RR, Pineli LLO, Stedefeldt, E. Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. *Rev chil nutr.* 2013 [citado em 2020 maio 18];40(4):357-63. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>.

Abreu ES, Spinelli MGN, De Souza Pinto AM. *Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer.* 7ª ed. São Paulo: Metha; 2019

Costa G, Vasconcelos Q, Abreu G, Albuquerque A, Vilarejo J, Aragão G. Changes in nutrient absorption in children and adolescents caused by fructans, especially fructooligosaccharides and inulin. *Arch Pediatr.* 2020 [citado em 2020 maio 18];27(3):166-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2020.01.004>

Whisner CM, Castillo LF. Prebiotics, Bone and Mineral Metabolism. *Calcif Tissue Int.* 2018 [citado em 2020 julho 09]102:443–479. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00223-017-0339-3>

Nicolucci AC, Hume MP, Martínez I, Mayengbam J, Walter J, Reimer RA. Prebiotics Reduce Body Fat and Alter Intestinal Microbiota in Children Who Are Overweight or With Obesity. *Gastroenterology*, 2017;153(3):711-22. Disponível em: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.05.055>

SOBRE O ORGANIZADOR

Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará (1995), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1999) e doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2002) com área de concentração em Ciência e tecnologia de alimentos. Professor Associado da Universidade Federal do Pará, locado no Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), no Curso de Engenharia de Pesca, Campus de Bragança (PA), atua na área de Qualidade e Tecnologia do Pescado, onde realiza pesquisa com desenvolvimento de produtos à base de pescado e estudos com isolamento e uso de bactérias probióticas na aquicultura.



editora científica





ISBN 978-658719626-8



9

786587

196268



editora científica