

INOVAÇÕES EM PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME I

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES



Pantanal Editora

2023

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume I



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB

UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

158

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume I / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.
132p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-14-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756143>

1. Agricultura. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

Bem-vindos ao mundo fascinante das pesquisas agrárias e ambientais! É com grande entusiasmo que apresentamos o e-book **Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais - Volume I**, uma compilação que destaca as últimas e mais notáveis descobertas no campo da agricultura e do meio ambiente.

No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: Uso de imagens aéreas com drones na soja; efeito da *Brachiaria ruziziensis* associada a descompactação de solos florestais; atividade alelopática de *Eragrostis plana* Nees no girassol; análise da exportação de cacau no estado do Pará: 2018 a 2022; qualidade da água do Rio Cachoeira em Itabuna/Ilhéus - BA; Zamak Reciclado: Un Enfoque Sostenible Para La Producción Industrial; características da agricultura entre os Kayapó da Aldeia Piaracu do Parque Indígena do Xingu – MT; extrato aquoso de folhas de *Sarcomphalus joazeiro* afeta a emergência e o desempenho das plântulas de *Anadenanthera colubrina*?; estudo da percepção dos consumidores sobre as boas práticas de processamento do açaí fruto no município de Capanema-PA; caracterização biométrica de sementes de *Pityrocarpa moniliformis*; contribuições das ciências agrárias na evolução da cafeicultura capixaba.

“Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume I” é mais do que um simples livro; é um convite para explorar o futuro da agricultura e do meio ambiente. Esperamos que os leitores se inspirem e colaborem para moldar um futuro mais sustentável e próspero para todos.

Agradecemos aos autores por suas contribuições e esperamos que este e-book seja uma fonte valiosa de conhecimento para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nessas áreas vitais.

Boa leitura!

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Uso de imagens aéreas com drones para identificação de falhas no estabelecimento da soja	6
Capítulo II	16
Efeito da <i>Brachiaria ruziziensis</i> associada a condicionadores de solo na descompactação de solos florestais	16
Capítulo III	27
Atividade alelopática de <i>Eragrostis plana</i> Nees na germinação de sementes de girassol	27
Capítulo IV	35
Análise da exportação de cacau no estado do Pará: 2018 a 2022	35
Capítulo V	51
Qualidade da água do Rio Cachoeira em Itabuna/Ilhéus, Bahia	51
Capítulo VI	60
Zamak Reciclado: Un Enfoque Sostenible Para La Producción Industrial	60
Capítulo VII	71
Características da agricultura entre os Kayapó da Aldeia Piaraçu do Parque Indígena do Xingu – MT	71
Capítulo VIII	88
Extrato aquoso de folhas de <i>Sarcomphalus joazeiro</i> afeta a emergência e o desempenho das plântulas de <i>Anadenanthera colubrina</i> ?	88
Capítulo IX	96
Estudo da percepção dos consumidores sobre as boas práticas de processamento do açaí fruto no município de Capanema-PA	96
Capítulo X	109
Caracterização biométrica de sementes de <i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R. W. Jobson coletadas em diferentes anos	109
Capítulo XI	117
Contribuições das ciências agrárias na evolução da cafeicultura capixaba: uma revisão	117
Índice Remissivo	131
Sobre os organizadores	132

Uso de imagens aéreas com drones para identificação de falhas no estabelecimento da soja¹

Recebido em: 27/10/2023

Aceito em: 03/11/2023

 10.46420/9786585756143cap1

Gabriel Hernandes Nunes Simas 

Silas Fiedler 

Jorge Wilson Cortez 

INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da população mundial e alta demanda de alimentos, se faz necessário produzir mais alimentos. Segundo a ONU (2019) a população mundial em 2050 será de 9,7 bilhões de habitantes. Diante disso, há necessidade de se produzir em maiores escalas, para isso é preciso aliar tecnologias à produção no campo. A difusão de novas tecnologias no campo está contribuindo com o aumento da produção e reduzindo custos aos produtores.

A agricultura de precisão (AP) visa aprimorar processos, aumentar a produção agrícola e reduzir custos. A AP está presente desde a semeadura, com a prática das semeadoras distribuindo uniformemente nos sulcos, até a colheita, com as máquinas gerando em tempo real os mapas de produtividade. Com a utilização de novas tecnologias, a AP juntamente com boas práticas de cultivo e outras tecnologias tem propiciado o melhoramento dos sistemas produtivos, otimizando recursos e mitigando efeitos no ambiente (Oliveira et al., 2020).

O uso de drones na agricultura de precisão se torna a cada dia mais viável e eficiente, isso devido ao seu menor custo e por poder ter várias aplicações: pulverização, irrigação, monitoramento, coleta, processamento e análise de imagens, entre outras aplicações. Nos drones, são acoplados sensores ou outros equipamentos conforme sua necessidade, os sensores usados são de faixa visível (RGB), sensores infravermelhos (IV), sensores multiespectrais, sensores hiper espectrais, e sensores de monitoramento do espectro de frequência, radares e sensores termais (Rex & Dalla Corte, 2020).

Segundo Breunig et al. (2019), os drones podem acompanhar de forma adequada a fenologia de culturas agrícolas, demandas dos processos de manejo da lavoura e qualificar a tomada de decisões. Fixando as condições das câmeras, a escala cartográfica de uma imagem de drone pode equivaler a uma resolução espacial de poucos centímetros a decímetros, dependendo da altura do voo. Os índices de vegetação são utilizados como meio de avaliar as imagens obtidas nas diversas fases de desenvolvimento da cultura.

¹ Parte do trabalho de conclusão do curso em Engenharia Agrícola do primeiro autor.

Portanto, o trabalho objetivou identificar falhas em um talhão agrícola no estabelecimento da cultura da soja por meio de imagens RGB feitas com drone, gerando índices de vegetação e classificação da imagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Caarapó-MS, na latitude de -22,8068674 e longitude de -54,8930786, utilizando um talhão de 14,50 ha (Figura 1), onde foi realizado a coleta das imagens com o drone. A área experimental possui altitude média de 324,3 m, variando de 315 a 331 m; e declividade média de 3,4%, variando de 0,7 a 7,4%. O clima da região se caracteriza pelo CWa (classificação de Köppen), possuindo uma precipitação pluvial anual em média de 1350 mm.

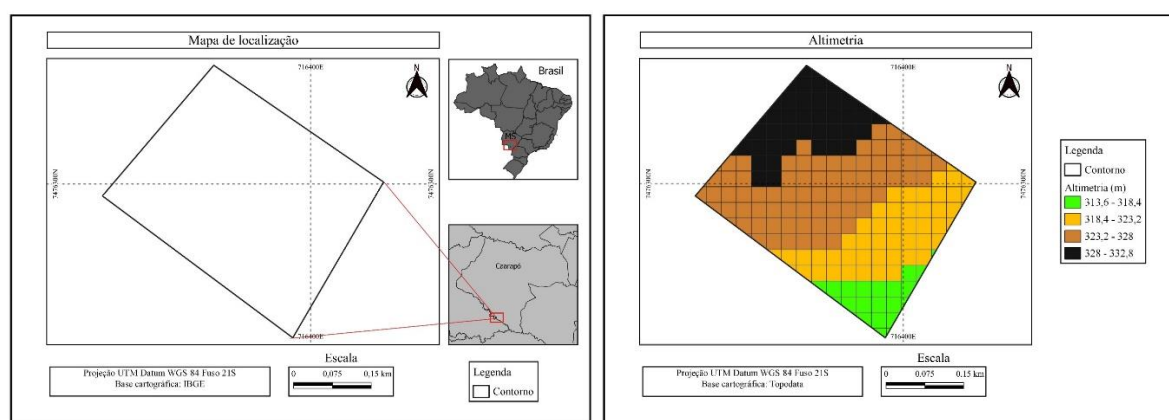


Figura 1. Localização da área de estudo e altimetria. Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

O sistema utilizado na área é de semeadura na palha, com sucessão de soja e do milho no local. A área estava com soja variedade Brasmax Fibra IPRO, semeada no final da segunda quinzena de setembro de 2022.

O planejamento de voo foi feito utilizando a aplicação DJI Pilot®, em um smartphone. A coleta das imagens foi realizada com uma câmera RGB embarcada (com 12,35 milhões de pixels efetivos e 12,71 milhões de pixels totais) no drone Mavic PRO Platinum da marca DJI model M1X t®, controlado por um controle remoto e bateria que garante autonomia de voo.

A altitude de voo foi de 80 metros e a taxa de sobreposição correspondeu a 75% na faixa horizontal e 75% na faixa longitudinal. A velocidade de voo foi na ordem de 5,5 m.s⁻¹ ou 19,8 km.h⁻¹. O voo foi realizado no dia 15 de dezembro de 2022, no período das 10 horas e 20 minutos às 10 horas e 49 minutos, 75 dias após a semeadura da cultura da soja que se encontrava em um estágio de floração.

As bandas espectrais coletadas e suas informações estão na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das bandas utilizadas.

Resolução (m)	Banda	Nome da banda	Largura da faixa (nm)
0,05	B3	Azul (Blue - B)	465 - 515
	B2	Verde (Green - G)	547 - 585
	B1	Vermelho (Red - R)	650 - 680

A geração do ortomosaico foi realizada com o *software* WEBODM® (OpenDroneMap, 2020) que é *open source* (*software* de código aberto).

Os índices de vegetação (IVs) foram calculados no QGIS (QGIS.org, 2023) seguindo as expressões matemáticas (Tabela 2) de cada índice: Índice de Folha Verde (GLI), Equação (I); Índice verde/vermelho por diferença normalizada (NGRDI), Equação (II); Índice de vermelhidão (RI), Equação (III). No QGIS (QGIS.org, 2023) na etapa de estilização dos índices de vegetação utilizou-se a banda simples falsa-cor, interpolador linear e o gradiente foi o Red-Yellow-Green.

Tabela 2. Equações dos índices de vegetação.

Índice	Equação	Fonte
$GLI = (2 * \text{Green} - \text{Red} - \text{Blue}) / (2 * \text{Green} + \text{Red} + \text{Blue})$	(I)	Louhaichi et al. (2001)
$NGRDI = (\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red})$	(II)	Tucker (1979)
$RI = (\text{Red} - \text{Green}) / (\text{Red} + \text{Green})$	(III)	Escadafal e Huete (1991)

*vermelho (Red), verde (Green), azul (Blue).

O GLI foi classificado em cinco classes: solo exposto (-1 a 0,0709), onde solo era observado; vegetação debilitada (0,071 a 0,1209), mediana (0,121 a 0,1609), sadia (0,161 a 0,409) e muito sadia (0,41 a 1,0) conforme Silva et al. (2022). Para os demais índices, buscou classificar seguindo a mesma lógica: NGRDI - Classe 1 (-1 a 0,00), Classe 2 (0,00 a 0,07), Classe 3 (0,07 a 0,12), Classe 4 (0,12 a 0,40) e Classe 5 (0,40 a 1,0); e RI - Classe 1 (1 a 0,0), Classe 2 (0,00 a -0,07), Classe 3 (-0,07 a -0,12), Classe 4 (-0,12 a -0,40) e Classe 5 (-0,40 a -1,0);

Foi realizada a classificação supervisionada, que é um método que identifica alguns pixels pertencentes às classes desejadas e o *software* localizará todos os demais pixels pertencentes à classificação definida, baseando-se em regras estatísticas pré-estabelecidas (Ganan et al., 2005). A ferramenta utilizada para esse tipo de classificação no QGIS (QGIS.org, 2023) foi o complemento *Džetsaka: Classification tool* (Karasiak, 2019) com o algoritmo *Random Forest*. Foram estabelecidas as classes: solo exposto (Classe 1) e plantas (Classe 2).

A limiarização binária, que é um processo de classificação da imagem, gera um raster binário considerando duas áreas distintas, conforme amostras de testes (França et al., 2017). No QGIS foi utilizado o complemento LF Tolls (França et al., 2017) com o comando “Limiarização binária”. As áreas testes foram divididas baseadas nos valores dos índices de vegetação, sendo coletados 1,25 ha de área teste (amostras) que representa vegetação no índice GLI. Foram testados neste trabalho os parâmetros

de seleção: Min/Max; Quantil (2% - 98%); Média 2 vezes o desvio padrão (M2x); Média 3 vezes o desvio padrão (M3x).

O cálculo de área das classes no QGIS (QGIS.org, 2023) foi realizado utilizando o comando “*r.report*” que gera, a partir de um raster, um arquivo de saída com a área de cada classe. Para isso a camada com cada índice foi reclassificada em classes de 1 a 5, conforme a classificação proposta anteriormente. O cálculo de área também foi aplicado às camadas resultantes da limiarização binária.

Os dados dos IVs foram inicialmente submetidos à análise descritiva para obtenção de medidas de tendência central e dispersão. Foi calculado o índice Kappa (Cohen, 1960) dos mapas de índice de vegetação tendo como referência o GLI; e também para a comparação entre a classificação supervisionada e a limiarização, tendo como testemunha o Random Forest.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ortomosaico (Figura 2) foi obtido através das imagens processadas e serviu de base para todas as subsequentes análises, sem que houvesse a perda das informações georreferenciadas. Pode-se visualizar que no ortomosaico, principalmente nas faixas de cima do talhão, há algumas regiões que se observam falhas sejam na semeadura ou no desenvolvimento da cultura, e também faixas de amassamento, provenientes da ação de pulverizadores utilizados na aplicação de defensivos agrícolas.

Como pode se observar na Figura 2, os parâmetros do índice de folhas verdes (GLI), está classificado como mediano (0,12 a 0,16), sendo mais próxima da classificação vegetação sadia Silva et al. (2022). Enquanto os índices de vegetação da diferença normalizada do verde e do vermelho (NGRDI) pode se considerar que está na classe 3, com uma fração de vegetação acima de 0, que indica que está no desenvolvimento pleno das plantas. O índice de vermelhidão (RI), está em sua maioria abaixo de 0, e indicando falhas na parte superior da área de estudo, provenientes de falhas e amassamento nas regiões.

No contexto do GLI, valores negativos estão associados a solos ou vegetação ressecada, enquanto valores positivos indicam a presença de folhas verdes. A Figura 2 ilustra que valores inferiores a 0,07 podem ser relacionados a áreas com solo exposto ou vegetação seca. Isso implica que a região apresenta uma combinação de solo e vegetação, com predominância de folhagem verde.

Para o NGRDI (Figura 2), valores menores que 0 sugerem a presença de solo exposto, enquanto valores próximos a 0,1 indicam uma cobertura vegetal. Quanto ao índice RI (Figura 2), que se comporta inversamente ao NGRDI, valores superiores a 0 são indicativos de solo exposto, com poucas ocorrências de falhas ou amassamento.

Diante dos índices da Figura 2, é possível observar uma significativa semelhança entre os índices avaliados. Predominantemente, destaca-se a presença de tonalidades amareladas, condizentes com a fase vegetativa da cultura em questão. Adicionalmente, ao analisar a totalidade da imagem, destacam-se marcas em coloração vermelha, indicativas de amassamento da cultura devido à aplicação de defensivos agrícolas

pelos pneus. Na porção superior direita das imagens, nota-se uma coloração tendendo ao avermelhado, possivelmente sugerindo falhas no processo de semeadura, amassamento ou possíveis doenças.

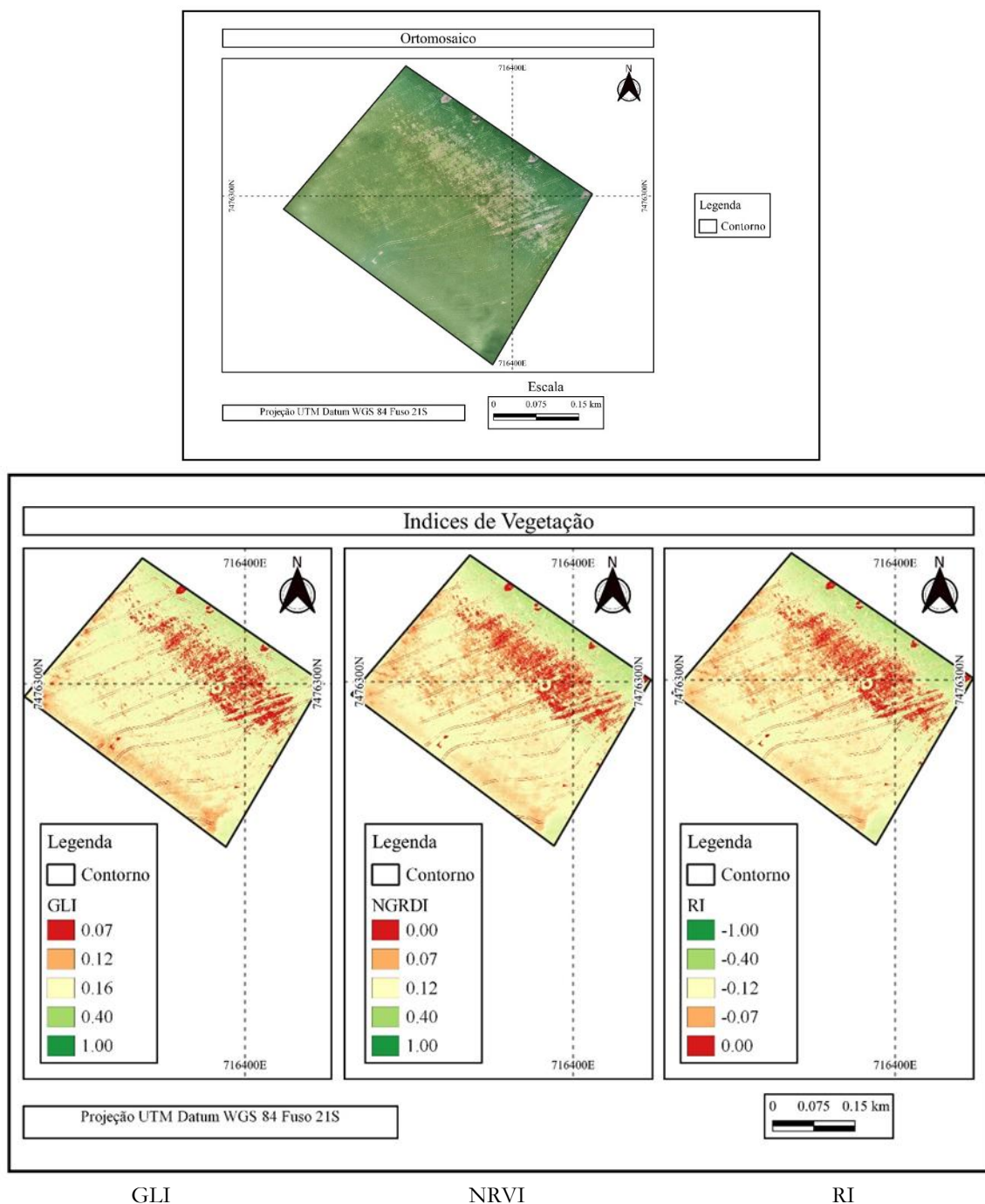


Figura 2. Ortomosaico e índices de vegetação GLI, NGRVI e RI. **Fonte:** Elaborada pelos autores (2023).

Ao considerar as classes do índice GLI, a Classe 4 destaca-se por possuir a maior área, abrangendo 8,17 ha (Tabela 3). Esses números indicam uma forte presença de folhas verdes, sugerindo uma extensão caracterizada por vegetação saudável e abundante. Ao analisar as categorias do índice NGRDI (Tabela 3), a Classe 1 ocupa uma área de 4,11 ha, denotando uma região com cobertura vegetal limitada. Em contraste, a Classe 3 detém a maior extensão, totalizando 6,38 hectares. Esses resultados sugerem que,

de modo geral, o terreno exibe uma cobertura vegetal considerável. Quando examinamos as classes do índice RI (Tabela 3) em relação à área, as Classes 1 e 2 destacam-se, somando uma área de 1,96 ha, na qual aponta para uma predominância de solo exposto, com uma pequena presença de vegetação.

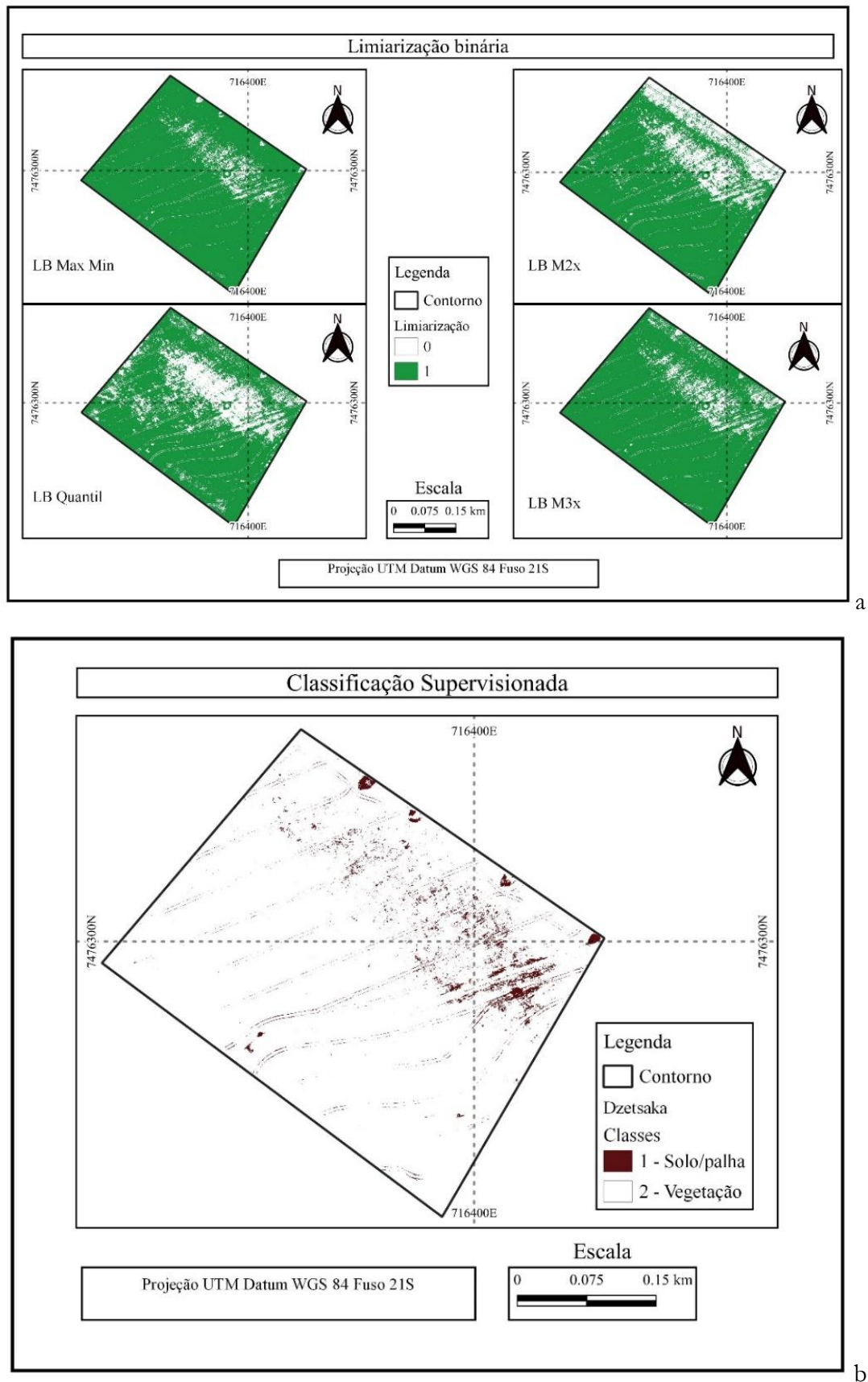
Tabela 3. Cálculo de área (ha) das classes dos índices de vegetação e índice Kappa. Fonte: Elaborada pelos Autores (2023).

Índices	Classes (ha)					Total
	1	2	3	4	5	
GLI	0,65	1,11	4,56	8,17	0,01	14,50
NGRDI	4,11	1,54	6,38	2,46	0,01	14,50
RI	0,38	1,58	6,38	6,15	0,01	14,50

Índices	Parâmetros	
	Kappa	Acertos (%)
GLI x NGRDI	0,33	50,04
GLI x RI	0,54	71,78

Na comparação entre os índices GLI e NGRDI, o coeficiente Kappa foi calculado como 0,33 (Tabela 3). Isso sugere uma concordância moderada entre os resultados observados e esperados ao usar esses dois índices de vegetação. Além disso, a taxa de acertos foi de 50,04%. Isso significa que metade das classificações ou análises feitas usando esses índices foi considerada correta. Por outro lado, quando comparamos os índices GLI e RI, o coeficiente Kappa foi calculado como 0,54. Essa pontuação indica uma concordância melhor entre os resultados observados ao usar esses índices. A taxa de acertos para essa combinação, GLI e RI, foi de 71,78%, o que aponta para um desempenho mais preciso nas análises realizadas usando esses índices de vegetação.

Observando a Figura 3, é possível identificar as seguintes classificações dos parâmetros de limiarização binária (LB): na LB Min/Max, a maior parte está classificada como planta (1). Por outro lado, na classificação LB Média 2 vezes o desvio padrão, é evidente uma extensa área classificada como solo/palha (0), localizada na parte superior da imagem. Ao analisar a classificação LB Quantil (2% - 98%), tornam-se visíveis os contornos e traços que indicam as falhas no talhão e o amassamento. Quanto à classificação LB Média 3 vezes o desvio padrão, aparenta ser semelhante a classificação LB Min/Max, visto que predominantemente foi categorizada como planta (1), com algumas áreas de contorno usando o parâmetro de solo/palha (0). Coppin et al. (2004) destacam que alterações na cobertura da terra podem causar mudanças significativas no nível de sinal registrado por um dado sensor embarcado, tais como variações nas condições de geometria de imageamento, iluminação da cena, atmosfera e umidade do solo, entre outros fatores.



a

b

Figura 3. Classificação da imagem pela limiarização binária (a), sendo que 0 (zero) é solo ou palha e 1 (um) é planta, e pelo Dzetsaka (b), sendo que 1 (um) é solo ou palha e 2 (dois) é planta/vegetação. Fonte: Elaborada pelos Autores (2023).

Na Tabela 4 fica evidente que o método de limiarização binária utilizando Max/min se identifica melhor com o método do complemento Dzetsaka – *Random Forest*. Ao olhar para as áreas específicas das classes, há diferenças entre os dois métodos. No caso da classe “Vegetação”, o método Dzetsaka – *Random Forest* atribui uma área de 14,09 ha, enquanto o método LB Max/Min atribui uma área ligeiramente menor de 13,58 ha. Isso sugere que o método Dzetsaka – *Random Forest* identificou uma área um pouco maior como vegetação em comparação com o método LB Max/Min.

Tabela 4. Áreas calculadas (ha) por classe e algoritmo das Figuras 3 e coeficiente Kappa.

Classificador	Dzetsaka	Limiarização			
	Randon Forest	Max/min	Quantil	M2x	M3x
Vegetação	14,09	13,58	10,96	11,24	13,04
Solo/Palha	0,41	0,92	3,54	3,26	1,46
Total (ha)	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50
Classificador	Dzetsaka	Limiarização			
	<i>Random Forest</i>	Max/min	Quantil	M2x	M3x
Kappa	1,00	0,015	0,017	0,016	0,018
% acerto	100	48,41	39,73	40,62	46,72

Média 2 vezes o desvio padrão (M2x); Média 3 vezes o desvio padrão (M3x). Fonte: Elaborada pelos Autores (2023).

Para a classe “Solo/Palha”, o método Dzetsaka – *Random Forest* atribui uma área de 0,41 ha, enquanto o método LB Max/Min atribui uma área um pouco maior de 0,92 ha. Isso indica que o método

Na Tabela 4 pode-se observar o resultado do valor do Kappa e acerto global da relação Dzetsaka – *Random Forest* com a Limiarização Binária. Os métodos de limiarização (Max/min, Quantil, M2x e M3x) apresentam coeficientes Kappa baixos (Tabela 4), indicando menor concordância com o método Dzetsaka – *Random Forest*, e também nas porcentagens de acertos globais que variaram de 39,73% a 48,41%. Destaque nessa comparação, com o melhor resultado da limiarização binária com max/min ou três vezes o desvio padrão se mostraram mais adequados.

CONCLUSÕES

A combinação de índices GLI e RI fornece análise consistente para a análise de falhas no estabelecimento da cultura da soja, em comparação com a combinação GLI e NGRDI, conforme refletido pelos coeficientes Kappa e pelas porcentagens de acertos.

Considerando os métodos de Limiarização Binária pode se observar que foram eficientes para a análise de falhas no estabelecimento da cultura da soja, principalmente máximo/mínimo ou três vezes o desvio padrão quando comparado ao algoritmo Dzetsaka – *Random Forest*. Podendo assim identificar as

falhas que ocorreram durante o desenvolvimento vegetal da soja e rastros de amassamento advindos da aplicação de defensivos agrícolas no talhão de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Breunig, F. M., Galvão, L. S., & Martins Neto, R. P. (2019). Drones na agricultura de precisão. In: Prudkin, G., & Breunig, F. M. Drones e Ciência: teoria e aplicações metodológicas. Santa Maria: Facos-UFSM. p. 91-110.
- Cohen, J. A. (1960). Coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., & Lambin, E. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9), 1565–1596.
- Escadafal, R., & Huete, A. (1991). Étude des propriétés spectrales des sols arides appliquée à l'amélioration des indices de végétation obtenus par télédétection. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 312, 1385–1391.
- França, L. L. S., Silva, L. F. C. F., & Silva, W. B. (2017). Mapping of the spatial-temporal change for vegetation canopy in rough relief areas. *R. bras. Geom.*, 5(3), 343-360.
- Ganan, J. R., Rocha, J. V., Mercante, E., & Antunes, J. F. G (2005). Mapeamento da cultura da soja com imagens Landsat 5/TM utilizando algoritmos de classificação supervisionada. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Goiânia - GO, p. 549-555.
- Karasiak, N. (2019). Lennepkade/dzetsaka: Dzetsaka v3.70 (Version v3.70). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2647723>
- Louhaichi, M., Borman, M. M., & Johnson, D. E. (2001). Spatially located platform and aerial photography for documentation of grazing impacts on wheat. *Geocarto International*, 16(1), 65-70.
- Oliveira, A. J., Silva, G. F., Silva, G. R., Santos, A. A. C., Caldeira, D. S. A., Vilarinho, M. K. C., Barelli, M. A. A., & Oliveira, T. C. (2020). Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 64140–64149.
- ONU - United Nations. Department of Economic and Social Affairs (2019). World Population Prospects, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/wpp2019_10KeyFindings.pdf>. Acesso em: 28 de março de 2023.
- OpenDroneMap Authors ODM (2020). A command line toolkit to generate maps, point clouds, 3D models and DEMs from drone, balloon or kite images. OpenDroneMap/ODM GitHub Page 2020; <https://github.com/OpenDroneMap/ODM>
- QGIS.org (2023). QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>

- Rex, F. E., & Dalla Corte, A. P. (2020). Vants: Potenciais para a Engenharia Forestal. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), 101.
- Silva, M. H., Elias, A. R., & Rosario, L. L. (2022) Análise da cultura da soja a partir de índices de vegetação (ExG – GLI - TGI - VEG) advindos de imagens RGB obtidas com ARP. R. bras. Geom., 10(2), 140-154.
- Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment 8, 127–150.

Efeito da *Brachiaria ruziziensis* associada a condicionadores de solo na descompactação de solos florestais

Recebido em: 03/11/2023

Aceito em: 11/11/2023

 10.46420/9786585756143cap2

Jonathas Oliveira Rocha 

Raissa Homem Gonçalves 

Fabiana da Silva do Carmo 

Sara Rebeca da Silva Dias 

Stefany Lorany Carvalho Monteiro 

Tacio Manoel Silva Almeida 

Júlio César Azevedo Nóbrega 

INTRODUÇÃO

A produtividade do setor florestal está diretamente relacionada à intensificação do uso do solo e da mecanização (Mariotti et al., 2020). Em contrapartida, a preocupação com a sustentabilidade ambiental é grande, visto que o aumento do tráfego intenso de máquinas florestais impacta negativamente nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, acarretando principalmente na compactação do solo (Lopes et al., 2015; Rodrigues et al., 2015).

A compactação do solo acontece em virtude da aplicação de cargas ou pressões externas superiores a capacidade de suporte de carga do solo, que levam à aproximação das partículas, aumentando a densidade, a resistência mecânica e diminuindo o espaço poroso do solo (Reichert et al., 2010; Leite et al., 2020). Mudanças dessa magnitude podem se tornar uma barreira para o desenvolvimento das plantas, da superfície às camadas mais profundas do solo, modificando características fisiológicas, morfológicas e estruturais, pois limitam a adsorção e, ou, absorção de nutrientes, trocas gasosas, infiltração e redistribuição de água e o desenvolvimento do sistema radicular, resultando em menor produção e no aumento dos processos erosivos (Soane, 1990; Calonego et al., 2011; Hartmann et al., 2014; Cambi et al., 2015).

Os Tabuleiros Costeiros, região onde estão situadas as principais empresas do setor florestal na Bahia, são compostos principalmente por Latossolos Amarelos que apresentam naturalmente horizontes subsuperficiais de caráter coeso (Santos et al., 2018), tendo como principal característica as limitações físicas ao crescimento das plantas. Essa limitação é comprovadamente intensificada pelo tráfego de maquinário pesado, principalmente durante as operações de colheita (Lopes et al., 2015; Sampietro; Lopes & Reichert, 2015; Sampietro & Lopes, 2016).

Quando a compactação do solo é o principal fator de degradação do solo, o uso apenas de métodos físicos pode produzir bons resultados (Townsend; Costa & Pereira, 2012). No setor florestal,

comumente são utilizadas a subsolagem ou escarificação como práticas para o rompimento destas camadas. No entanto, os efeitos dessas técnicas na estrutura física do solo são temporários, retornando as partículas a seus estágios originais com o passar do tempo (He et al., 2007).

O cultivo de plantas descompactadoras, ao contrário da descompactação mecânica, pode proporcionar um rompimento mais uniforme da camada compactada, além de contribuir para a melhoria da estrutura do solo em longo prazo, através de suas raízes volumosas e agressivas, além de incrementar matéria orgânica e criar bioporos no solo (Calonego et al., 2011). Forrageiras do gênero *Brachiaria* têm sido sugeridas como estratégia alternativa ao uso de práticas mecânicas em solos fisicamente degradados, demonstrando alta capacidade de rompimento das camadas compactadas e adensadas do solo, podendo variar o potencial de descompactação de acordo com a espécie utilizada (Severiano et al., 2013; Flávio Neto et al., 2015; Balbinot Junior et al., 2017). Além disso, quando associadas à condicionadores do solo, como o calcário, gesso e fino de carvão, além de facilitar a descompactação do solo através do seu crescimento e aprofundamento radicular, tendem a melhorar as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, através dos benefícios causados por eles, como a redução da acidez, aumento da troca catiônica e redução da adubação (Costa et al., 2014; Aguiar, 2019; Fernandes, 2021).

A busca por estratégias eficazes e de baixo custo para a redução da compactação do solo em áreas florestais tem sido amplamente estudadas, visando a melhoria dos atributos do solo e, conseqüentemente, maior produtividade. À vista disso, objetivou-se avaliar o desempenho da *Brachiaria ruziziensis* associada ao uso de condicionadores físicos e químicos do solo na descompactação biológica de solos florestais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido entre os meses de agosto e novembro de 2022 em casa de vegetação na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, em Cruz das Almas, Estado da Bahia, com coordenadas geográficas de 12°40'0" de latitude Sul e 39°06'0" de longitude Oeste. A região possui clima do tipo Af classificado como tropical quente e úmido, temperatura média anual de 24, 2 °C, pluviosidade média mensal superior a 60 mm e anual de 1500 mm e umidade relativa do ar de 82% (Köppen & Geiger, 1948). O solo utilizado foi coletado na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso (Santos et al., 2018) e suas características físico-químicas estão apresentadas na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3 sendo quatro combinações de adubação e condicionadores do solo (TEST = Testemunha constituída por adubação básica; CAL + AD = Calagem + adubação básica; CAL + AD + GE = Calagem + adubação básica + gesso; CAL + AD + GE + FC = Calagem + adubação básica + gesso + fino de carvão) e três níveis de densidade do solo (1,2; 1,4 e 1,6 mg m⁻³), com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. A espécie de gramínea forrageira estudada foi a *Brachiaria ruziziensis*.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo distrocoeso na profundidade de 0,0-0,20 m, em Cruz das Almas-BA, 2022. Fonte: os autores.

Prof.	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	T	V	MO
m	H ₂ O	mg dm ⁻³		-----	cmolc dm ⁻³ -----			%		g kg ⁻¹
0,0-0,20	5,0	0,04	39,1	0,7	0,6	1,9	1,31	3,21	40,81	14,3
	Areia	Silte	Argila	ADA	CE					
	-----	g kg ⁻¹ -----			dS m ⁻¹					
0,0-0,20	514	104	382	94	0,13					

Prof.: Profundidade em metros; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; MO: matéria orgânica. P e K⁺: Solução extratora Mehlich⁻¹ (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); Ca²⁺ + Mg²⁺ e H+Al: KCl 1 mol L⁻¹. ADA: Argila dispersa em água; CE: Condutividade elétrica do solo.

O solo utilizado no estudo foi peneirado em peneira com abertura de malha de 4,76 mm, pesado e separado em sacos plásticos de polietileno transparentes para aplicação dos tratamentos testemunha e calagem. As amostras de solo submetidas a calagem receberam a dose de 1,0 t ha⁻¹ de calcário tipo Filler (PRNT=90%). Após a aplicação do calcário as amostras de solo foram saturadas com 30% da capacidade de campo durante 30 dias para que o calcário reagisse quimicamente no solo. Posteriormente, o solo foi seco e novamente peneirado para aplicação dos tratamentos com gesso (sulfato de cálcio) na dose de 2 t ha⁻¹. Para os tratamentos com fino de carvão foi utilizado carvão natural com diâmetro entre 4,76 e 2 mm na dose correspondente a 5 t ha⁻¹.

Para avaliação da densidade do solo foram montadas colunas (0,40 m de altura e 0,10 m de diâmetro interno) com três anéis de PVC sobrepostos, sendo a camada superior representada pelo 1º anel com 0,20 m de altura, o 2º anel com 0,05 m da altura e a camada inferior pelo 3º anel com altura de 0,15 m. Os anéis foram unidos com fita adesiva e a extremidade inferior do 3º anel foi fechada com saco plástico e fita adesiva. A camada compactada foi disposta no anel intermediário (2º anel). Para isso, através do cálculo de densidade do solo representado pela divisão da massa do solo seco em gramas pelo volume do anel em centímetros cúbicos ($D_s = m/v$) foi determinada a quantidade de solo necessária para alcançar as densidades pré-estabelecidas. Para a densidade 1,2 mg m⁻³ o solo foi acomodado no anel sem necessidade de compactação, enquanto para as densidades de 1,4 e 1,6 mg m⁻³ o solo foi compactado com o auxílio de uma prensa adaptada através de leves pancadas realizadas com a ferramenta, sendo 40 batidas para a densidade de 1,4 mg m⁻³ e 70 batidas para 1,6 mg m⁻³. Os demais anéis foram preenchidos com solo não compactado.

A semeadura da *B. ruziziensis* foi realizada em 23 de setembro de 2022, manualmente, com 15 sementes em cada coluna, a 5 mm de profundidade. No 15º dia após a germinação foi realizado o desbaste mantendo três plantas por coluna. A umidade do solo foi controlada diariamente por meio de irrigação manual sempre no início da manhã e ao final da tarde, mantendo o solo próximo a capacidade de campo. A adubação foi realizada através da aplicação de 90 kg ha⁻¹ de fósforo (superfosfato simples), 40 kg ha⁻¹ de potássio (cloreto de potássio) e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia) seguindo o Manual de Recomendação

para o Uso de Corretivos e Fertilizantes para o Estado de Minas Gerais (Alvarez & Ribeiro, 1999), quando cerca de 70% da área de cada unidade experimental encontrava-se coberta com *B. ruziziensis*.

Aos 26 dias após a emergência das plantas foi realizado o corte de uniformização tendo como referência à altura do pseudocolmo de modo que as plantas permanecessem com 0,5 m de altura para garantir a rebrota dos perfilhos. Para a avaliação das características morfogênicas foi marcado com barbante branco um perfilho por unidade experimental. Durante 30 dias após o corte de uniformização, duas vezes por semana, foi mensurado o comprimento de cada lâmina foliar com o auxílio de régua milimetrada, registrando a ocorrência do número de folhas vivas, expandidas, senescentes e morte dos perfilhos demarcados.

Com base nos dados mensurados avaliou-se a taxa de aparecimento foliar (TA_{pF} folhas perfilho dia⁻¹), dividindo o número de folhas surgidas durante o período avaliado pelo período de avaliação em dias; taxa de alongamento foliar (TA_{lF}, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), obtida pela diferença entre o comprimento final (último dia de avaliação) e inicial (primeiro dia de avaliação) das folhas em cada perfilho, dividido pelo número de dias das mensurações; e taxa de alongamento de colmo (TA_{lC}, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), registrando-se a distância da lígula exposta mais alta em relação à base do colmo, seguindo sua inclinação, em leituras sucessivas ao longo do tempo, obtendo a diferença entre o comprimento final e inicial das hastes (colmos) e dividindo-se pelo número de dias das mensurações. Determinou-se o número de folhas vivas por perfilho (NFV), pelo número de folhas vivas do perfilho marcado em cada unidade experimental; filocrono (dias), calculado pelo inverso da taxa de aparecimento de folhas; a duração de vida das folhas (DVF em dias) foi estimada pela multiplicação NFV x Filocrono e, o número de folhas senescentes (NFS), folhas que apresentam mais de 50% do limbo senescido por perfilho. O número total de folhas (NTF) foi obtido pelo número de folhas que se encontra presente no perfilho, enquanto o número de folhas mortas (NFM) é o número de folhas por perfilho com mais de 50% da lâmina foliar senescente durante o período de avaliação. O comprimento final da folha (CFF, cm) foi obtido pelo comprimento final de todas as folhas expandidas presentes no perfilho; o número de folhas expandidas (NFVE), folhas que cessaram seu crescimento após terem atingido a máxima altura durante o período de avaliação e o número de folhas verdes em expansão (NFVEx), folhas que continuam seu processo de crescimento.

Ao final dos 30 dias de avaliação realizou-se novo corte de uniformização afim de simular o pastejo em campo, mantendo as plantas a 0,20 m do solo. O material resultante do corte foi coletado e seco em estufa de circulação forçada a 65 °C por 48 horas para quantificar a matéria seca. Posteriormente, os anéis foram separados em anéis superior, intermediário e inferior para quantificação das raízes em cada anel. Para separação das raízes do solo foi realizada a lavagem do solo em peneira de 2 mm de malha e essas foram colocadas em estufa a 65 °C, durante 48 horas para obtenção da matéria seca.

Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância no software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de matéria seca da parte aérea (MSPA) de *B. ruziziensis* em função do uso de condicionadores físico-químicos e níveis de compactação do solo. O uso de CAL + AD + GE (calagem + adubação + gesso) proporcionou maior produção de matéria seca da *Braquiária ruziziensis* nas densidades $1,2 \text{ mg m}^{-3}$ e $1,4 \text{ mg m}^{-3}$. O uso do tratamento CAL + AD (calagem + adubação) também proporcionou aumento na produção de MSPA na densidade de $1,4 \text{ mg m}^{-3}$. Em ambos os casos é possível observar que a maior produção da forrageira nas duas densidades indica que ela foi eficiente no rompimento da camada compactada, aumentando sua produção quando associada aos condicionadores de solo. Portanto, tanto o tratamento CAL + AD quanto CAL + AD + GE tem potencial para aumentar a produção de MSPA em solos com densidade de até $1,4 \text{ mg m}^{-3}$. Para a densidade de $1,6 \text{ mg m}^{-3}$ não foi verificada diferenças entre os tratamentos. Os resultados obtidos para MSPA corroboram com Fernandes (2021), em que o tratamento com calcário superou o tratamento controle no acúmulo de matéria seca com a espécie *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Tabela 2. Matéria seca da parte aérea de *Brachiaria ruziziensis* em função do uso de condicionadores físico-químicos e níveis de compactação em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros da Bahia. Fonte: os autores.

Tratamentos	Níveis de compactação		
	1,2 (mg m^{-3})	1,4 (mg m^{-3})	1,6 (mg m^{-3})
	----- MSPA -----		
TEST	17,09 b	17,81 b	16,97 a
CAL+AD	17,53 b	21,16 a	21,24 a
CAL+AD+GE	21,53 a	19,60 a	19,74 a
CAL+AD+GE+FC	19,12 b	15,76 b	19,50 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e nas colunas não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$). TEST: Testemunha (adubação básica); CAL+AD: Calcário + adubação básica; CAL+AD+GE: Calcário + adubação básica + gesso; CAL+AD+GE+FC: Calcário + adubação básica + gesso + fino de carvão.

A ausência de efeito significativo entre os tratamentos na densidade $1,6 \text{ mg m}^{-3}$ para a produção de MSPA, bem como seus valores absolutos muito próximos dos resultados encontrados nas demais densidades, evidencia o potencial da espécie estudada na descompactação de solos (Tabela 2). Bonelli et al. (2011) em trabalho sob condições semelhantes às desse estudo, também não verificaram efeito significativo na matéria seca das espécies Piatã e Mombaça em solo com elevados níveis de compactação.

Para as características morfológicas taxa de aparecimento foliar (TAPF); taxa de alongamento do colmo (TALC); taxa de alongamento foliar (TALF); filocrono (FILO); duração de vida das folhas (DVF), número total de folhas (NFT); número de folhas mortas (NFM); número de folhas senescentes (NFS); número de folhas verdes expandidas (NFVE) e número de folhas verdes em expansão (NFVEx) não foram observadas diferenças estatisticamente significativas.

Diferenças significativas foram verificadas para as variáveis comprimento final de folhas (CFF) e número de folhas verdes (NFV), sendo no primeiro caso com efeito individual dos condicionadores físico-químicos e no segundo caso de interação entre os fatores estudados.

Na Figura 1, observa-se que o uso dos tratamentos CAL+AD+GE e CAL+AD+GE+FC proporcionaram redução no CFF. Esse comportamento difere do observado por Costa et al. (2014) ao avaliar a morfogênese de uma gramínea sobre calagem e adubação, onde a combinação calagem + adubação resultou no maior CFF.

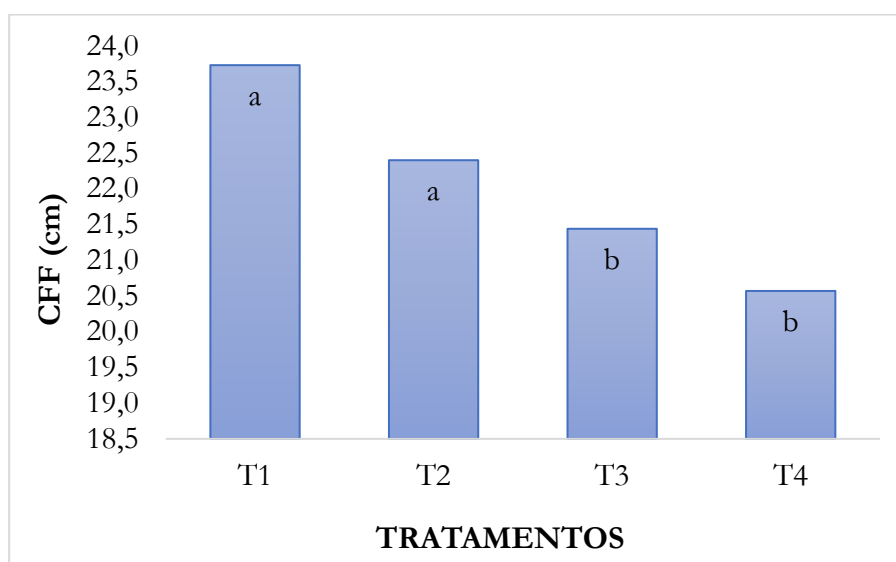


Figura 1. Comprimento final das folhas de *Brachiaria ruziziensis* em função do uso de condicionadores físico-químicos em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros da Bahia. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$). T1: TEST- Testemunha (adubação básica); T2: CAL+AD: Calcário + adubação básica; T3: CAL+AD+GE: Calcário + adubação básica + gesso; T4: CAL+AD+GE+FC: Calcário + adubação básica + gesso + fino de carvão. Fonte: os autores.

Verificou-se aumento da produção de NFV quando utilizado os tratamentos TEST e CAL+AD+GE no estágio mais elevado de compactação do solo ($1,6 \text{ mg m}^{-3}$), indicando que a forrageira foi eficaz na descompactação do solo, pois o aumento do número de folhas verdes é decorrente do desenvolvimento da planta que em ambientes compactados é dificultado. Para os demais níveis de compactação, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os condicionadores de solo avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Número de folhas verdes em *Brachiaria ruziziensis* em função do uso de condicionadores físico-químicos e níveis de compactação em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros da Bahia. Fonte: os autores.

Tratamentos	Níveis de compactação		
	1,2 (mg m ⁻³)	1,4 (mg m ⁻³)	1,6 (mg m ⁻³)
----- NFV -----			
TEST	6,25 a	7,00 a	7,50 a
CAL+AD	7,50 a	7,25 a	6,00 b
CAL+AD+GE	6,75 a	7,50 a	8,00 a
CAL+AD+GE+FC	7,00 a	7,25 a	6,25 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e nas colunas não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$). TEST: Testemunha (adubação básica); CAL+AD: Calcário + adubação básica; CAL+AD+GE: Calcário + adubação básica + gesso; CAL+AD+GE+FC: Calcário + adubação básica + gesso + fino de carvão.

Para a produção de matéria seca de raiz (MSR) (Tabela 4) foram verificados efeitos de interação para todas as profundidades avaliadas e individual dos condicionadores físico-químicos do solo para a matéria seca de raiz total (MSRT). O tratamento CAL+AD+GE proporcionou maior produção de MSR na profundidade de 0 - 0,20 m nos níveis de compactação 1,2 e 1,4 mg m⁻³, enquanto os tratamentos TEST e CAL+AD proporcionaram maior produção de MSR na densidade de 1,6 mg m⁻³.

Tabela 4. Matéria seca de raiz de *Brachiaria ruziziensis* em função do uso de condicionadores físico-químicos e níveis de compactação em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros da Bahia na camada de 0 - 0,20 m. Fonte: os autores.

Tratamentos	Matéria seca da raiz		
	1,2 (mg m ⁻³)	1,4 (mg m ⁻³)	1,6 (mg m ⁻³)
----- Profundidade 0 - 0,20 m -----			
TEST	7,39 c	6,64 b	9,49 a
CAL+AD	9,95 b	7,77 b	11,32 a
CAL+AD+GE	12,35 a	10,82 a	8,25 b
CAL+AD+GE+FC	7,21 c	6,56 b	6,95b
----- Profundidade 0,20 - 0,25 m -----			
TEST	1,52 a	1,38 a	1,93 a
CAL+AD	1,46 a	0,92 b	2,03 a
CAL+AD+GE	0,81 b	1,58 a	1,76 a
CAL+AD+GE+FC	0,76 b	0,82 b	1,28 b
----- Profundidade 0,25 - 0,40 m -----			
TEST	2,69 b	6,79 a	2,19 b
CAL+AD	3,37 b	3,10 c	4,12 a
CAL+AD+GE	6,78 a	4,93 b	4,68 a
CAL+AD+GE+FC	2,33 b	1,78 d	3,82 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e nas colunas não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$). TEST: Testemunha (adubação básica); CAL+AD: Calcário + adubação básica; CAL+AD+GE: Calcário + adubação básica + gesso; CAL+AD+GE+FC: Calcário + adubação básica + gesso + fino de carvão.

Na profundidade 0,20 - 0,25 m, que compreende a camada compactada localizada no anel intermediário, maior presença de raízes foram observadas quando se utilizou os tratamentos TEST e

CAL+AD no nível de densidade de $1,2 \text{ mg m}^{-3}$, e na densidade $1,4 \text{ mg m}^{-3}$ quando foram utilizados os tratamentos TEST e CAL+AD+GE. Para a camada de $1,6 \text{ mg m}^{-3}$ não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos TEST, CAL + AD e CAL+AD+GE, sendo esses os que proporcionaram maior desenvolvimento de MSR, quando comparada ao tratamento CAL+AD+GE+FC.

Ao observar a camada 0,25 - 0,40 m houve acréscimo na produção de MSR quando utilizados os tratamentos com condicionadores físico-químicos (CAL+AD; CAL+AD+GE e CAL+AD+GE+FC) em solo com nível mais elevado de compactação $1,6 \text{ mg m}^{-3}$. Nesse contexto, os resultados demonstram a eficácia do uso da adubação química em associação aos condicionadores do solo calcário, gesso e fino de carvão na produção de raízes em detrimento ao uso da adubação química de forma isolada, favorecendo a descompactação de solos florestais, já que uma maior quantidade de raízes ultrapassou a camada compactada (0,20 - 0,25 m).

O uso do tratamento CAL+AD+GE foi o que proporcionou maior produção de MSRT, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos avaliados (Figura 5). Aguiar (2019) constatou a eficiência do uso associado de calcário e gesso no aumento da produção de matéria seca de raiz em seu experimento ao avaliar a aplicação desses condicionadores de solo na implantação do capim Mombaça.

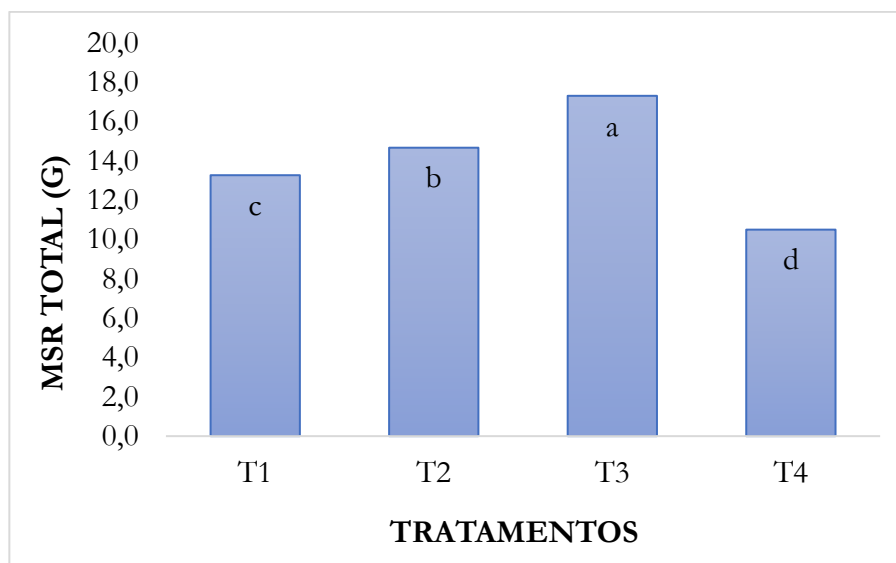


Figura 2. Matéria seca de raízes total em *Brachiaria ruziziensis* na profundidade de 0 - 0,40 m de Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros da Bahia em função do uso de condicionadores físico-químicos e níveis de compactação do solo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$). T1: TEST- Testemunha (adubação básica); T2: CAL+AD: Calcário + adubação básica; T3: CAL+AD+GE: Calcário + adubação básica + gesso; T4: CAL+AD+GE+FC: calcário + adubação básica + gesso + fino de carvão. Fonte: os autores.

CONCLUSÕES

O solo em associação aos tratamentos CAL+AD e CAL+AD+GE apresentou melhores resultados para a produção da *Brachiaria ruziziensis* em comparação aos demais tratamentos estudados.

O aumento dos níveis de compactação não limitou o desenvolvimento radicular e o aprofundamento das raízes da *Brachiaria ruziziensis*.

O fino de carvão mostrou-se pouco efetivo, exceto no aumento da matéria seca de raiz abaixo da camada compactada, quando comparado ao tratamento testemunha.

O estudo destaca o potencial da *Brachiaria ruziziensis* na descompactação de solos florestais quando associada a condicionadores de solo como calcário e gesso, fato relevante para condução de novos estudos que objetivem constatar os benefícios promovidos pela descompactação biológica do solo em condições de campo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao grupo de pesquisa “Pedossistemas em Biomas do Nordeste” pelo conhecimento e suporte para a realização dos experimentos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsas aos autores para a realização das pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, V. F. (2019). Aplicação de corretivos de acidez e condicionador do solo na implantação de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça. Dissertação, UFVJM, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.
- Alvarez, V. V. H., & Ribeiro, A. C (1999). Calagem. In: Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., & Alvarez, V. V. H. (Orgs.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: 5ª aproximação. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.
- Balbinot Junior, A. A., Santos, J. C. F. dos., Debiasi, H., & Yokoyama, A. H. (2017). Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(8), 592-598. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000800004>
- Bonelli, E. A., Bonfim-Silva, E. M., Cabral, C. E. A., Campos, J. J., Scaramuzza, W. L. M. P., & Polizel, A. C. (2011). Compactação do solo: efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15 (3), 264-269. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000300007>
- Calonego, J. C., Gomes, T. C., Dos Santos, C. H., & Tiritan, C. S. (2011). Desenvolvimento de plantas de cobertura em solo compactado. *Bioscience Journal*, 27(2), 289-296.

- Cambi, M., Certini, G., Neri, F., & Marchi, E. (2015). The impact of heavy traffic on forest soils. A review. *Forest Ecology and Management*, 338, 124-138. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.11.022>
- Costa, N. de L., Moraes, A., Carvalho, P. C. F., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Silva, A. L. P., & Oliveira, R. A. (2014). Morfogênese de *Trachypogon plumosus* sob calagem, adubação e idades de rebrota. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 109-120. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000100011>
- Fernandes, M. A. (2021) Correção e condicionamento do solo, com aplicação de mistura de calcário e gesso para crescimento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Dissertação, UNOESTE, Presidente Prudente, São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Flávio Neto, J., Severiano, E. da C., Costa, K. A. de P., Junnyor, W. S. G., Gonçalves, W. G., & Andrade, R. (2015). Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in croplivestock integration. *Acta Scientiarum Agronomy*, 37(3), 375-383. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i3.19392>
- Hartmann, M., Niklaus, P., Zimmermann, S., Schmutz, S., Kremer, J., Abarenkov, K., Lüscher, P., Widmer, F., & Frey, B. (2014) Resistance and resilience of the forest soil microbiome to logging-associated compaction. *The ISME Journal*, 8, 226-244. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.141>
- He, J., Li, H. W., Wang, X. Y., Mchugh, A. D., Li, W. Y., Gao, H. W., & Kuhn, N. J. (2007). The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China. *Soil & Tillage Research*, 94(2), 493-502. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.10.005>
- Köppen, W., & Geiger, R. (1948). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.
- Leite, E. S., Santos, J. S., Gomes, B. M., Nóbrega, J. C. A., & Nóbrega, R. S. A. (2020). Compactação do solo causada pelo harvester e intensidade de tráfego do forwarder na colheita florestal. *Scientia Forestalis*, 48(126), (3075 ed). <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n126.21>
- Lopes, E. S., Oliveira, D., Rodrigues, C. K., & Drinko, C. H. (2015). Compactação de um solo submetido ao tráfego do Harvester e do Forwarder na colheita de madeira. *Floresta e Ambiente*, 22(2), 223-230. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.046413>
- Mariotti, B., Hoshika, Y., Cambi, M., Marra, E., Feng, Z., Paoletti, E., & Marchi, E. (2020). Vehicle-induced compaction of forest soil affects plant morphological and physiological attributes: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 462, (118004 ed). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118004>
- Reichert, J. M., Reinert, D. J., Suzuki, L. E. A. S., & Horn, R. (2010). Mecânica do solo. In: Van Lier, Q. J. (Org.) *Física do solo*. Viçosa-MG: SBCS.

- Rodrigues, C. K., Lopes, E. S., Müller, M. M. L., & Genú, A. M. (2015). Variabilidade espacial da compactação de um solo submetido ao tráfego de harvester e forwarder. *Revista Scientia Forestalis*, Piracicaba, 43, (106), 387-394.
- Sampietro, J. A., & Lopes, E. S. (2016). Compactação de um cambissolo causada por máquinas de colheita florestal especializada com geoestatística. *Revista Floresta*, 46, (3), 307-314. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i3.37217>
- Sampietro, J. A., Lopes, E. S., & Reichert, J. M. (2015). Compactação causada pelo tráfego de feller buncher e skidder em um neossolo regolítico sob distintas umidades. *Revista Ciência Florestal*, 25, (1), 239-248. <https://doi.org/10.1590/1980-509820152505239>
- Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumbrreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. de; Araujo Filho, J. C. de; Oliveira, J. B. de; & Cunha, T. J. F. (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. edição revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa.
- Severiano, E. C., Neto, J. F., Junnyor, W. S. G., Andrade, R., Maia, G. A., & Costa, K. A. P. (2013). Descompactação biológica do solo por forrageiras do gênero *Brachiaria* em sistema de integração agricultura-pecuária no sudoeste goiano. XXXIV Congresso Brasileiro de ciências do solo. Florianópolis-SC.
- Soane, B. D. (1990). The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. *Soil and Tillage Research*, 16(1-2), 179-201. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(90\)90029-D](https://doi.org/10.1016/0167-1987(90)90029-D)
- Townsend, C. R., Costa, N. L., & Pereira, R. G. A (2012). Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia. Porto Velho-RO: Embrapa Rondônia.

Atividade alelopática de *Eragrostis plana* Nees na germinação de sementes de girassol

Recebido em: 11/11/2023

Aceito em: 16/11/2023

 10.46420/9786585756143cap3

Julia Savegnago Binotto 

Marciéli Quatrin 

Nicolas Gibran Marques Brasil 

Yago Luís Nóbrega Mendes 

Daiane Balconi Bevilaqua 

Raquel Stefanello 

Silvane Vestena 

INTRODUÇÃO

A alelopátia consiste em qualquer efeito inibidor direto ou indireto de uma espécie vegetal sobre plantas próximas de outra espécie por meio da liberação de compostos químicos (Iqbal et al., 2020). A maioria dos compostos são metabólitos secundários das plantas, pertencentes a alcaloides, terpenoides, ácidos graxos de cadeia longa, compostos fenólicos e cianetos orgânicos que estão presentes em todos os órgãos das plantas (Macias et al., 2019; Scavo et al., 2019). É uma estratégia promissora que pode ser utilizada no meio ambiente aproveitando os efeitos positivos e evitando efeitos negativos nas plantas (Tanase et al., 2019; Debaeke et al., 2021; Yu et al., 2023).

Uma espécie considerada alelopática é o capim-anonni (*Eragrostis plana* Nees). Esta gramínea tropical africana, introduzida no Brasil em 1950-1960, é considerada a principal planta invasora de pastagens do Bioma Pampa (Favaretto et al., 2011). Alguns estudos apontam a presença de compostos fenólicos, ácidos ferúlico, caféico e p-cumárico, cumarina e monômeros de proantocianidinas (catequina e epicatequina) de acordo com o órgão vegetal (Favaretto et al., 2015; Fiorenza et al., 2016).

A alta rusticidade, adaptação a solos pobres e grande capacidade de multiplicação por sementes, conferem ao *E. plana* destaque entre as espécies exóticas invasoras de maior impacto (Bittencourt et al., 2020). Estes atributos tornam a espécie de fácil dispersão e de difícil controle, chegando a infestar cerca de 20% da vegetação dos campos do Bioma Pampa na região Sul do Brasil, o que equivale a 3,1 milhões de hectares (Cicconet et al., 2015). A contenção da dispersão desta espécie é praticamente restrita ao controle por herbicidas químicos (Medeiros et al., 2014; Favaretto et al., 2019) e Alfaya et al. (2002) propõem o corte do *E. plana* em estádios de desenvolvimento anteriores à produção de sementes, como alternativa adjuvante para a diminuição paulatina do banco de sementes do solo e a conservação pós-corte na forma de feno.

Como o capim-annoni, o girassol (*Helianthus annuus* L.) também é considerado alelopático e tem um impacto intenso no crescimento das plantas circundantes, justamente pelo processo de alelopatia, sendo que mais de 200 compostos alelopáticos naturais foram isolados até agora de diferentes cultivares (Janusauskaite, 2023). A maioria dos aleloquímicos conhecidos do girassol afeta a germinação das sementes, o desenvolvimento das raízes e gemas laterais (Pula et al., 2020; Rashid et al., 2020); alguns autores relatam a importância da presença da espécie dentro de uma rotação de cultura, onde exercem efeitos alelopáticos em plantas invasoras (Rashid et al., 2020). No entanto, algumas culturas agrícolas cultivadas depois do cultivo do girassol apresentam baixo rendimento em grãos (Flayyih & Almarie, 2022).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a atividade alelopática de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) na germinação de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, do Departamento de Biologia (Centro de Ciências Naturais e Exatas) da Universidade Federal de Santa Maria (RS), Brasil.

Para a realização dos experimentos, as folhas de capim-annoni coletadas em área verde na Universidade Federal do Pampa, campus São Gabriel (RS) foram inicialmente secas em estufa de circulação de ar forçado (± 60 °C por 48 h) e trituradas em moinho na proporção de 10 g de folhas secas para 100 mL de água destilada, o que foi considerado o extrato bruto 100% (p/v), seguindo metodologia adaptada de Lima et al. (2020). A mistura permaneceu em repouso por 24 horas (no escuro e refrigerada a 5 °C) e, em seguida, foi filtrada em papel-filtro. Os extratos foram compostos pelas seguintes concentrações: T1: 0, T2: 25, T3: 50, T4: 75 e T5: 100%, preparados com água destilada. O pH dos extratos aquosos correspondeu a 5,8 (T1), 6,2 (T2), 6,1 (T3), 6,1 (T4) e 6,0 (T5), não havendo diferença significativa nos valores de pH entre os extratos.

Para avaliar o efeito alelopático, as sementes de girassol foram distribuídas em papel *germitest* umedecido com água destilada (controle) ou respectivo extrato (tratamentos T2-T5), sendo acondicionadas em câmara de germinação à temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. As contagens de germinação foram realizadas aos 7 e 14 dias, conforme Brasil (2009).

Para avaliação do comprimento e da massa seca das plântulas foram utilizadas as mesmas plântulas do teste de germinação (Krzyzanowski et al., 2020). No 7º dia após a semeadura foi medido o comprimento de 10 plântulas normais de cada repetição. Após secagem do material em estufa de ventilação forçada a 60 ± 5 °C por 48 h, as plântulas foram pesadas em balança de precisão (0,001 g), determinando-se sua massa seca.

O teste foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo o tratamento composto por diferentes concentrações de extrato, e os dados analisados através do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, no software Sisvar (versão 5.6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que quando as sementes de girassol foram submetidas a diferentes extratos de folhas de capim-annoni houve aumento significativo na porcentagem de plântulas normais a partir de 50% do extrato (Figuras 1A e 1B).

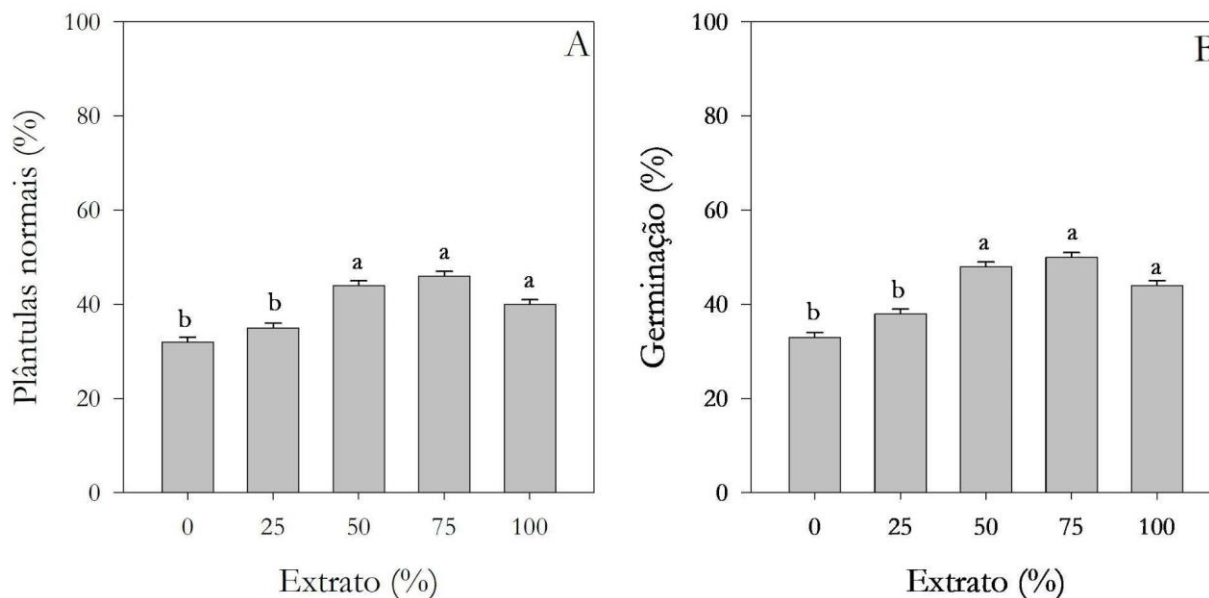


Figura 1. Primeira contagem (A) e germinação (B) de sementes de girassol submetidas a diferentes concentrações de extratos de capim-annoni. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: os autores.

Resultados semelhantes foram observados no trabalho realizado por Mattos et al. (2020), onde os extratos de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) e de babosa (*Aloe vera* L.), em diferentes concentrações, estimularam tanto a germinação como o índice de velocidade de germinação de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). Por outro lado, Santos et al. (2023) observam que dependendo das espécies estudadas, os efeitos alelopáticos quanto à germinação podem variar, podendo ser positivo, negativo ou neutro.

No entanto, as respostas alelopáticas mais comuns são verificadas como respostas negativas com redução e/ou inibição do processo germinativo de sementes, crescimento e desenvolvimento das plântulas, sendo o efeito alelopático evidente nas características biométricas e de biomassa, afetando para isto vários mecanismos fisiológicos como fotossíntese, respiração, equilíbrio hídrico e hormonal (Zhao et al., 2022; Santos et al., 2023). Adicionalmente, Bittencourt et al. (2020) verificaram que extratos aquosos de capim-annoni em diferentes concentrações apresentaram diferentes respostas sobre o percentual de germinação e crescimento inicial de *Urochloa brizantha* cv. marandu, *Medicago sativa* cv. monarca, *Triticum aestivum* cv. IPR catuara, com atividade alelopática negativa para alfafa e trigo, mas com efeito positivo para o processo germinativo em *U. brizantha*.

Corroborando com isto, vários estudos foram realizados nesta perspectiva, Santos et al. (2023) observando efeito alelopático negativo de extratos foliares de *Portulaca oleraceae* e *Raphanus raphanistrum* na

germinação de sementes de *Lactuca sativa*; Rashidi et al. (2021) estudando a interação entre a *P. oleraceae* e as espécies de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), cebola (*Allium cepa* L.), beterraba (*Beta vulgaris* L.), fava (*Vicia faba* L.) e ervilha (*Pisum sativum* L.) sobre os parâmetros de germinação e crescimento das plântulas, sendo observado efeito alelopático sobre o feijoeiro e cebola. Além disso, Lima et al. (2022) não verificaram efeito significativo dos extratos aquosos de folhas de capim canivete (*Chloris gayana* Kunth) na germinação de sementes de picão-preto, com efeitos apenas no crescimento das plântulas.

Trabalho realizado por Anwar et al. (2020) verificando a germinação de sementes de girassol e outras espécies como *Avena fatua*, *Rumex dentatus*, *Zea mays* e *Triticum aestivum* submetidas a extratos aquosos de *Carica papaya*, constatou efeito alelopático negativo apenas na germinação de trigo. Algumas pesquisas mostram que os efeitos alelopáticos positivos podem ocorrer com extratos em concentrações mais baixas, promovendo o crescimento das plântulas e o acúmulo de biomassa (Šćepanović et al., 2021; Rys et al., 2022), o que foi registrado em nosso estudo a partir da concentração 50%. Tais extratos poderiam ser usados como bioestimuladores para promoção do crescimento das culturas (Rehman et al., 2019).

Adicionalmente, como encontrado para o percentual de germinação, o comprimento das plântulas e biomassa não sofreram efeito alelopático negativo, sendo que para o comprimento, ocorreu aumento neste parâmetro comparado ao tratamento controle (Figura 2A).

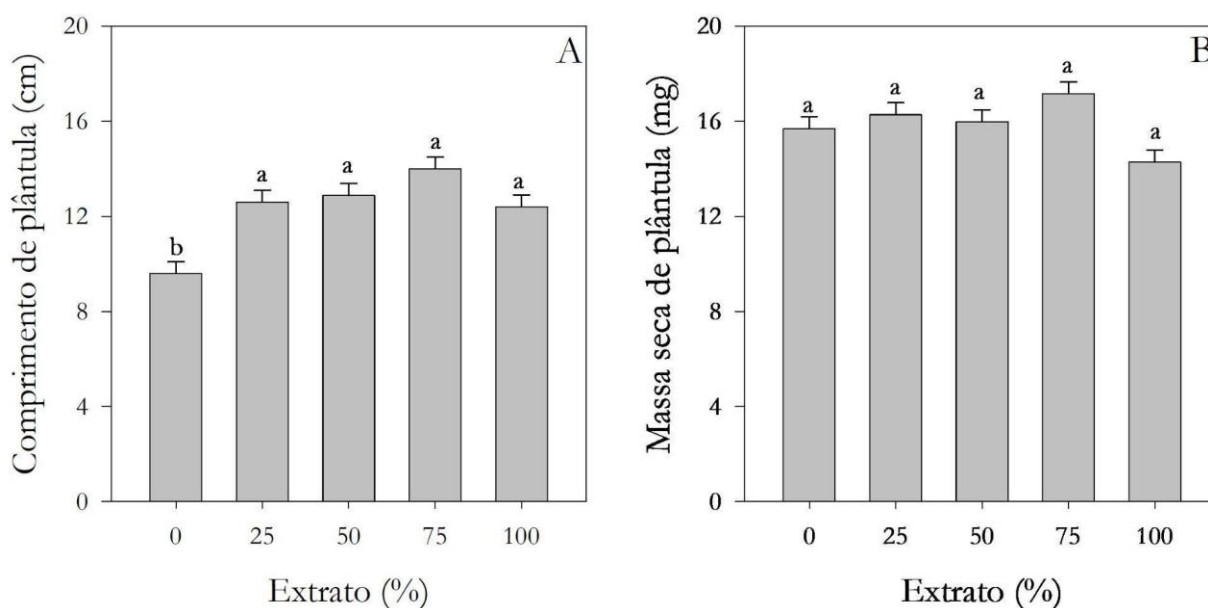


Figura 2. Comprimento total (A) e massa seca (B) de plântulas de girassol submetidas a diferentes concentrações de extratos de capim-annoni. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: os autores.

Trabalho realizado por Lamego e Silva (2017), testando diferentes concentrações do extrato aquoso de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sobre o crescimento inicial das plântulas de couve

manteiga (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala* DC.), indicou que os extratos possibilitaram melhor desenvolvimento tanto para crescimento da parte aérea quanto da raiz.

Resultados semelhantes foram relatados por Scheffer-Basso, Fiorentin e Favaretto (2019) testando diferentes concentrações de capim-annoni (5, 15 e 25 g 100 mL⁻¹) sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa*) e trevo-branco (*Trifolium repens*) verificando que o trevo-branco foi mais sensível aos extratos de capim-annoni tanto no processo germinativo como no crescimento. Existem dados parcialmente conflitantes que indicam que extratos de plantas afetaram significativamente o crescimento da raiz e da parte aérea e, em alguns casos, a maior concentração apresentou efeito inibitório mais forte, enquanto a concentração mais baixa indicou efeito estimulatório (Sarma; Basumatary & Datta, 2019). Assim, a partir da observação do efeito positivo dos extratos de capim-annoni na germinação e no crescimento inicial do girassol, é possível sugerir que o mesmo pode ser introduzido em sistema consorciado devido aos seus efeitos positivos nesta cultura agrícola.

CONCLUSÃO

Os extratos de capim-annoni influenciam positivamente a germinação das sementes e o crescimento inicial de girassol.

É possível consorciar essas duas culturas agrícolas pelos efeitos positivos demonstrados pelo capim-annoni; no entanto, são necessários trabalhos a campo para comprovar esta interação entre essas duas espécies vegetais de importância agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anwar, T. T., Qureshib, H., Parveenc, N., Bashirc, R., Qaisard, U., Munazire, M., Yasmine, S., Basitf, Z., Mahmoodg, R. T., Nayyarh, B. G., Khani, S., Khanj, S. A., Qureshik, M. M., & Wali, M. (2020). Evaluation of bioherbicidal potential of *Carica papaya* leaves. *Brazilian Journal of Biology*, 80, 565-573. DOI: 10.1590/1519-6984.216359
- Alfaya, H., Suñé, L. N. P., Siqueira, C. M. G., Silva, D. J. S. da, Silva, J. B. da, Pederzolli, E. M., & Lüeder, W. E. (2002). Efeito da amonização com uréia sobre os parâmetros de qualidade do feno do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 842-851. DOI: 10.1590/S1516-35982002000400006
- BRASIL (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- Bittencourt, H. v. H., Bonome, L. T. S., Trezzi, M. M., Bitencourt, T. B., Pagnoncelli, F. B., & Siqueira, D. J. (2020). Cultivated species sensibility to aqueous extract of *Eragrostis plana* with high total phenolic content. *Agrarian*, 13, 448-459. DOI: 10.30612/agrarian.v13i50.10582

- Cicconet, N., Filippin, A. J. M., Spironello, R. L., & Cunha, H. (2015). Mapeamento de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) por meio de imagens orbitais. *Revista do Departamento de Geografia*, 29, 20-30. DOI: 10.11606/rdg.v29i0.102116
- Debaeke, P., Casadebaig, P., & Langlade, N. B. (2021). New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. *OCL*, 28, 29. DOI: 10.1051/ocl/2021016
- Favaretto, A., Scheffer-Basso, S. M., Felini, V., Zoch, A. N., & Carneiro, C. M. (2011). Growth of white clover seedlings treated with aqueous extracts of leaf and root of tough lovegrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1168-72. DOI: 10.1590/S1516-35982011000600002
- Favaretto, A., Chini, S. O., Scheffer-Basso, S. M., Sobottka, A. M., Bertol, C. D., & Perez, N. B. (2015). Pattern of allelochemical distribution in leaves and roots of tough lovegrass (*Eragrostis plana* Nees.). *Australian Journal of Crop Science*, 8, 1119-25.
- Favaretto, A., Cantrell, C. L., Fronczek, F. R., Duke, S. O., Wedge, D. E., Ali, A., & Scheffer-Basso, S. M. (2019). New phytotoxic cassane-like diterpenoids from *Eragrostis plana*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, 1973-1981. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b06832
- Fiorenza, M., Dotto, D. B., Boligon, A. A., Boligon, A. A., Athayde, M. L., & Vestena, S. (2016). Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). *Iheringia: Série Botânica*, 71, 193-200.
- Flayyih, T. M., & Almarie, A. A. (2022). Allelopathic effect of sunflower residues on some soil properties and growth parameters of wheat, bean and flax crops. *Bionatura*, 7, 38. DOI: 10.21931/RB/2022.07.04.38
- Iqbal, A., Hamayun, M., Shah, F., & Hussain, A. (2020). Role of plant bioactives in sustainable agriculture. In: Fahad, S., et al. (Orgs.). *Environment, climate, plant and vegetation growth*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-49732-3_23
- Janusauskaite, D. (2023). The allelopathic activity of aqueous extracts of *Helianthus annuus* L., grown in boreal conditions, on germination, development, and physiological indices of *Pisum sativum* L. *Plants*, 12, 1-17. DOI: 10.3390/plants12091920
- Khaliq, A., Matloob, A., Tanveer, A., Nadeem Abbas, R., & Bismillah Khan, M. (2012). Bio-herbicidal properties of sorghum and sunflower aqueous extracts against germination and seedling growth of dragon spurge (*Euphorbia dracunculoides* Lam.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18, 137-148.
- Krzyzanowski, F. C., França-Neto, J. de B., Gomes-Junior, F. G., & Nakagawa, J. (2020). Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., França-Neto, J. de B., & Marcos-Filho, J. (Orgs.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates.
- Lamego, K. B., & Silva, J. da. (2017). Potencial alelopático do extrato aquoso dos tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de couve (*Brassica*

- oleracea* L.) var. *acephala* D.C. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological 2017, 4, 83-94.
- Lima, C. S., Lima, M. F. R. C., Birck, T. P., & Stefanello, R. (2020). Allelopathic potential of *Hesperozygis ringens* extracts on seed germination of soybeans and beggarticks. Journal of Agricultural Science, 12, 1-7. DOI: 10.5539/jas.v12n11p1
- Lima, C. S., Birck, T. P., Lima, M. F. R. C., & Stefanello, R. (2022). Potencial alelopático de extratos de *Chloris gayana* na germinação de soja e picão-preto. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, 15, e10113. DOI: 10.17765/2176-9168.2022v15n4e10113
- Macias, F. A., Mejias, F. J. R., & Molinillo, J. M. G. (2019). Recent advances in allelopathy for weed control: From knowledge to applications. Pest Management Science, 75, 2413-2436. DOI: 10.1002/ps.5355
- Mattos, A. do P., Machado, B. M., Rissato, B. B., & Alves, L. H. B. (2020). Extrato de babosa e manjerição na germinação e crescimento inicial de rúcula. Revista Verde de Agroecologia e Sustentabilidade 15, 100-104.
- Medeiros, R. B., Focht, T., Menegon, L. L., & Freitas, M. R. (2014). Seed longevity of *Eragrostis plana* Nees buried in natural grassland soil. Revista Brasileira de Zootecnia, 43, 561-567. DOI: 10.1590/S1516-35982014001100001
- Pula, J., Zandi, P., Stachurska-Swakoń, A., Barabasz-Krasny, B., Mozdzeń, K., & Wang, Y. (2020). Influence of alcoholic extracts from *Helianthus annuus* L. roots on the photosynthetic activity of *Sinapis alba* L. cv. Barka plants. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science, 70, 8-13. DOI: 10.1080/09064710.2019.1661509
- Rashid, H. U., Khan, A., Hassan, G., Khan, S. U., Saeed, M., Khan, S. A., Khan, S. M., & Hashim, S. (2020). Weed suppression in maize (*Zea mays* L.) through the allelopathic effects of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Conard Moench.] sunflower (*Helianthus annuus* L.) and parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) plants. Applied Ecology and Environmental Research, 18, 5187-5197. DOI: 10.15666/aecr/1804_51875197
- Rashidi, S., Yousefi, A. R., Goicoechea, N., Pouryousef, M., Moradi, P., Vitalini, S., & Iriti, M. (2021). Allelopathic interactions between seeds of *Portulaca oleracea* L. and crop species. Applied Sciences, 11, 3539. DOI: 10.3390/app11083539
- Rehman, S., Shahzad, B., Bajwa, A. A., Hussain, S., Rehman, A., Cheema, S. A., Abbas, T., Ali, A., Shah, L., Adkins, S., & Li, P. (2019). Utilizing the allelopathic potential of Brassica species for sustainable Crop Production: A Review. Journal of Plant Growth Regulation, 38, 343-356. DOI: 10.1007/s00344-018-9798-7
- Rys, M., Saja-Garbarz, D., & Skoczowski, A. (2022). Phytotoxic effects of selected herbal extracts on the germination, growth and metabolism of mustard and oilseed rape. Agronomy, 12, 110. DOI: 10.3390/agronomy12010110

- Santos, M. de F., Santos, J. dos S., Gonçalves, A. H., Mendonça, S. C., Pinto, J. E. B. P., & Bertolucci, K. V. (2023). Efeito alelopático de extratos foliares de *Portulaca oleracea* e *Raphanus raphanistrum* sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. *Scientia Plena*, 19, 1-13. DOI: 10.14808/sci.plena.2023.041201
- Sarma, D., Basumatary, P., & Datta, B. K. (2019). Allelopathic impact of *Melastoma malabathricum* L. on the seed germination and seedling growth of three agricultural crops. *The Journal of Indian Botanical Society*, 98, 183-193. DOI: 10.5958/2455-7218.2019.00021.4
- Scavo, A., Abbate, C., & Mauromicale, G. (2019). Plant allelochemicals: agronomic, nutritional and ecological relevance in the soil system. *Plant and Soil*, 442, 23-48. DOI: 10.1007/s11104-019-04190-y
- Šćepanović, M., Sarić-Krsmanović, M., Šoštarčić, V., Brijačak, E., Lakić, J., Špirović Trifunović, B., Gajić Umiljendić, J., & Radivojević, L. (2021). Inhibitory effects of Brassicaceae cover crop on *Ambrosia artemisiifolia* germination and early growth. *Plants*, 10, 794. DOI: 10.3390/plants10040794
- Scheffer-Basso, S. M., Fiorentin, F. J. R., & Favaretto, A. (2019). Influence of phenology and post-harvest processing of vegetal material on the allelopathy of annoni grass (*Eragrostis plana*) extracts. *Planta Daninha*, 37, 1-11. DOI: 10.1590/S0100-83582019370100013
- Tanase, C., Bujor, O. C., & Popa, V. I. (2019). Phenolic natural compounds and their influence on physiological processes in plants. In: Watson, R. R. (Org.). *Polyphenols in Plants*, 2nd ed. Academic Press: Cambridge, MA, USA, 45-58. DOI: 10.1016/B978-0-12-813768-0.00003-7
- Yu, Y., Zhong, S., Xu, Z., Xu, Z., Wang, C., & Du, D. (2023). Does the salt stress intensify the independent allelopathy and the coallelopathy of *Solidago canadensis* L. and *Conyza canadensis* (L.) Cronq.? *South African Journal of Botany*, 153, 37-45. DOI: 10.1016/j.sajb.2022.12.015
- Zhao J., Yang, Z., Zou, J. & Li, Q. (2022). Allelopathic effects of sesame extracts on seed germination of moso bamboo and identification of potential allelochemicals. *Scientific Reports*, 12, 1-9. DOI: 10.1038/s41598-022-10695-x

Análise da exportação de cacau no estado do Pará: 2018 a 2022

Recebido em:14/11/2023

Aceito em:16/11/2023

 10.46420/9786585756143cap4

Márcia Ariléia Rosa dos Santos 

Thais da Silva Viana 

Thayssa Marcele Silva Ribeiro 

Ana Karlla Magalhães Nogueira 

Artur Vicente da Costa 

INTRODUÇÃO

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta comum nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco, conhecido a mais de mil anos pelos Maias e Astecas, tendo, portanto, origem botânica a região amazônica (Moda, 2019; Vegro et al. 2014).

Durante o longo período colonial, a coleta dos frutos do cacaueiro e a separação das amêndoas foram incentivadas pelo interesse comercial português, e o fruto adaptou-se perfeitamente ao clima e solos do Sul da Bahia, provocando o avanço da região de Ilhéus, constituindo-se em um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento de muitas famílias de cacauicultores, contribuindo em muito para o crescimento da região (Cuenca & Nazario, 2004, p.7).

O Brasil tem uma participação significativa no comércio internacional exportando cacau em amêndoas a partir de 1961, mas, somente em 1992, passou a ser também importador (Fernandes, 2020, p.684). Segundo Brainer (2021), o Brasil também é um intermediário na linha de abastecimento do chocolate, importando grãos de cacau para processamento interno e exportando produtos semiacabados (manteiga, gordura e óleo de cacau, cacau em pó e pasta de cacau). Nesse sentido, o fruto tornou-se bastante significativo para o desenvolvimento da economia brasileira.

Em setembro de 2019, “o Brasil foi reconhecido pela Organização Internacional do Cacau (OIC) como País exportador de 100% de cacau fino e de aroma, identificado por apresentar sabores diferenciados, desde frutados, florais, amadeirado, entre outros (Brainer, 2021, p.4)”.

A expectativa é de que essa certificação contribua para um novo ciclo na cadeia produtiva do cacau da seguinte forma: produtores estimulados a oferecerem amêndoas de qualidade; interesse do mercado internacional pelo cacau produzido na Mata Atlântica e na Amazônia; melhores preços pagos pelo produtor; aumento da renda do produtor e da capacidade de modernizar sua produção; e aumento de produtividade do cacau (Brainer, 2021).

De acordo com Junior (2013), a Amazônia destaca-se em volume de produção de cacau devido a vários fatores como solos de boa qualidade e vastas extensões de terras, totalizando 488 milhões de

hectares. Destas, aproximadamente, 32 milhões de hectares são solos com excelentes características físicas e químicas e boas condições para o desenvolvimento da cacauicultura.

Entre os Estados pertencentes a região amazônica o Estado do Pará foi uma das regiões que mais desenvolveu a cacauicultura destacando-se ao longo dos anos no cenário nacional e regional de cultivo e exportação do cacau. Segundo um levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), e a Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP, 2022), o Pará ocupou em 2022 a primeira colocação no cenário nacional de produção cacaueira com representatividade de 50,68% da produção brasileira.

Considerando o constante crescimento da produção e exportação de cacau do Estado do Pará nos últimos 5 anos, que foi de aproximadamente 25%, e seu papel relevante para a economia, atestou-se, que ainda são poucos os estudos detalhados nesta área, sendo escassas as pesquisas desenvolvidas com esta temática.

Assim, esperamos contribuir com a presente pesquisa para futuros trabalhos acadêmicos, incentivando estudos mais detalhados sobre a produção e exportação do cacau, e cooperar para políticas governamentais de proteção entre outros meios que beneficie a cacauicultura. Diante disso, buscou-se, por meio de uma análise bibliográfica averiguar como a exportação de cacau influenciou a economia do Estado do Pará no período de 2018 a 2022?

Nesse sentido, devido a importância socioeconômica da produção cacaueira para economia do estado do Pará, o presente estudo tem como finalidade explorar como o fruto se tornou uma cadeia produtiva relevante para o referido Estado, examinando sua crescente evolução no comércio de exportação, analisando as variações de preços nacional e internacionais nos períodos de 2018 a 2022. Além disso, caracterizou-se a importância do fruto como um agente de conservação e recuperação do solo e meio ambiente no estado do Pará.

REFERENCIAL TEÓRICO

Técnica de sombreamento (Cabruca) utilizada na cacauicultura pelas famílias agricultoras paraenses

O cacau produzido em território paraense tem uma alta porcentagem que ainda provém da agricultura familiar, sendo produzido de forma sustentável e sem impactos ao meio ambiente. Esses grupos de famílias têm como base a atividade agroextrativista do cacau, entre as melhores alternativas agrícolas sustentáveis para a região, essas atividades são feitas de forma tradicional por meio da agricultura familiar, sem uso de produtos químicos, beneficiando a conservação ambiental (FAPESPA, 2023).

Segundo o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM, 2020), o cacau é originário da região amazônica, cultivado como um produto agrícola

desde o século XVII, e melhorado geneticamente a sua produção até os dias atuais, sendo levado para outras regiões do país.

Seu cultivo, no entanto, começou provavelmente no final do século XVII com a colonização portuguesa, primeiro introduzido no Pará, mas consagrando a produção em outro bioma, a Mata Atlântica, mais precisamente no estado da Bahia, sobretudo a partir do século XIX. A época de ouro do cacau, na primeira metade do séc. XX, rendeu muito dinheiro a grandes produtores da região de Ilhéus, no sul do estado, e levou o Brasil ao segundo lugar no ranking dos maiores produtores do mundo. Estima-se que a exportação de amêndoas de cacau chegava a 370 mil toneladas/ano, equivalente a 25% de toda produção mundial (Santelli, 2023, p.1).

Segundo Santelli (2023), por volta dos anos 80, quando a cultura cacaueteira foi atingida pelo fungo vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciososa*) afetando o fruto e fazendo com que caísse em mais da metade da produção, levando vários produtores a falência, e para lidar com esse problema causado na época, a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), vinculada ao Ministério da Agricultura, desenvolveram um trabalho rural sustentável nas regiões que praticavam a cacaucultura, prestando assistência técnica aos produtores. Como afirma Fernandes (2020), a história do cacau no Brasil está marcada por ciclos econômicos de grande importância para a produção, preço e exportação, de forma a tentar solucionar as fases ruins desses ciclos, criou-se a CEPLAC em 1987, através do Decreto 40.987.

Santos (2019), afirma em sua pesquisa que um dos principais resultados das sementes desenvolvidas pela equipe de melhoramento genético da CEPLAC, é o avanço da produtividade de cacau no estado do Pará. Santos (2019), ainda enfatiza que a CEPLAC se empenha em desenvolver as sementes e trazer benefícios e qualidade aos frutos produzidos através desses grupos de famílias que se utilizam da cacaucultura paraense, concentradas principalmente nas regiões da transamazônica no Sudoeste do estado, seguindo pelo Oeste, Sudeste, Nordeste, até chegar as regiões do Baixo Tocantins.

É o trabalho da extensão rural que garante a distribuição das sementes híbridas entre os cacaucultores do Pará e do Amazonas. Hoje, a Superintendência da CEPLAC no Pará atende cerca de 26 mil famílias cacaucultoras, situadas em diferentes áreas do estado. É por meio de acordos de cooperação técnica firmados com as prefeituras que a CEPLAC distribui as sementes híbridas de cacau para os produtores (Santos, 2019).

A cacaucultura praticada pelas famílias agricultoras paraenses é voltada para a técnica repassada pela CEPLAC de sombreamento das árvores, fazendo a arborização e os protegendo dos raios solares excessivos.

Para o plantio de cacau no estado do Pará, o corte raso da floresta não é mais recomendado pela CEPLAC desde o ano de 1994, quando foi decidido como estratégia de expansão da cacaucultura somente em áreas antropizadas. Tais áreas, depois de avaliadas em seus parâmetros agroclimáticos, procede-se a orientação para formação de sombreamento temporário e permanente para, em seguida, realizar o plantio de cacaueiros (BRASIL, 2020, p.17).

Com o passar dos anos houve a diversificação da técnica de sombreamento, inserindo espécies de plantas nativas ou exóticas, de forma a serem comercializadas trazendo um benefício econômico para o agricultor. “Atualmente, os sistemas sombreados são conhecidos como Sistemas Agroflorestais (SAFs) do tipo cabruca, consorciados e policultivos.” (SENAR, 2018, p.22).

Segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR, 2018, p.23), “acabruca é um SAF em que o cacau é cultivado em áreas com Mata Atlântica, em meio a espécies como o vinhático, o jequitibá, a Massaranduba, entre outras”. Nessa técnica, há uma melhor conservação dos nutrientes no solo e matéria orgânica, aumentando a retenção de umidade do solo e ajudando na manutenção da biodiversidade.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2020), ainda é inserido nessa técnica o balizamento que é importante para obter um melhor aproveitamento e uma melhor uniformização das mudas nas áreas plantadas de cacau, o plantio inicia-se pelas mudas, por serem mais fortes, obtém com mais facilidade o controle de insetos, para a formação das dessas plantas jovens são necessárias três etapas, a projeção de viveiros que permitam a entrada de 50% da luz solar, seguidos pela semeadura feitas em sacos onde é inserida uma pequena abertura na parte de baixo para a saída da água, e preenchidos de forma que falte três centímetros da boca, essas sementes devem ser semeadas a um centímetro da superfície do substrato feito da mistura da polpa do cacau junto a serragens secas, e o restante completado apenas por serragem, partindo assim para o tratamento cultural do sombreamento.

Análise da expansão da produção do cacau do estado do Pará

O plantio do cacau é encontrado com maior destaque nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, com as maiores produções concentradas nos estados da Bahia e Pará, o estado da Bahia por muitos anos liderou a produção, no entanto, a partir de 1990 houve um processo de decaimento da cacaucultura, tanto na produção quanto na área plantada. Isso aconteceu por vários fatores, mas, sobretudo devido às mudanças climáticas, à infestação dos fungos *Crinipellis* pernicioso e *Phytophthora palmivora*, provocadores das doenças vassoura-de-bruxa e podridão parda (Igawa, dos Anjos & Toledo, 2021).

O Pará por possuir condições favoráveis para o plantio, o cacau resiste melhor às pragas mais comuns, como a praga da vassoura de bruxa que atingiu as plantações da Bahia em 1990. Com o solo extremamente fértil, e o crescimento da cadeia produtiva de cacau, trouxe grandes oportunidades de melhorias de trabalho e emprego para os moradores da região, proporcionando renda e sustendo das famílias (Mercês, 2023).

Tabela 1. Volume de produção de Cacau dos Estados Pará e Bahia: 2018 a 2022. Fonte: IBGE (2022) - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.

Brasil e Estado	2018	2019	2020	2021	2022
Brasil	255.184	252.540	280.661	310.537	290.118
Pará	116.100	129.318	144.663	146.409	145.991
Bahia	122.568	105.018	118.018	145.120	126.050

Segundo Nunes (2021) a metade da produção do cacau do Brasil é, literalmente, fruto paraense. Em 2020, a produção do fruto no Pará foi de 144.663 toneladas, o equivalente a 52% da produção nacional. Em 2019, o Estado produziu 130 mil toneladas contra as 105 mil produzidas na Bahia, que segue na vice-liderança. A seguir vemos a comparação dos números de produções entre os dois maiores Estados produtores de cacau do Brasil (Tabela1).

Relacionado às projeções do Levantamento Sistemático de Produção Agrícola (LSPA, 2022) do IBGE (2022), o Pará destaca-se na 1ª colocação no cenário nacional de produção de cacau com representatividade de 50,32% da produção brasileira em 2022.

Segundo dados do IBGE (2022), Medicilândia, Uruará, Altamira, Placas, Anapu, Brasil Novo, Novo Repartimento, Vale do Xingu, Tucumã, Tomé-Açu são os 10 municípios que mais produzem cacau no estado do Pará. Entre estes, o município de Medicilândia lidera como a maior produtora de cacau do Estado, com mais de 52.302,0 toneladas de cacau por ano, com participação de 45% da produção de todo o Estado do Pará.

Conforme dados do IBGE (2022) foram mais de 144,2 mil toneladas produzidas em uma área de 149,7 mil hectares. Os dados apresentados mostram como o fruto possui grande importância para o desenvolvimento do agronegócio paraense, da mesma forma que evidenciam o surgimento de oportunidades para o crescimento econômico do estado, assim aplicando investimentos do qual beneficiam os produtores e impactam na geração de renda. “A Federação da Agricultura e Pecuária do Pará (FAPESPA, 2023), e o SENAR (2018), desenvolvem ações que contribuem para esse cenário.”

Teoria de Base da Exportação (TBE)

O crescimento econômico regional possui múltiplos determinantes, entre eles, pode-se destacar a relevância das exportações para desempenho econômico de uma determinada região. A Teoria da Base de Exportação (TBE) teoria da base de exportação foi a primeira a destacar as exportações como fator chave para o crescimento de uma determinada região, ela enfatiza que as exportações exercem um efeito multiplicador sobre a economia, assim, países que se voltaram para o mercado externo obtiveram o processo de desenvolvimento mais rápido, como é o caso dos EUA e Canadá (Ferreira & Medeiros, 2016, p. 238; Oliveira, Nóbrega & Medeiros, 2012).

A TBE ganhou evidência com a tentativa de Douglass C. North de demonstrar a inadequação da teoria de crescimento econômico regional, por meio da análise histórica do desenvolvimento das regiões norte-americanas, realizada em seu artigo teoria da localização e crescimento regional publicado em 1955 (Ferreira & Medeiros, 2016). A TBE tinha por objetivo explicar o desenvolvimento da região como um processo que tem sua origem ligada a um impulso externo, isto é, demanda de seus produtos por outras regiões ou países, onde as exportações, através do efeito multiplicador, geram o desenvolvimento econômico da região (Ferreira & Medeiros, 2016; Lima et al. 2013).

Segundo Lima et al. (2013), “a TBE procura explicar os fatores que determinam o desenvolvimento de regiões “novas” no longo prazo, tendo nas exportações a variável-chave, mas à medida que a região se desenvolve, ela amadurece e se torna mais completa, implicando no surgimento de novos setores básicos”.

A base de exportação também possui fatores que levam ao seu crescimento, entre estes pode-se destacar: o desenvolvimento dos transportes, viabilizando a produção de artigos antes economicamente inviável devido ao alto custo de transferência; crescimento da renda e da demanda em outras regiões; desenvolvimento de novas tecnologias redutoras de custo de produção; participação do governo estadual e federal na criação de benefícios sociais básicos, entre outros (Ferreira & Medeiros, 2016).

Portanto, “North buscou explicar em sua teoria a importância das exportações para o crescimento regional. De forma que, esse crescimento ocorre por meio da identificação de atividades voltadas para a especificidade de cada local, além dos efeitos multiplicadores que essas exportações exercem sobre as outras atividades produtivas da região” (Prestes et al. 2019).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo e dados utilizados

A área de estudo utilizada foi o Estado do Pará, localizado na região norte do Brasil, com uma população de 8.116.132 segundo o último Censo 2022, divulgado pelo IBGE (2023), tendo como sua capital a cidade de Belém-PA (Figura 1). O Estado possui um território de 1.245.970 km², banhando pelo oceano Atlântico, o território paraense se divide entre as bacias hidrográficas do Amazonas e do Tocantins.

O Pará é um grande destaque na economia da região norte do País, na agricultura os principais produtos cultivados, exportado e importado, são a soja, pimenta, cacau, limão e coco. Em 2020, o PIB do Pará foi de R\$ 215,94 bilhões, um avanço de 0,4% em sua participação na economia nacional, alcançando 2,8%, e passando a ocupar a 10^a posição entre as Unidades da Federação, ganho de uma posição em relação a 2019. Em relação ao PIB da região Norte (R\$ 478,173 bilhões), o Pará contribuiu com 45,2%, mantendo a 1^a colocação na região (Pantoja, 2022).

O método de pesquisa utilizado para avaliar as exportações de cacau do Estado do Pará, foi através de uma análise bibliográfica, que segundo Gil (2002), a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço.

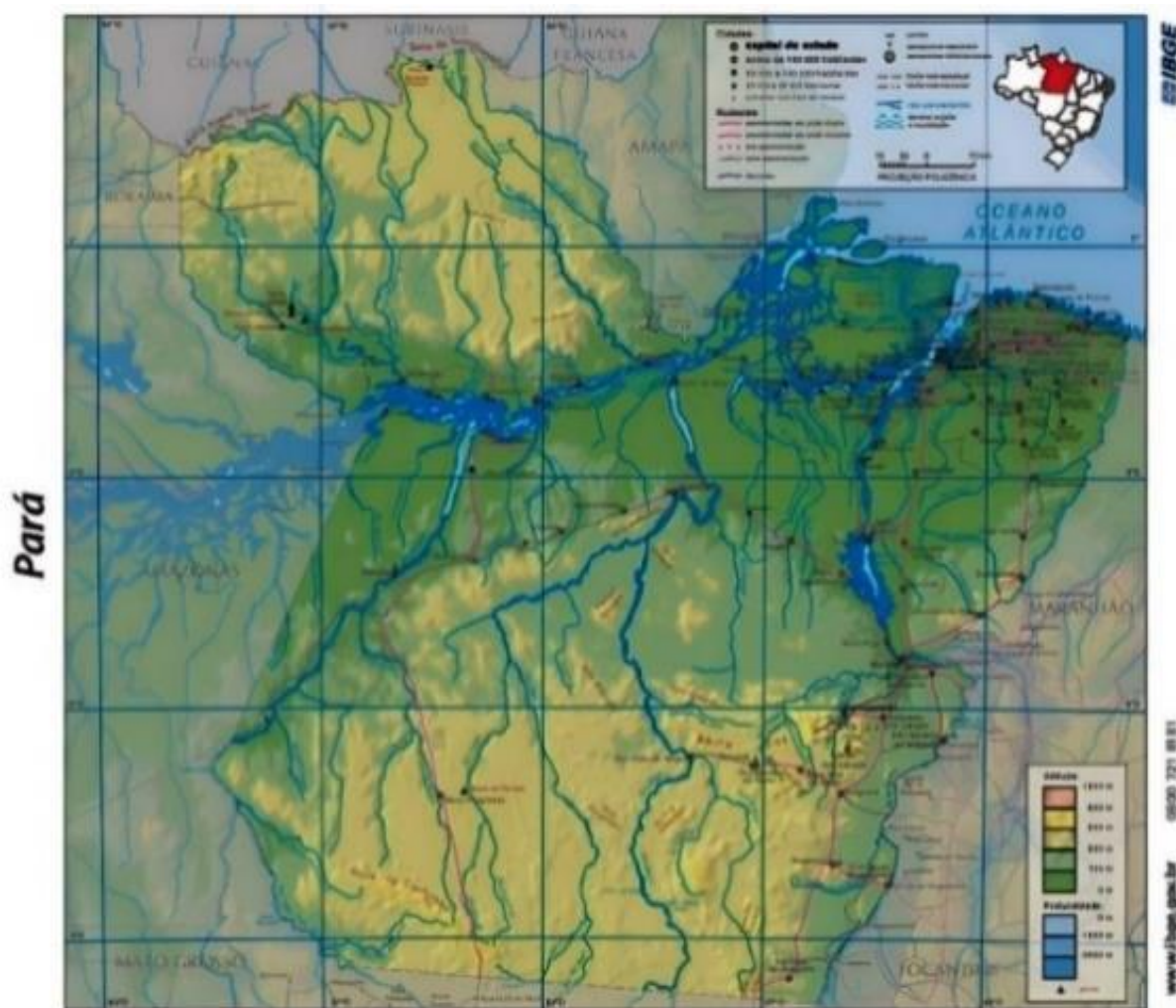


Figura 1. Mapa físico do Estado do Pará. Fonte: IBGE (2023).

A partir disto, foi realizado levantamento de dados secundários por meio de pesquisa no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Sistema para Consultas e Extração de Dados do Comércio Exterior Brasileiro (COMEXSTAT), no IBGE, além de consultas em dissertações, teses, revistas e artigos científicos relacionados a produção e exportação de cacau no Brasil e do estado do Pará.

Foram utilizados gráficos e tabelas com dados de produção e exportação de cacau, que possibilitaram uma maior análise da expansão da exportação do produto, e os preços oferecidos no mercado internacional e nacional. Este trabalho integra a busca por pesquisas proporcionais relacionados a produção e exportação do cacau, o que facilita encontrar áreas que podem preencher possíveis lacunas em outras pesquisas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da exportação do cacau no estado do Pará

O Estado do Pará começou a ingressar nas exportações de cacau no ano de 2007, e desde então alcançou uma participação bastante significativa nas exportações brasileiras. O cacau tem uma importante participação no crescimento da economia paraense desde os inícios das exportações em 2007, mas foi a partir do ano de 2018 que o cacau e seus derivados ganharam maior força nas exportações do estado, obtendo através do fruto um aumento na economia e o reconhecimento como um dos melhores estados produtores de cacau fora do país.

Em uma pesquisa realizada em 2020 pela Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA, 2020) no ano de 2019 o Estado apresentou o maior saldo na Balança comercial brasileira exportando um total de US\$ 17.486.997 bilhões, apresentando, portanto, um valor positivo de US\$ 16.266.781 bilhões na balança comercial, se compararmos com o ano de 2018, o estado subiu no *ranking* nacional de exportações, ficando na quinta colocação, à frente de estados como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (FIEPA, 2020).

Segundo os dados do sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro (COMEXSTAT, 2023) os principais destinos das exportações de cacau do Estado do Pará são Japão, Suíça, França, Holanda, Bélgica, Porto Rico, Estados Unidos e Guiana Francesa. Os dados são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 2. Principais destinos do cacau bruto no período de 2022. Fonte: tabela elaborado pelos autores em 2023, através dos dados do COMEXSTAT (2023), sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro.

Países	Valor FOB	Variação absoluta	Variação	Participação
Japão	1,59 milhões	460 mil	40,5%	61%
Suíça	450mil	321 mil	250,6%	17%
França	382 mil	-89 mil	-18,9%	15%
Holanda	88,2 mil	-220 mil	-71,4%	3,3%
Bélgica	67,7 mil	-70 mil	-50,7%	2,6%
Porto Rico	33,7 mil	28,6 mil	560,2%	1,3%
Estados Unidos	5,13 mil	-37 mil	-87,8%	0,19%
Guiana Francesa	1,70 mil	-	-	0.064%

Segundo a Nota Técnica da Conjuntura da Economia Cacaueira Paraense de 2022, elaborada pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudo e Pesquisa (FAPESPA, 2022), o Pará produziu quase 145 mil

toneladas de sementes de cacau para exportação no ano de 2020, o que correspondeu a mais de 53% de toda a produção nacional naquele ano.

Em novembro de 2020, as exportações do cacau no Brasil somaram 72,5 mil toneladas, mas, tendo como consideração o período de 2014 a 2020, foram praticamente constantes, em torno de 80 mil toneladas (Brainner, 2021). A pesquisa ainda afirma que em 2021 o Pará obteve o valor de US\$ 1,135 milhão em exportações para a sua economia um valor menor que obtido pela economia baiana naquele ano, mas que agregou desenvolvimento a economia paraense (FAPESPA, 2022).

Embora as exportações tenham sido relativamente estáveis em nível nacional, o cacau ainda desempenha um papel significativo no desenvolvimento econômico regional, não apenas em termos de receita, mas também em empregos e infraestrutura. O desafio é continuar a promover o crescimento e a sustentabilidade dessa indústria para maximizar seus benefícios a longo prazo.

Em janeiro de 2023 a FIEPA (2023) divulgou os resultados das exportações do Pará de janeiro a dezembro de 2022, e constatou-se que o referido estado houve um aumento de 11,92% na inserção de produtos que foram inseridos na balança comercial. O fato de que o Pará aumentou em quase 12% a inserção de produtos na balança comercial em um único ano é um sinal de vigor econômico e diversificação, isso indica que o estado tem buscado ativamente expandir sua gama de produtos exportáveis, o que é uma estratégia saudável para reduzir a dependência de um único setor ou produto.

Assim, cerca 1.287 novos produtos obtiveram destaque e foram inseridos na pauta de exportações do estado, e o cacau foi um desses produtos por seu aumento considerável nas exportações nos últimos anos (Figura 2). E, em 2022, o fruto se destacou por ter US\$ 1.663.425 milhão vindo da exportação do cacau e seus derivados e uma variação positiva de 40,56% na economia paraense (FIEPA, 2023).

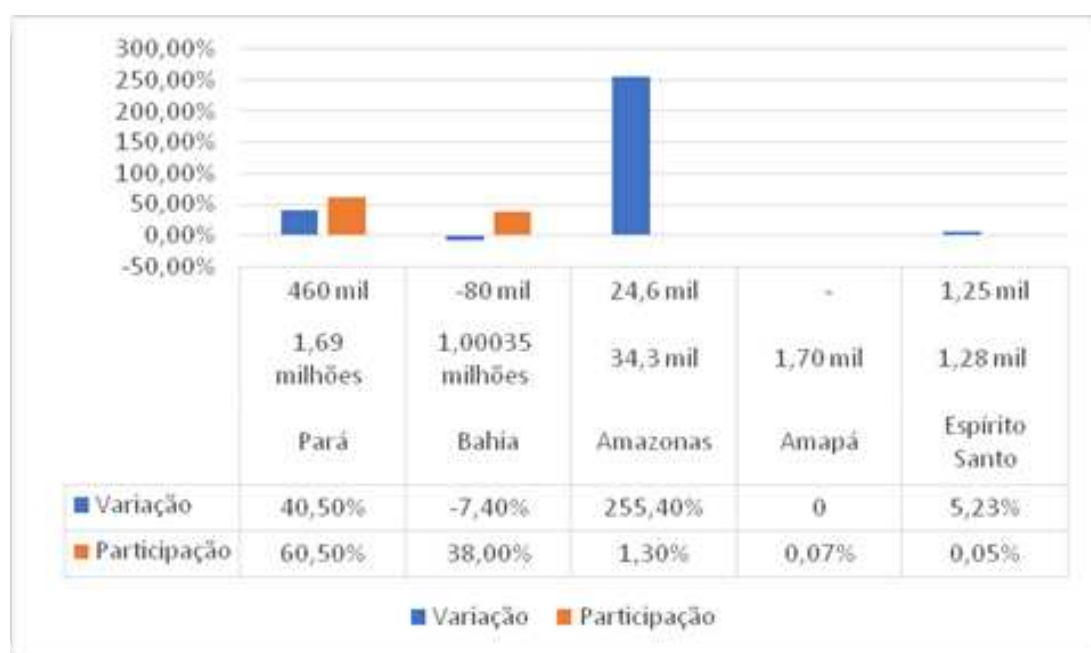


Figura 2. Exportação de Cacau Bruto por UF, no ano de 2022. Fonte: Elaborado pelos autores em 2023, através dos dados da COMEXSTAT (2023) -Sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro.

Segundo o Desempenho da Balança Comercial do Estado do Pará, o Estado está como líder em exportação da amêndoa do cacau, e em 3º lugar na exportação de cacau e seus derivados. O valor exportado do cacau e seus derivados em 2022 foram de 1.663,425 milhões, com toneladas exportadas de 516,25, tendo como principal parceiro comercial no exterior, o Japão, o Pará obteve uma variação nas exportações de 40,56% (COMEXSTAT, 2022).

Tabela 3. Exportação de cacau bruto por UF, no ano de 2022. Fonte: Tabela elaborado pelos autores em 2023, através dos dados do COMEXSTAT (2023)- sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro.

Estado	Valor FOB	Variação absoluta	Variação	Participação
Pará	1,69 milhões	460 mil	40,5%	60,5%
Bahia	1,00035 milhões	-80 mil	-7,4%	38,0%
Amazonas	34,3 mil	24,6 mil	255,4%	1,30%
Amapá	1,70 mil	-	-	0,065%
Espírito Santo	1,28 mil	1,25 mil	5,225%	0,049%

As exportações de cacau do Estado do Pará têm desempenhado um papel crucial na economia nacional, ao longo dos anos, representando um segmento importante na indústria agrícola brasileira. As exportações têm impacto significativo na economia paraense, gerando empregos diretos e indiretos, e o cacau é uma das principais fontes de renda de muitos agricultores e comunidades rurais da região.

As exportações de cacau têm um grande potencial de continuar crescendo, principalmente devido à medida que a demanda global de chocolate e produtos relacionado aumentem. No entanto, esse crescimento deve ser equilibrado com a proteção do meio ambiente e o respeito aos direitos das comunidades locais. As exportações são um exemplo de como a agricultura pode ser uma força para o desenvolvimento econômico, desde que seja feito de maneira responsável e sustentável.

O setor do cacau no Pará pode buscar se destacar no mercado internacional não apenas pela quantidade, mas também pela qualidade e sustentabilidade do produto. É essencial continuar a promover práticas agrícolas sustentáveis e a proteção do ecossistema amazônico, ao mesmo tempo em que se capitaliza as oportunidades de mercado global para o cacau paraense.

Análise de variações de preços pago aos produtores de Cacau

Em 2018 com a queda da produção de cacau na Bahia provocada pela seca, o Estado do Pará assumiu o título de maior produtor de cacau do Brasil (IBGE, 2018). Mesmo com grande produção do fruto, o estado ainda possuía dificuldades em exportar sua produção, pois a indústria mais próxima que

realizava o processamento do fruto se encontrava na Bahia, tornando caro o transporte por vias de difíceis acesso, interferindo assim no preço final do produto.

Conforme identificado nos relatos dos entrevistados, apesar da presença das indústrias moageiras na Transamazônica, nenhuma beneficia as amêndoas na região. Estas empresas escoam toda a safra de amêndoas secas por balsas que partem do porto de Vitória do Xingu para Belém, capital do Estado, seguindo por transportadora rodoviária para ser beneficiada na Bahia, em uma lógica de comércio interestadual–beneficiamento–exportação (Nunes, 2018, p.7).

No ano de 2018 a empresa Ocrá Cacau da Amazônia Ltda, já estava funcionando no Pará, instalada na Estrada do Tapanã localizada na Capital do estado, a empresa só produzia nibs de cacau até aquele ano, que se referem aos grãos tostados e quebrados, a mesma possuía visão para a sua produção total até 2019 do qual pretendia oferecer manteiga e torta de cacau (SECOM, 2018). Através da Ocrá cacau o Pará teve um enfoque na exportação dos insumos produzidos a partir do fruto, conseguindo uma produção totalmente paraense, agregando o valor do produto não somente nas exportações, mas dentro do estado através da fabricação própria de chocolate.

Por meio da análise dos dados, atestou-se que ao longo desses cinco anos o estado obteve variações de preço no valor ofertado pelos produtores destacando o crescimento deste até o ano de 2020 com o aumento de 86% (IBGE, 2022). No primeiro semestre de 2020 a pandemia do COVID 19 já se alastrava pelos países, chegando ao Brasil, o que ocasionou uma queda no preço de oferta no ano seguinte referente as dificuldades de exportação nesse período, ocasionando produção excessiva dos produtos em comparação a demanda (Figura 3).

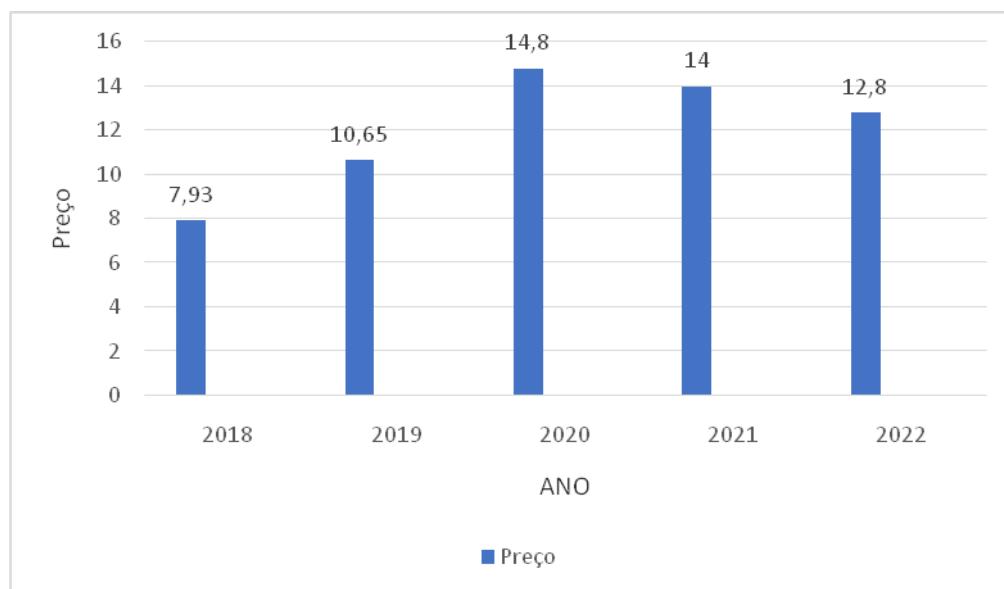


Figura 3. Preços pago por kg de amêndoa de cacau ao produtor do estado do Pará de 2018 a 2022. Fonte: Elaborado pelos autores em 2023, através de dados do IBGE.

Os dados de desempenho da indústria do cacau em 2020 mostram uma decadência generalizada no consumo de chocolate no mundo, e confirmam, assim, o impacto da pandemia previsto para o

segmento (SNA,2021). Assim como afirma, uma pesquisa realizada pela Sociedade Nacional de Agricultura (SNA), realizada em 2021, houve uma queda de 5% no preço do cacau referente a queda da Bolsa de *Nova York* no ano de 2021 por consequência da pandemia, da qual influencia diretamente o preço do fruto, os contratos futuros com vencimento para março daquele ano obtiveram o terceiro recuo do mercado com uma queda de 0,82% (US\$ 21,00) na bolsa.

No ano de 2022 o preço pago aos produtores continuou a cair devido a fatores diversos, mas como principais estavam a falta de fertilizantes no Brasil causado pela guerra entre a Rússia e ucrânia, o que ocasionou o aumento de fungos que prejudicaram a qualidade das amêndoas de cacau na quele ano desvalorizando o preço de mercado do fruto exportado pelo Brasil. A Rússia é responsável por 23% das importações brasileiras de fertilizantes (Carranço, 2022). Outro fator que contribuiu para essa queda no preço foi a dificuldade nas exportações dos produtos com altas taxas marítimas, ocasionando um preço baixo pago ao produtor e um maior custo nas exportações, do qual seria um maior benefício vender para o mercado interno, por obter um menor custo de transporte.

Segundo o boletim do comercio exterior divulgado em 2023 pelo Governo do Pará, o estado apresentou redução de -8,7% no ano de 2022, comparado ao ano anterior, a maior queda registrada na história paraense. Enfatiza-se que o volume exportado obteve bastantes variações no período, assim como no cenário nacional (FAPESPA, 2023).

As variações nos preços do cacau têm profundas implicações principalmente para as comunidades produtoras. Quando os preços caem, os agricultores enfrentam dificuldades financeiras, levando a uma diminuição no padrão de vida e no acesso a serviços essenciais. Por outro lado, quando os preços sobem, os produtores podem prosperar e reinvestir em suas plantações e comunidades.

Portanto, para garantir a estabilidade e o desenvolvimento sustentável no setor de cacau, é fundamental implementar estratégias que minimizem as variações de preços e proporcionem uma renda justa aos agricultores. Isso pode incluir o estabelecimento de mecanismos de regulamentação de preços, investimentos em tecnologia agrícola e assistência técnica para melhorar a produtividade.

CONCLUSÃO

A partir dos dados adquiridos por meio da pesquisa bibliográfica, concluímos que, o cacau se tornou uma cadeia produtiva importante para o estado do Pará, principalmente, pelo aumento da demanda por produtos de cacau de alta qualidade e a expansão da produção de chocolate de origem paraense. O estado possui condições climáticas favoráveis para o cultivo de cacau, com chuvas regulares e temperaturas adequadas, tornando-o um local ideal para a produção do fruto.

Observamos que a crescente importância do cacau no comércio de exportação do Pará é atribuída a diversos fatores, entre eles estão à qualidade do fruto produzido no estado que é valorizado nos mercados nacionais e internacionais, a produção de cacau fino e de aroma que vem ganhando destaque permitindo que os produtores obtenham preços mais elevados para seus produtos e a expansão da

produção do cacau paraense que teve grande desenvolvimento das áreas plantadas nos últimos anos com investimentos em tecnologia e boas práticas agrícolas, valorizando a cacauicultura desenvolvida na região.

Destacamos que a produção de cacau no Pará segue práticas sustentáveis, como o cultivo em sistemas agroflorestais feitos através da técnica de sombreamento (cabruca) muito utilizado pela agricultura familiar do estado, o sistema traz como benefício à regeneração do solo e diminui a degradação das florestas, o que atrai consumidores preocupados com a conservação ambiental. Os produtores do Pará têm buscado expandir suas exportações para mercados internacionais, aproveitando a crescente demanda pelo cacau e seus derivados. A análise da variação de preços do cacau tanto a nível nacional quanto internacional é uma parte crucial da compreensão do mercado, pois os preços do cacau são afetados por vários fatores incluindo condições climáticas, oferta e demanda global, flutuações cambiais e políticas de comércio internacional.

Concluimos que a perspectiva de crescimento do cacau paraense no mercado internacional é promissora, pois o estado do Pará possui potencial de aumentar suas exportações de cacau com base em sua capacidade de produzir cacau de alta qualidade, com práticas sustentáveis de produção. Para que o cacau paraense conquiste uma presença sólida no mercado internacional e garantir o aumento do PIB estadual, será fundamental uma abordagem estratégica, investimentos em pesquisa, políticas de apoio eficazes e a capacidade de adaptação às mudanças no cenário global.

REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (2020). *Secretaria de Defesa Agropecuária*. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.
- Brainer, M. S. D. C. P. (2021). Produção de cacau. Cacau: Saiba tudo sobre sua colheita e comercialização. AGRISHOW, 2023. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/culturas/cacau-saiba-tudo-sobre-sua-colheita-e-comercializacao>. Acesso em 22 de agosto de 2023.
- Carrança, T. (2022). Guerra na Ucrânia: porque o Brasil depende tanto dos fertilizantes da Rússia. *BBC News, São Paulo*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil60596334#:~:text=O%20Brasil,20,C3>. Acesso em 27 de agosto de 2023.
- Comex, S. (2023). Exportação e importação geral. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em 27 de agosto de 2023.
- Confap- Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à pesquisa (2023). Bioeconomia: Governo do Pará, por meio da Fapespa, investe em novos estudos para a qualidade da produção cacauceira no estado. Disponível em: <https://confap.org.br/news/bioeconomia-governo-do-para-por-meio-da-fapespa-investe-em-novos-estudos-para-a-qualidade-da-producao-cacauceira-no->

estado/#:~:text=Segundo%20a%20Nota%20T%C3%A9cnica%20da,a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20nacional%20naquele%20ano. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

Cuenca, M. A. G.; & Nazario, C. C. *Importância Econômica e Evolução da Cultura do Cacau no Brasil e na Região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia entre 1990 e 2002*, Embrapa, Aracaju, v.1, Dezembro, 2004.

Ferreira, F. D. S., & Medeiros, E. (2016). H, O. *Teoria da base de exportação: uma avaliação da base de exportação da região sul do Brasil*. *Revista de Economia*, 12(02), 237-251.

Daibes, L. (2022). Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência- FAEPA. Cacau paraense avança com mais qualificação para produtores rurais. Disponível em <https://cnabrazil.org.br/noticias/cacau-paraense-avanca-com-mais-qualificacao-para-produtores-rurais>. Acesso em 19 de agosto de 2023.

de Lima, E. C., de Lima, É. P. C., Evas, I. M., & Teixeira, M. D. S. G. (2013). Teoria da base de exportação e sua relação com o desempenho econômico: o caso do estado de Santa Catarina. *Textos de Economia*, 16(1), 95-116.

Fiepa - Federação das Indústrias do Estado do Pará-. (2020). Pará fecha 2019 em primeiro lugar em saldo na balança comercial brasileira. Disponível em: <https://www.fiepa.org.br/noticia/para-fecha-2019-em-primeiro-lugar-em-saldo-na-balanca-comercial-brasileira>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

Fiepa- Federação das Indústrias do Estado do Pará (2023). Pará exportou \$ 21.471 bilhões em 2022. 2023. Disponível em: <https://www.fiepa.org.br/noticia/para-exportou-usdollar-21-471-bilhoes-em-2022>. Acesso em 27 de agosto de 2023.

Fernandes, E. A. (2020). Ciclos econômicos na produção, preço e exportação de cacau no Brasil. *Revista Produção Online*, 20(2), 684-704.

Fapespa- Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará. (2023). Boletim do comercio exterior paraense 2023. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/sites/default/files/Boletim%20do%20Comercio%20Exterior%202023.pdf>. Acesso em 27 de agosto de 2023.

Gil, A. C. (2002). Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, 4 (1), 44-45.

Igawa, T. K.; dos Anjos, L. J. S.; & Toledo, P. M. (2021). *Mudanças climáticas e a produção de cacau no bioma amazônico brasileiro*. *Agroecossistemas*, v. 13, n. 2, p. 120 – 134, ISSN online 2318-0188.

Ibge- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?t=destaques>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.

Ibge- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?t=destaques>.

- pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?t=destaques. Acesso em: 20 de agosto de 2023.
- Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa.html>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.
- Idam- Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e florestal Sustentável do estado do Amazonas. (2023). Cultura do Cacau. Disponível em: <http://www.idam.am.gov.br/cultura-do-cacau/>. Acesso em 28 de agosto de 2023.
- Júnior, M. A. (2013). A cultura do cacau no território da transamazônica e xingu: um enfoque as pesquisas realizadas no município de Medicilândia-pa. *EDUCAÇÃO*, 10(1), 126-142.
- Mercês, Adams. Pará se torna potência nacional em produção de cacau. DOL, 2023. Disponível em: <https://dol.com.br/noticias/agropara/791398/para-se-torna-potencia-nacional-em-producao-de-cacau?d=1>. Acesso em: 21/08/2023
- Moda, L. R., Boteon, M., & Ribeiro, R. G. (2019). Cenário econômico do mercado de cacau e chocolate: oportunidades para a cacaucultura brasileira/Cocoa and chocolate market economic scenario: opportunities for the brazilian cocoa culture. *Brazilian Journal of Development*, 5(10), 21203-21225.
- Nogueira, B. L. (2015). *Processamento do cacau: avaliação nutricional do chocolate e dos outros derivados do cacau*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Escola de Engenharia de Lorena da USP, São Paulo, Brasil.
- Nunes, A. Pará lidera a produção nacional de cacau pelo segundo ano consecutivo. Agência Pará, 2021. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/24646/para-lidera-a-producao-nacional-de-cacau-pelo-segundo-ano-consecutivo>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.
- Nunes, H. S. D. J., & Bastos, R. Z. (2018). Cacau, chocolate e turismo na região transamazônica, Pará: contribuições ao desenvolvimento local. *Turydes: Revista de Investigación en Turismo y desarrollo local*.
- Oliveira, N. M. D., Nóbrega, A. M., & Medeiros, M. R. (2012). Desenvolvimento Econômico e Regional segundo a teoria da base de exportação. *Revista Tocantinense de Geografia*. Araguaína (TO), Ano 01, no 01, p. 51- 65.
- Panttoja, Ana. Economia paraense cresce e contribui para aumento do PIB nacional. Agência Pará, 2022. Disponível em: <https://www.agenciapara.com.br/noticia/39588/economia-paraense-cresce-e-contribui-para-aumento-do-pib-nacional>. Acesso em: 02/09/2023.
- Prestes, A. F., Cattelan, R., & de Moraes, M. L. (2019). Determinação de uma região no estado do Paraná: aplicação da teoria da base de exportação. *Revista Ciências Sociais em Perspectiva*, 18(35), 67-91.
- Santelli, A. A história do cacau na Amazônia da chegada ao Brasil à alternativa para a bioeconomia local. Infoamazônia, 2023. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2023/04/06/a-historia-do-cacau-na-amazonia-da-chegada-ao-brasil-a-alternativa-para-a-bioeconomia-local/> Acesso em 28 de agosto de 2023.

- Santos, D. (2019). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. Distribuição de híbridos de cacau mobiliza produtores no Pará. Disponível em: <https://portalmaquinasagricolas.com.br/distribuicao-de-sementes-hibridas-de-cacau-mobiliza-produtores-no-para/> Acesso em 29 de agosto de 2023.
- Sna- Sociedade Nacional da Agricultura (2021). Pandemia Derruba Moagem de Cacau E Pressiona Preços Neste Início de Ano. 2021 Disponível em: <https://www.sna.agr.br/pandemia-derruba-moagem-de-cacau-e-pressiona-precos-neste-inicio-de-ano/>. Acesso em: 22/08/2023.
- Sedap- Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e pesca (2022). Com o apoio do Estado, Cacau do Pará rompe fronteiras e se torna um dos mais apreciados no mundo. Disponível em: <https://www.agenciapara.com.br/noticia/42421/com-o-apoio-do-estado-cacau-do-para-rompe-fronteiras-e-se-torna-um-dos-mais-apreciados-no-mundo#:~:text=A%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20paraense%20representa%20mais,cacau%20%C3%A9%20de%20146.375%20toneladas>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.
- Secom- Secretaria de Comunicação Social (2018). Maior produtor de cacau, Pará avança na industrialização e produção de chocolate. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/4655/maior-produtor-de-cacau-para-avanca-na-industrializacao-e-producao-de-chocolate> Acesso em: 23/08/2023
- Sequeira, A. F. C., & do Pomar, M. M. (2016). Cacau: do fruto ao chocolate. *Mestre em Biologia. Escola Secundária Rainha Santa Isabel. Estremoz, Portugal*.
- Senar - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. (2018). Cacau: produção, manejo e colheita. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/215-CACAU.pdf>. Acesso em 09 de setembro de 2023.
- Vegro, C. L. R., Assumpção, R. D., & Silva, J. R. (2014). Aspectos socioeconômicos da cadeia de produção da amêndoa do cacau no eixo paraense da transamazônica. *Informações Econômicas*, 44(4), 57-72.

Qualidade da água do Rio Cachoeira em Itabuna/Ilhéus, Bahia

Recebido em: 14/11/2023

Aceito em: 18/11/2023

 10.46420/9786585756143cap5

Flávio Mendes de Souza 

Robson Silva da França 

Maria de Fátima Marques Pires 

Murilo de Sousa Almeida 

Anderson Souza 

Elismar Pereira de Oliveira 

Elenir Souza Santos Rocha 

Julian Junio de Jesus Lacerda 

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população, atrelado ao processo de urbanização, impactos negativos ao meio ambiente tem se tornado cada vez mais corriqueiro. Entre os recursos naturais afetados com esse processo, a degradação dos recursos hídricos tem se tornado preocupante, por se tratar de um recurso extremamente necessário para a sobrevivência e ao equilíbrio da biodiversidade (Costa et al., 2018). E quando se trata da degradação desse recurso, ela acontece, principalmente, em função das atividades antrópicas (Drumond et al., 2018).

Em decorrências das diversas atividades desenvolvidas pelo homem que inclui o uso da água, a qualidade desta, por sua vez é afetada, das mais diversas formas. Além disso, a qualidade da água também é influenciada pela sua composição. Assim, é extremamente importante o conhecimento de seus constituintes, bem como dos danos que pode causar ao meio ambiente e a saúde humana (Cintra et al., 2020).

Partindo da realidade de que os centros urbanos em sua maioria se desenvolvem as margens de rios ou porção de água, a fim de que possa abastecer suas necessidades, tem sido nítido o aumento de contaminantes na pequena porção de água disponível para consumo, sendo os rios e lagos os mais afetados. Neste contexto, enquadra-se a cidade de Itabuna, que se desenvolveu as margens do Rio Cachoeira, tornando-se, um dos maiores polos comerciais do Estado da Bahia.

Historicamente, a economia da cidade de Itabuna baseia-se -se na cultura do cacau e na pecuária. Logo, para o desenvolvimento dessas práticas, ocorreu o desmatamento, facilitando assim, o processo de lixiviação de elementos químicos. Além disso, o desenvolvimento industrial na região também teve sua parcela de contribuição. A exemplo das indústrias têxteis e alimentícias, que descarregam resíduos prejudiciais aos corpos d'água da região, principal no Rio Cachoeira.

O Rio Cachoeira é formado pelo encontro de dois rios, o Rio Colônia e o Rio Salgado, à montante a cidade de Itapé. E seu curso segue cortando todo o perímetro urbano e rural da cidade de Itabuna, até se desaguar no Oceano Atlântico, após formar a bacia do pontal juntamente com os rios Santana e Fundão (Esteves, 1988).

Durante seu curso no perímetro rural de Ilhéus, o Rio Cachoeira encontra-se com riachos que carregam dejetos de fontes importantes de contaminação. Sendo estes riachos afluentes diretos do Rio Cachoeira que drenam todos os resíduos produzidos pelas atividades agrícolas das comunidades ribeirinhas e pelas instituições governamentais. Partindo da importância de conhecer as características físico-químicas e definir os principais elementos presentes na água do Rio Cachoeira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água do Rio Cachoeira, na região Itabuna/Ilhéus, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma parte do curso do Rio Cachoeira que se estende por uma distância aproximada de 40 km, abrangendo o perímetro urbano e rural da cidade de Itabuna e o perímetro urbano da cidade de Ilhéus. A região é caracterizada por apresentar altos índices pluviométricos, com períodos de chuva distintos, ocorrendo durante todo o ano, sendo um período de chuvas intensas (período chuvoso) e período de chuvas fracionadas (período seco). A faixa de estudo compreende a porção da bacia do Rio Cachoeira próxima ao litoral, com clima quente e úmido e precipitação anual superior a 1000 mm bem distribuída durante todo o ano (Schiavetti et al., 2002).

Os pontos de amostragem foram definidos seguindo o critério de representatividade dentro do contexto de contaminação, e foram georreferenciados com o auxílio de um G.P.S, encontrando-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos pontos de amostragem, Rio Cachoeira, Itabuna/Ilhéus, Bahia.

Ponto	Área	Uso do solo e da água	Coordenadas
P1	Rural	Agricultura, pecuária	14° 52' 42.63" S e 39° 21' 46.67" O
P2	Urbana	Parque industrial de Itabuna, esgotos domésticos	14° 48' 51.88" S e 39° 17' 43.15" O
P3	Urbana	Agricultura, pecuária e drenagem de esgoto doméstico	14° 47' 20.22" S e 39° 15' 9.79" O
P4	Rural	Atividade agrícola e pecuária, esgotos doméstico	14° 47' 20.22" S e 39° 15' 9.79" O
P5	Rural	Agricultura, pecuária e drenagem de efluentes	14° 47' 52.49" S e 39° 12' 48.06" O

Ponto	Área	Uso do solo e da água	Coordenadas
P6	Rural	Agricultura, pecuária	14° 47' 43.44" S e 39° 11' 3.54" O
P7	Rural	Agricultura, pecuária e drenagem de efluentes	14° 48' 24.37" S e 39° 8' 54.04" O
P8	Rural	Agricultura, pecuária e drenagem de efluentes	14° 47' 9.74" S e 39° 5' 31.81" O
P9	Rural	Agricultura, pecuária e drenagem de efluentes	14° 47' 58.62" S e 39° 5' 1.42" O

As coletas de água foram realizadas de acordo com as recomendações da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), através do Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (Agudo et al., 1987).

Foram realizadas duas coletas, a primeira no final do período seco e início do período chuvoso (novembro de 2008), neste período o Rio Cachoeira apresentava um volume de água baixo, caracterizado pela presença de macrófitas cobrindo boa parte da superfície da água em quase todo o seu curso; a segunda no período chuvoso (abril de 2009), quando os índices pluviométricos variaram de 283,4 a 504,1 mm, neste período em decorrência das chuvas intensas as macrófitas presentes no rio são carregadas para a zona de descarga no mar no município de Ilhéus.

As amostras de água foram coletadas a uma distância de 2 metros das margens, utilizando frascos plásticos com capacidade de 500 mL, previamente higienizados. Os frascos foram introduzidos com a abertura posicionada para baixo. Este passo foi realizado três vezes, até a profundidade de aproximadamente 50 cm. Em seguida o frasco foi redirecionado elevando sua abertura de modo que ela ficasse para cima e o ar presente fosse liberado para a entrada e água estritamente do local de coleta.

Nas amostras coletadas foram realizadas as seguintes análises: pH, com leitura realizada em pHmetro de bancada; condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, utilizando condutivímetro digital, e foram determinados os teores dos elementos: Ca, K, Ni, Fe, Mn, Zn, Cr, Cu e Pb através de espectrometria de absorção atômica com chama. O tratamento dos dados foi realizado com o auxílio de planilhas e gráfico gerados no Excel e também utilizando o programa SPSS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações médias e a estimativa do desvio padrão referentes às determinações de pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e concentrações dos elementos K e Ca, nas amostras de água encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Concentração média de K e P em mg L^{-1} , sólidos totais dissolvidos, pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de amostras de água do Rio Cachoeira, Itabuna/Ilhéus, Bahia. Novembro de 2008 e abril de 2009.

Pontos	Parâmetros				
	pH	STD	CE	K	Ca
P1	6,96	$221,3 \pm 4,21$	$661,4 \pm 6,03$	$4,03 \pm 0,01$	$17,7 \pm 0,0$
P2	6,68	$366,2 \pm 4,78$	$979,6 \pm 0,10$	$4,82 \pm 0,01$	$15,4 \pm 0,1$
P3	6,33	$324,6 \pm 5,76$	$745 \pm 5,14$	$7,31 \pm 0,08$	$16,6 \pm 0,1$
P4	6,38	$314,1 \pm 3,10$	$709,5 \pm 7,15$	$7,55 \pm 0,02$	$14,7 \pm 0,1$
P5	6,71	$270,4 \pm 4,11$	$575,4 \pm 4,34$	$6,59 \pm 0,01$	$15,1 \pm 0,1$
P6	6,77	$293 \pm 3,56$	$731 \pm 5,51$	$6,61 \pm 0,05$	$15,3 \pm 0,6$
P7	7,13	$285,6 \pm 3,56$	$715,3 \pm 4,10$	$3,55 \pm 0,02$	$15,6 \pm 0,0$
P8	6,76	$10466 \pm 2,45$	$20050 \pm 6,10$	NA*	$279,4 \pm 2,2$
P9	6,67	$10486 \pm 3,67$	$20926 \pm 4,65$	NA*	$261,8 \pm 0,8$

*NA – não analisado pela perda das amostras.

Os resultados obtidos demonstraram que os pontos 8 e 9 apresentaram características similares. Com valores superiores aos demais pontos para a CE, STD e teores de Ca. Os pontos 8 e 9 estão localizados próximos a região estuarina do rio Cachoeira com o Oceano Atlântico na cidade de Ilhéus. Essa localização justifica os altos teores para essas variáveis e a variação na atividade iônica devido a proximidade com o mar. Além disso, áreas urbanas onde há o lançamento de efluentes domésticos, como é o caso do ponto 8 e 9 que estão nas intermediações da estação de tratamento de esgotos de Ilhéus pode contribuir para o aumento da condutividade elétrica da água, como observado por Medeiros et al. (2018), na água do Rio Longá, em Piracuruca-Piauí e por Girardi et al. (2016), ao estudar a qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul em Santa Catarina.

Ao comparar as concentrações de Ca^{2+} e K^{+} nas duas coletas (Figura 1), observa-se um decréscimo considerável em relação as concentrações, demonstrando que a sazonalidade interferiu diretamente nesses valores. Como as coletas foram divididas em período seco e chuvoso, mostra que o volume de água precipitado aumentou o volume de água do rio, e diluiu consideravelmente esses elementos. Inclusive os pontos 8 e 9 sofreram influência, sendo a queda na concentração de Ca^{2+} foi acima de 90%. É possível que esse elemento tenha precipitado na forma de carbonato, ou mesmo em outras formas.

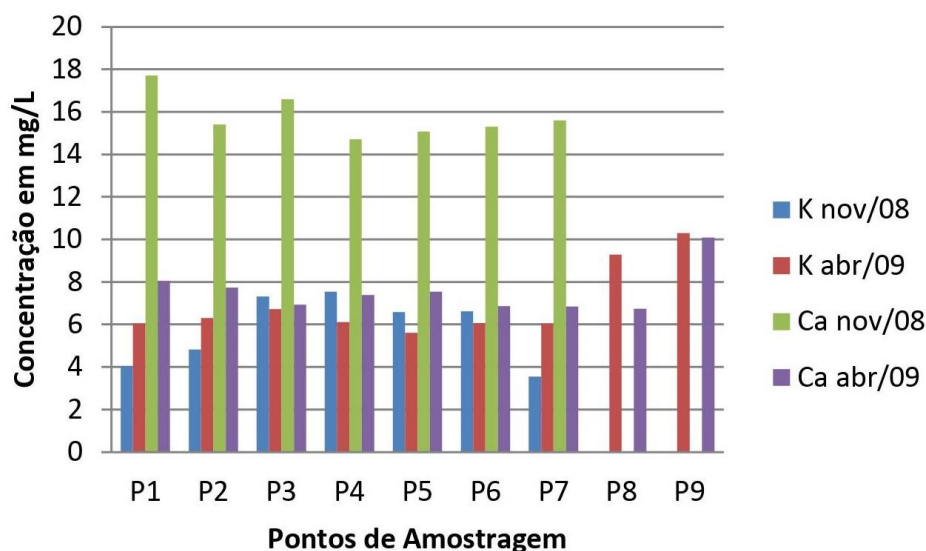


Figura 1. Concentrações de K⁺ e Ca²⁺ em amostras de água do Rio Cachoeira, Itabuna/Ilhéus, Bahia. Novembro de 2008 e abril de 2009. Fonte: os autores.

Analisando de um modo geral os pontos de coleta e os efeitos das estações definidas para estudo, é possível caracterizar a sazonalidade como um fator primordial na variação de CE (Figura 2). As precipitações ocorridas entre os momentos de amostragem foram suficientes para elevar o nível da coluna d'água em todo o curso do rio causando um processo de diluição dos materiais dissolvidos.

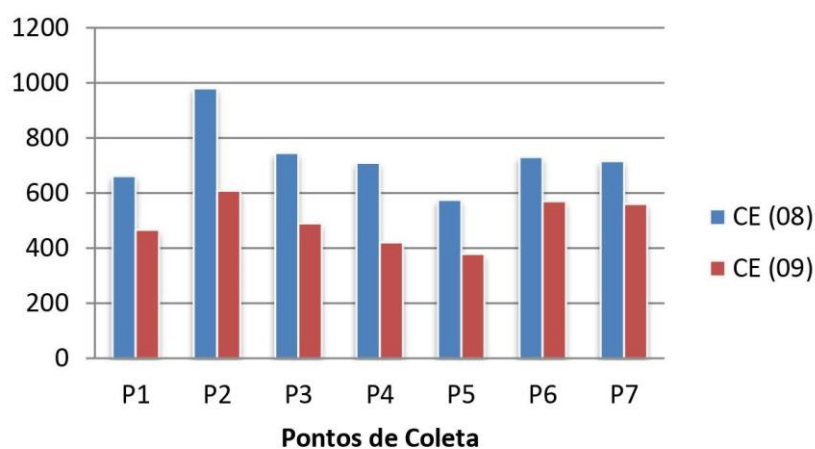


Figura 2. Variação da condutividade elétrica em função da sazonalidade no complexo do Rio Cachoeira, Itabuna/Ilhéus, Bahia. Novembro de 2008 e abril de 2009. Fonte: os autores.

O aumento na condutividade elétrica é evidente quando comparados os valores observados nas águas coletadas no ponto 1 em relação ao ponto 2 nas duas épocas de coletas. Essa característica pode estar relacionada com uma possível elevação na dissolução de materiais contribuindo para o aumento na condutividade elétrica caracterizando a dissolução de íons no ponto 2. Apesar de a condutividade elétrica não possuir um valor estabelecido pela Resolução CONAMA, segundo Von Sperling (2007), águas com condutividade elétrica de até 100 µScm⁻¹ são consideradas de boa qualidade e valores acima disso podem indicar toxidade por sais ou presença de metais pesados (Lopes, 2016).

O aumento na condutividade elétrica do ponto 1 para o ponto 2 (Figura 2), não estão relacionadas diretamente com a concentração de Ca^{2+} (Figura 1). Ao observar a figura 1 é possível perceber que a concentração de Ca^{2+} reduziu do ponto 1 para o ponto 2 nos dois períodos e já a concentração de K^+ teve um aumento considerável, ou seja, no caso específico destes pontos a concentração de K^+ relacionou-se diretamente com a CE, porém ao analisar os demais pontos observa-se que os valores de CE não seguem uma similaridade com a concentração de K^+ e Ca^{2+} . Diante disso consideramos que não houve influência direta da concentração de K^+ e Ca^{2+} para os valores de CE.

Os dados obtidos da concentração média e a estimativa do desvio padrão referentes aos metais traços encontram-se na Tabela 3. Devido à falta de estudo sobre a classificação das águas do Rio Cachoeira neste estudo foi utilizado o critério estabelecido no Artigo 20 da Resolução CONAMA 20/86, o qual estabelece que enquanto não forem realizados enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2. As águas do rio Cachoeira apresentam características da Classe 2, é usada para abastecimento urbano, entre outros. O fornecimento de metais dissolvidos nos corpos d'água são provenientes da lixiviação de substância contidas nas rochas, intemperismo e descarga de dejetos de origem urbana, industrial e agropecuária.

Tabela 3. Concentração média dos metais traços (N = 3) em mg L^{-1} nas amostras de água do rio Cachoeira referentes aos meses de novembro/2005 e abril/2009, com seus respectivos limites de tolerabilidade para a classe 2, de acordo com o CONAMA 20/86.

Período de Coleta	CONAMA (VPM)	Zn	Fe	Ni	Cu	Cr	Mn	Pb
	Pontos	0,18	0,3	0,025	0,02	0,05	0,1	0,03
Período Seco (Nov/2008)	P1	—	—	$0,060 \pm 0,001$	—	—	—	—
	P2	—	—	$0,100 \pm 0,008$	—	—	—	—
	P3	—	—	$0,070 \pm 0,004$	—	—	—	—
	P4	—	—	$0,084 \pm 0,004$	—	—	—	—
	P5	—	—	$0,121 \pm 0,004$	—	—	—	—
	P6	—	—	$0,113 \pm 0,019$	—	—	—	—
	P7	—	—	$0,196 \pm 0,03$	—	—	—	—
	P8	—	—	$0,437 \pm 0,031$	—	—	—	—
Período Chuvoso (Abri/2009)	P9	—	—	$0,447 \pm 0,020$	—	—	—	—
	P1	—	$0,106 \pm 0,004$	$0,218 \pm 0,012$	—	—	—	—
	P2	—	—	$0,174 \pm 0,003$	—	—	—	—
	P3	—	—	$0,108 \pm 0,010$	—	—	—	—
	P4	—	$0,557 \pm 0,017$	$0,188 \pm 0,008$	—	—	—	—
	P5	—	$0,338 \pm 0,035$	$0,216 \pm 0,014$	—	—	—	—
	P6	—	$0,645 \pm 0,013$	$0,270 \pm 0,031$	—	—	—	—

Período de Coleta	CONAMA (VPM)	Zn	Fe	Ni	Cu	Cr	Mn	Pb
	Pontos	0,18	0,3	0,025	0,02	0,05	0,1	0,03
	P7	—	$1,230 \pm 0,060$	$0,266 \pm 0,035$	—	—	—	—
	P8	—	$0,807 \pm 0,021$	$0,296 \pm 0,050$	—	—	—	—
P9		—	$0,188 \pm 0,007$	$0,317 \pm 0,027$	—	—	—	—

Para monitorar os níveis de contaminação o CONAMA estabeleceu limites para a concentração de diversos componentes, de acordo com cada classe de água superficial. Para o Ni a resolução CONAMA nº 357 de 2005 estabelece uma concentração máxima que varia entre $74 \mu\text{g L}^{-1}$ a $0,025 \text{ mg L}^{-1}$ para as diversas classes de águas.

Na Figura 3 é mostrado um significativo aumento na concentração de Ni^{2+} entre os pontos 1 e 2, variação caracterizada pela presença do parque industrial de Itabuna entre estes pontos. O aumento na concentração de Ni^{2+} foi observado também entre os pontos 4 e 5, possivelmente relacionado pela presença das atividades agrícolas da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). A mesma variação foi perceptível entre os pontos 6 e 7, mudança relacionada com as atividades da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

O ferro foi outro elemento que se destacou. Durante o período seco seu nível de concentração estava abaixo do limite de detecção do método utilizado para todos os pontos, e durante o período chuvoso em todos os pontos houve a presença do metal na lâmina d'água, e em alguns destes o nível ultrapassou o máximo permitido pela resolução do CONAMA (Tabela 3). Esse aumento significativo na concentração de ferro se deu possivelmente pelos efeitos da chuva em carrear substâncias presentes na superfície dos solos pelo processo de lixiviação, semelhante ao níquel.

A Figura 3 expressa valores na concentração de Ni^{2+} com um considerável aumento entre os períodos de amostragem, indicando que a sazonalidade influenciou de forma significativa nas taxas de Ni^{2+} . Esta característica pode ser explicada pelo processo de lixiviação, visto que o segundo momento de coleta representa um período chuvoso.

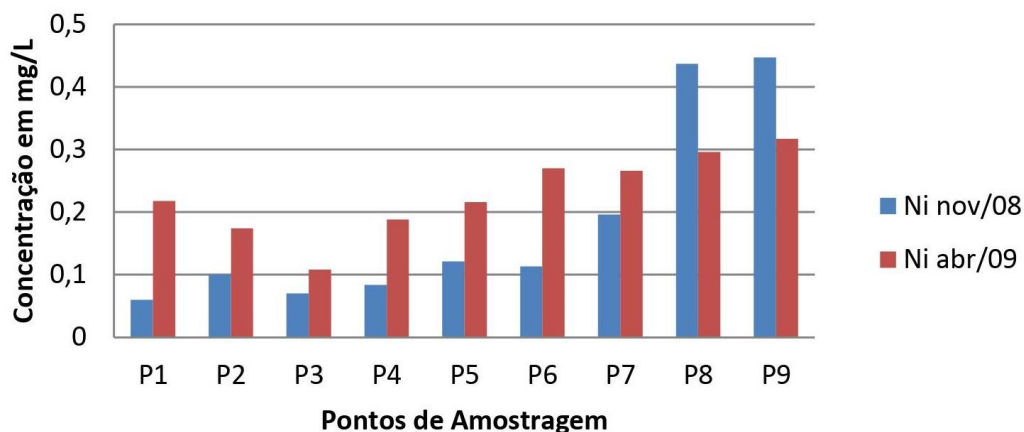


Figura 3. Gráfico da variação da concentração Ni^{2+} (mg L^{-1}) no curso do Rio Cachoeira, Itabuna/Ilhéus, Bahia. Novembro de 2008 e abril de 2009. Fonte: os autores.

Os aumentos na concentração de Ni^{2+} tornaram mais perceptível e com maior intensidade a partir do ponto 4, onde se destacam as atividades agrícolas e pecuária. Nos locais relacionados com os pontos 4, 5, 6, 7, 8 e 9, o uso da terra envolveu a prática de desmatamento, tornando o solo mais exposto aos processos de intemperismo, facilitando a lixiviação.

CONCLUSÕES

A concentração de Ni^{2+} dissolvido na água está acima do limite permitido pela resolução do CONAMA em todos os pontos de amostragem durante os dois períodos de coleta.

A sazonalidade e as atividades antrópicas influenciam nas concentrações de K, Ca e Ni e na condutividade elétrica da água do Rio Cachoeira.

A condutividade elétrica apresentou-se elevada em decorrência, principalmente da proximidade com o mar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudo, E. G. (1987). Guia de coleta e preservação de amostras de água. *São Paulo: CETESB*, 150.
- Cintra, L. S., de Oliveira, C. R., Costa, B. B. P., de Andrade Costa, D., Oliveira, V. D. P. S., & de Rezende Araújo, T. M. (2020). Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes–RJ. *Holos*, 5, 1-16.
- Costa, A. S. V., Oliveira, C. D., & Bravin, T. C. (2018). Análise das alterações dos parâmetros de qualidade da água do rio do Carmo, afluente do rio Doce, após rompimento da barragem de Fundão, em Mariana-MG. *Holos Environment*, 18, 160-176.
- Drumond, S. N., Santiago, A. F., Moreira, M., Lanna, M. C. S., & Roeser, H. M.P. (2018). Identificação molecular de *Escherichia coli* diarreio gênica na Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó na região do Alto Rio Doce. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 23, 579-590.

- Esteves, F. D. A. (1988). Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: FINEP. *Interviência*, 575.
- Girardi, R., Pinheiro, A., Torres, E., Kaufmann, V., & Garbossa, L. H. P. (2016). Evolution of physicochemical species concentration in streams based on heavy rainfall event data obtained for high-frequency monitoring. *RBRH*, 21, 653-665.
- Lopes, S. M. F. (2016). Influência do uso da terra na qualidade da água em bacias hidrográficas com usos distintos, em Itajaí - GO e Canápolis - MG. 229 f. Tese (Doutorado) – Curso de Geográfica, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.
- Medeiros, W. M. V., Silva, C. E. D., & Lins, R. P. M. (2018). Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 13.
- Schiavetti, A., Schilling, A. C., & Oliveira, H. D. (2002). Caracterização sócio-ambiental da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, sul da Bahia, Brasil. *Conceitos de Bacias Hidrográficas: teoria e aplicações. Ilhéus: Editus*, 289.
- Sperling, M. V. (2007). Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. *Belo Horizonte: DESA/UFMG*.

Zamak Reciclado: Un Enfoque Sostenible Para La Producción Industrial

Recebido em: 15/11/2023

Acceto em: 20/11/2023

 10.46420/9786585756143cap6

José Salud Bernal Arredondo¹ 

Isaac Álvarez Méndez² 

Cristian Alexis Villegas Bedolla³ 

Daniel Sinaí Raya Sánchez⁴ 

Marcial Reyes Cázares⁵ 

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda incesante de soluciones sostenibles en la producción industrial, el enfoque hacia materiales reciclados emerge como un camino prometedor. Entre estos, el Zamak reciclado destaca como un componente metálico versátil que ha capturado la atención de la comunidad científica y de la industria por igual. Este artículo se propone explorar a fondo el potencial del Zamak reciclado en el contexto de la producción industrial sostenible, centrándose en medidas rigurosas para evaluar las emisiones de gases y la calidad del aire durante el proceso de fundición. Este proceso bajo un mecanismo de recuperación de materiales con impacto reducido, implementa la metodología de transición de las 5R's, que la producción ambiental y sostenible de la industria 4.0, en donde contextualiza la reducción, el reciclado, la recuperación, el reciclado y la reparación produce altos beneficios sociales, ambientales y económicos.

El término Zamak de acuerdo con BSDI (2021) se deriva de la combinación de zinc (Z), aluminio (A), magnesio (M), y cobre (K), y su composición ha capturado la atención de investigadores y fabricantes por su versatilidad y durabilidad, destacando los beneficios y versatilidad de bajo consumo y aplicación energética en su procesamiento, utilidad y aplicación industrial en la gamificación de servicios diversos.

En el vasto panorama de la metalurgia contemporánea, el Zamak emerge como una aleación de zinc con propiedades singulares, desplegando su versatilidad en diversas esferas industriales. Como señala Codam (2021), el Zamak ha redefinido los estándares de la industria, ofreciendo una combinación única de resistencia y maleabilidad. Esta aleación, compuesta principalmente por zinc, aluminio, magnesio y cobre, ha ganado terreno en aplicaciones que abarcan desde la fabricación de piezas automotrices hasta

¹Estudiante de séptimo semestre del Tecnológico Nacional de México Campus Puruándiro, del programa educativo de Ingeniería Industrial. josesaludbernal.arredondo@gmail.com

²Estudiante de cuarto semestre del Tecnológico Nacional de México Campus Puruándiro, del programa educativo de Ingeniería en Desarrollo Comunitario. isaacalvaresz530@gmail.com

³Maestro en Calidad para la Productividad por la Universidad Virtual del Estado de Michoacán en 2023. Docente del Tecnológico Nacional de México Campus Puruándiro, adscrito a la Academia de Ingeniería Industrial. cristian.villegas@puruandiro.tecnm.mx

⁴Maestro en Ciencias. Docente del Tecnológico Nacional de México Campus Puruándiro, adscrito a la Academia de Ingeniería en Desarrollo Comunitario. daniel.raya@puruandiro.tecnm.mx

⁵Doctor en Ciencias. Docente del Tecnológico Nacional de México Campus Pátzcuaro, Academia de Ingeniería Ambiental. mreyes@itspa.edu.mx / marcial.rc@patzcuaro.tecnm.mx

la creación de joyería de alta calidad, sin dejar de lado sus beneficios en la aplicación de prótesis médicas y piezas de fabricación aeronáutica.

En el ámbito automotriz, según los hallazgos del sitio de manufactura Product (2022), el Zamak ha revolucionado la producción de componentes, destacándose en emblemas y sistemas de frenado. A su vez, expertos en joyería, como Abalorios (2020), subrayan que la maleabilidad única del Zamak lo ha convertido en una opción de elección en la creación de accesorios de moda y ornamentos elegantes. Este material también ha dejado su impronta en la electrónica, siendo esencial en la manufactura de componentes electrónicos de alta precisión como lo señala un autor Anónimo (s.f.).

A medida que exploramos las aplicaciones multifacéticas del Zamak, queda claro que esta aleación no solo ha superado expectativas, sino que ha establecido nuevos estándares en la fabricación de productos duraderos y estéticamente atractivos. Este análisis busca arrojar luz sobre las contribuciones clave del Zamak en diversos sectores industriales, destacando su papel crucial en la creación de productos innovadores y de alta calidad.

La adopción de prácticas sostenibles en la industria no solo es una tendencia, sino una necesidad imperativa para mitigar el impacto ambiental y forjar un futuro más equitativo. En palabras de Torre-Marín et al. (2009) la sustentabilidad no es solo una elección ética, sino una estrategia crucial para garantizar la resiliencia a largo plazo de nuestras operaciones industriales.

Este artículo se alinea con esta perspectiva, sumergiéndose en un análisis exhaustivo de cómo el Zamak reciclado puede ofrecer una alternativa viable y ecoeficiente en la producción industrial contemporánea.

La metodología de investigación adoptada para este estudio se basa en la aplicación de mediciones precisas para evaluar las emisiones de gases y monitorear la calidad del aire en las etapas críticas del proceso de fundición. Como señala Canal (2021), la medición detallada es esencial para comprender el impacto ambiental real de nuestras prácticas industriales y para identificar áreas de mejora significativas. Este enfoque, respaldado por estándares rigurosos, pretende arrojar luz sobre la eficacia ambiental del uso de Zamak reciclado, proporcionando datos tangibles y cuantificables que respalden las afirmaciones hechas a lo largo del artículo.

La relevancia de esta investigación no solo radica en su contribución al campo académico, sino también en su capacidad para informar y orientar a las industrias hacia prácticas más sostenibles. A medida que exploramos el panorama del Zamak reciclado en la producción industrial, estamos llamados a reflexionar sobre cómo nuestras decisiones pueden influir positivamente en la salud del planeta. En palabras del sitio Kaizen Química e Innovación (s.f.) cada elección consciente en la industria puede ser un pequeño paso, pero colectivamente pueden marcar una diferencia significativa en la sostenibilidad global.

Este artículo busca ser un faro de conocimiento, iluminando el camino hacia un futuro industrial donde la sostenibilidad y la eficiencia se entrelacen de manera inextricable.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prueba de calidad del aire se toma en un ambiente de cuatro entornos diferentes los cuales consisten en; ambiente controlado bajo campana de flujo aire y luz asistida y en su interior el tester de calidad del aire; ambiente bajo campana de flujo laminar sin flujo de aire ni luz asistida; entorno en un espacio abierto pero en condiciones controladas de extractor de aire y luz asistida en laboratorio; entorno en laboratorio sin uso de extractores de aire, ausencia de flujo de corriente de aire y con presencia de iluminación.

El material que se lleva a proceso de fundición es ZAMAK reciclado, el cual se caracteriza por ser una aleación conformada por zinc, aluminio, magnesio y cobre, de origen reciclado, este material tiene una densidad de 6.6g/cm³, punto de ebullición de 907°C y punto de fusión 386°C, como característica particular se cuenta con elementos técnicos y bibliográficos que de acuerdo con Flores (2013) en los que se considera como material hipoalergénico.

Estructura de Lewis

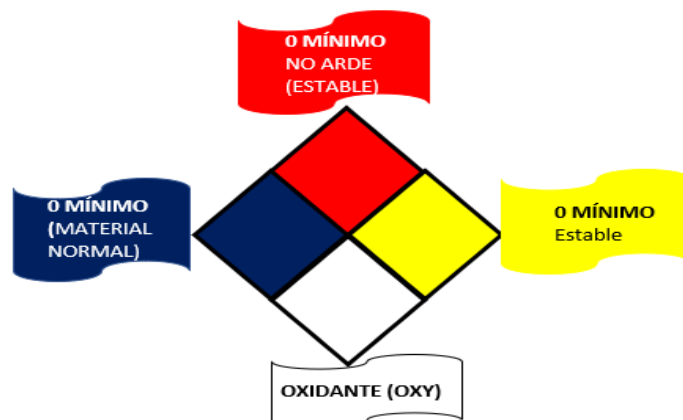


Figura 1. Estructura de Lewis de los componentes de la aleación.

Sistema de identificación de riesgos, es un factor poco estudiado desde el proceso de extracción, hasta la fundición y vaciado, en donde los factores ambientales de residuos y emisiones a la atmosfera han sido poco estudiados.

Reactividad

Considerando que la aleación ZAMAK no presenta reactividad con otros grupos funcionales, es preciso indicar que uno de sus componentes activos “Zinc” el cual se encuentra presente en la aleación a baja concentración pudiera reaccionar con los grupos “Álcali y Ácidos”. Sírvase lo antes mencionado como factos de consulta y prevención al riesgo.

Sistema para la identificación de riesgos del Zamak**Figura 2.** Sistema de identificación de riesgo.**Equipo de medición**

El equipo de medición es el “Air Quality Tester” fabricado por Dongguan Jinlide Electronic Technology Co., Ltd. Este equipo cuenta con 7 variables de medición las cuales consisten en medición de bióxido de carbono (CO₂), Compuestos Orgánicos Volátiles (TVOC), Formaldehidos (HCHO), Temperatura, Humedad relativa y Calidad del aire ambiental del entorno. Así mismo en la Tabla siguiente se mencionan los rangos de medición mínimos y máximos del equipo (Tabla 1).

Tabla 1. Rangos de medición y desempeño ambiental.

Variable	Rango de Medición
Dióxido de carbono (CO ₂)	350ppm – 2000ppm
Compuestos Orgánicos Volátiles (TVOC) por sus siglas en inglés.	0.000mg/m ³ – 2.000mg/m ³
Formaldehídos (HCOH)	0.000mg/m ³ – 1.000mg/m ³
Temperatura	0°C – 90°C (precisión 0.1°C)
Humedad relativa	0 – 100 %
Calidad medioambiental	Malo – Excelente

Condiciones de medición

Las pruebas se realizan en laboratorio especializado de pruebas fisicoquímicas, ubicado en la Av. Tecnológico N°1 de la localidad de Tzurumutaro, municipio de Pátzcuaro, Michoacán, México.

Se consideran cuatro ambientes de fundición los cuales se especifican en la siguiente Tabla. (Tabla 2).

Tabla 2. Ambientes de fundición.

Tratamiento	Condiciones de fundición
T _x	Tratamiento testigo
T1	Aislado en campana de flujo con sistema de extracción e iluminación.
T2	Aislado en campana de flujo sin sistema de extracción e iluminación.
T3	Instalaciones del laboratorio, sin extractores, ni corrientes de aire e iluminación.
T4	Instalaciones del laboratorio, con extractores e iluminación.

Proceso de fundición

El proceso se somete a una temperatura superior a 400°C, el combustible implementado para el dispositivo de calentamiento es gas L/P, asimismo se hace una adaptación base para sostener el crisol de arcilla revestida, el proceso de fundición en el caso de los tratamientos 1 y 2 tiene una duración de 15 minutos de efectividad en la fundición, para conseguir la aleación. Mientras tanto en los tratamientos 3 y 4 por las propias condiciones de proporción de espacio abierto el tiempo de fundición fue de 20 minutos.

Determinación de factores evaluables respecto a emisiones y calidad del aire

La calidad del aire es determinada por la presencia de sustancias contaminantes en la atmósfera las cuales pueden ser gases o por partículas de diversos indoles e incluso por aerosoles. Ahora bien, el principal objetivo de realizar la medición de la calidad del aire radica en garantizar una mejor calidad de vida de las personas y, por ende, del medio ambiente.

Tabla 3. Distribución y resultado de tratamientos.

Parámetros	Trat. x	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
Bióxido de carbono (CO ₂)	390	388	437	460	404
Compuestos Orgánicos Volátiles (TVOC) por sus siglas en inglés.	0.016	0.016	0.023	0.075	0.013
Formaldehído (HCOH)	0	0	0.008	0.013	0.002
Porcentaje de Humedad Relativa (%RH)	70.3	34.2	19.6	35.1	40.3
Temperatura °C	21.3	38.5	57.6	39.2	33

“Trat.” es corto para el tratamiento.

En ese sentido, y como se mencionó anteriormente las pruebas se realizaron en 4 entornos diferentes: Tratamiento Testigo (T_x); Tratamiento 1. Ambiente controlado bajo campana de flujo aire y luz asistida y en su interior el tester de calidad del aire; Tratamiento 2. Ambiente bajo campana de flujo laminar sin flujo de aire ni luz asistida; Tratamiento 3. Entorno en un espacio abierto, pero en condiciones controladas de extractor de aire y luz asistida en laboratorio y Tratamiento 4. Entorno en laboratorio sin

uso de extractores de aire, ausencia de flujo de corriente de aire y con presencia de iluminación, obteniendo los siguientes datos.

En la ilustración 3 observamos que los resultados obtenidos, no se rebasa el límite máximo permisible para las condiciones en donde se realiza el proceso de fundición (500 ppm).

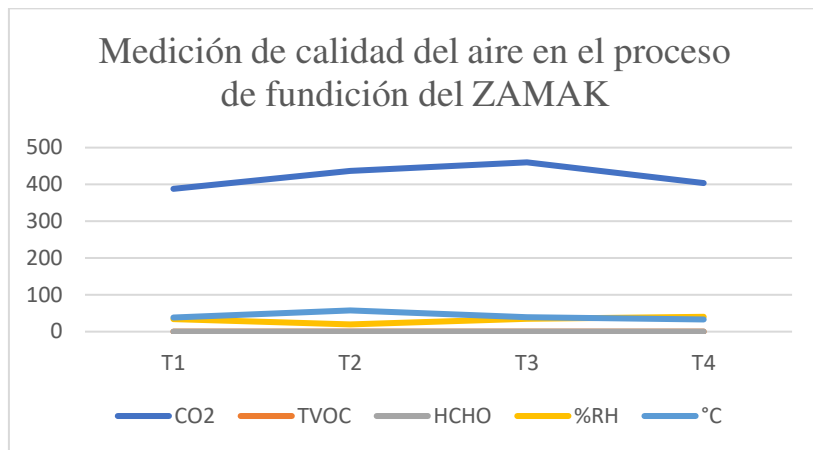


Figura 3. Ilustración de la distribución y resultados.

Tabla 4. Límite máximo permisible de bióxido de carbono.

Testigo (Tx)	390	390	390	390
Máximo Permisible	500	500	500	500
Bióxido de carbono (CO₂)	388	437	460	404

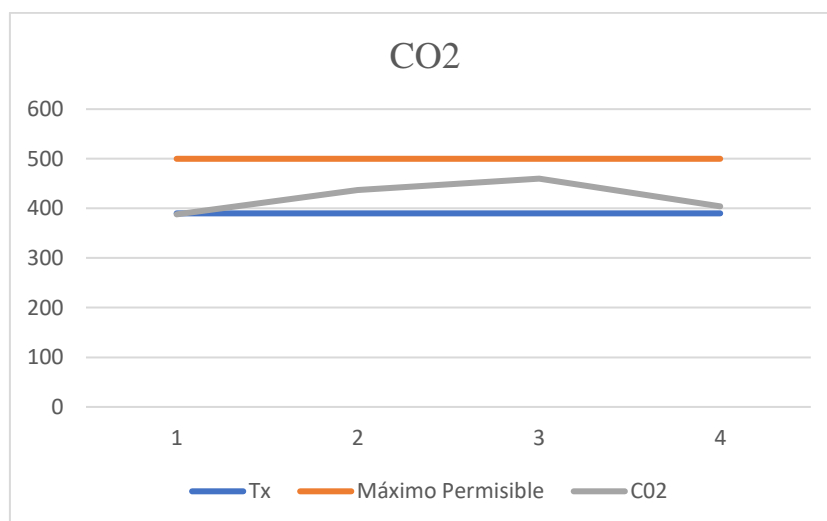


Figura 4. Gráfico de desempeño de dióxido de carbono.

Respecto a los compuestos orgánicos volátiles propios del proceso, se mantienen los niveles de emisión por debajo de los límites analizados durante el proceso de fundición ya que el máximo permisible

y analizable es de 0.2, siendo el tratamiento 3, el que mayor presencia genero con 0.075, tal como lo observamos en la Tabla 5.

Tabla 5. Límite máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles.

Testigo (Tx)	0.016	0.016	0.016	0.016
Máximo Permisible	0.2	0.2	0.2	0.2
Compuestos Orgánicos Volátiles (TVOC) por sus siglas en inglés.	0.016	0.023	0.075	0.013

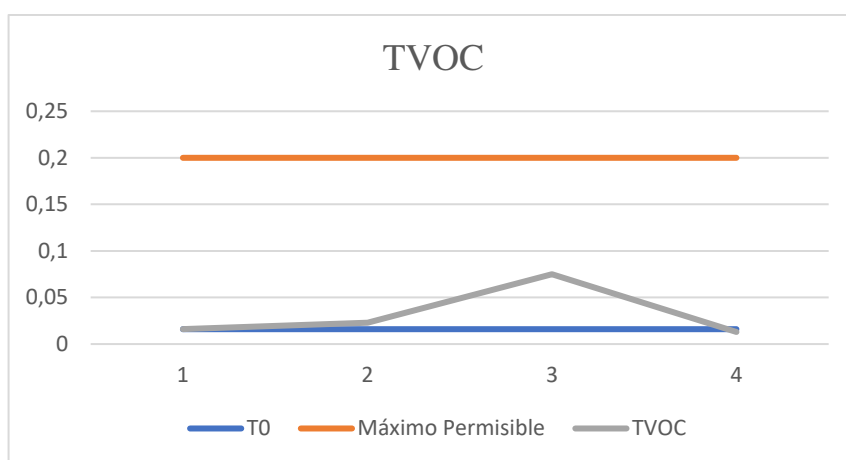


Figura 5. Niveles de desempeño compuestos orgánicos volátiles.

Respecto a la emisión de formaldehidos el óptimo permisible de presencia de los mismos se establece en 0.02 y el comportamiento de las emisiones durante el proceso de fundición completo, en el tratamiento 3 se registró 0.013, tal como lo observamos en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de las emisiones de formaldehidos.

Testigo (Tx)	0	0	0	0
Máximo Permisible	0.02	0.02	0.02	0.02
Formaldehído (HCOH)	0	0.008	0.013	0.002

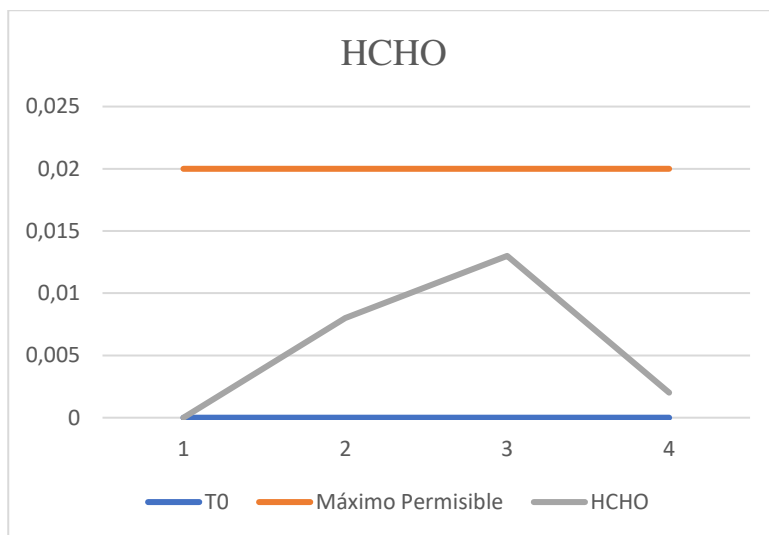


Figura 6. Desempenho de emissões de formaldeídos.

Tabla 7. Distribución por resultado interpretado por lapso de tiempo asociado al tratamiento 2.

Tratamiento 2			
Parámetros	Minuto 5	Minuto 10	Minuto 15
Bióxido de carbono (CO ₂)	386	385	386
Compuestos Orgánicos Volátiles (TVOC) por sus siglas en inglés.	0.013	0.016	0.015
Formaldehído (HCOH)	0	0	0
Porcentaje de Humedad Relativa (%RH)	45.7	35	30.2
Temperatura °C	33.1	40.7	44.6

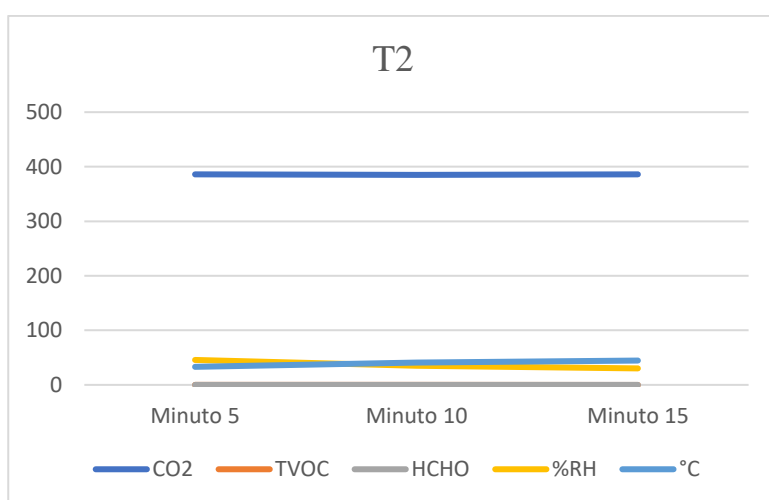
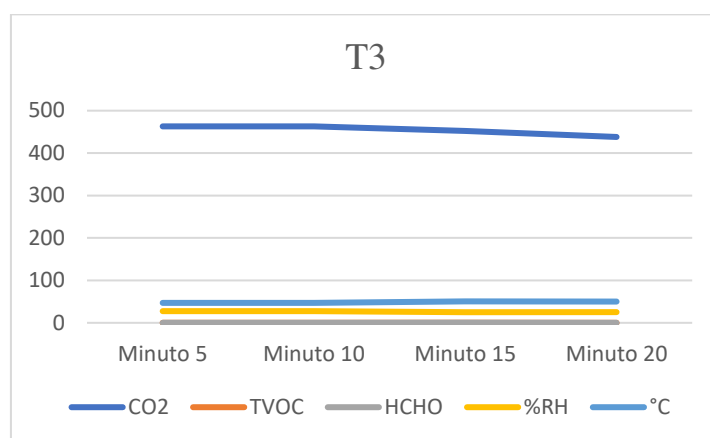


Figura 7. Desempenho de Indicadores de emissões ao entorno associado 2.

Tabla 8. Distribución por resultado interpretado por lapso de tiempo asociado al tratamiento 3.

Tratamiento 3				
Parámetros	Minuto 5	Minuto 10	Minuto 15	Minuto 20
Bióxido de carbono (CO ₂)	463	463	452	438
Compuestos Orgánicos Volátiles (TVOC) por sus siglas en inglés.	0.078	0.078	0.067	0.059
Formaldehído (HCOH)	0.014	0.014	0.012	0.009
Porcentaje de Humedad Relativa (%RH)	27.5	27.5	25	25.5
Temperatura °C	47	47	50.5	49.9

**Figura 8.** Desempeño de Indicadores de emisiones al entorno asociado 3.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y el rendimiento evaluado, medido y comparado con la legislación y normativas vigentes, se concluye que el proceso de fundición de la aleación ZAMAK, bajo los tratamientos de control descritos en este artículo, no produce emisiones ni contaminantes que cumplan con los criterios atmosféricos. Este proceso demuestra una dispersión constante y se ajusta a los requisitos establecidos en los proyectos PROY-NOM-021-SSA1-2020 y PROY-NOM-203-SE-2020, así como a la NOM-123-SEMARNAT-1998.

Los resultados de las mediciones indican que las emisiones de sustancias nocivas están por debajo de los límites permitidos por las normativas mencionadas. En este sentido, el proceso de fundición de la aleación ZAMAK, con los controles implementados, se posiciona como una práctica respetuosa con el medio ambiente y en total cumplimiento con las normativas ambientales actuales.

Adicionalmente, es importante destacar que la constante dispersión del proceso garantiza la continuidad de esta conformidad con las regulaciones, contribuyendo así a la sostenibilidad y al bienestar ambiental. La ausencia de emisiones y contaminantes criterio a la atmósfera respalda la idoneidad de los

métodos y prácticas aplicadas en la fundición de la aleación ZAMAK, reforzando su posición como una alternativa ambientalmente responsable.

Es crucial subrayar que este dictamen positivo también contribuye a la preservación del entorno, en línea con los objetivos de desarrollo sostenible y las expectativas de la sociedad en general. Este estudio respalda la afirmación de que, bajo las condiciones y controles establecidos, el proceso de fundición de la aleación ZAMAK es compatible con los estándares ambientales más rigurosos y representa un modelo a seguir en la gestión de emisiones y contaminantes en la industria de la fundición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalorios, B. (2020, octubre 27). Qué es el Zamak. Boliche Abalorios. Obtenido de: <https://www.bolicheabalorios.com/es/blog/informacion-y-consejos/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-Zamak-abalorios-de-Zamak> Consultado: 14/11/2023
- Anónimo. (s.f.). El ZAMAK en el entorno Industrial. Obtenido de: <https://www.jegan.es/es/blog/el-Zamak-en-el-entorno-industrial> Consultado: 14/11/2023
- BSDI (2021). ¿Qué es el Zamak? Disponible en: <https://bsdi.es/Zamak-que-es/> Consultado: 14/11/2023
- Canal, R. (2021). Medir las emisiones contaminantes. Deloitte México. Obtenido de: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/emisiones-contaminantes-de-las-empresas.html> Consultado: 14/11/2023
- Codam, S. A. (2021). Productos que se hacen con Zamak. Codam S.A. Disponible en: <https://codam.com.ar/2021/08/30/productos-que-se-hacen-con-Zamak/> Consultado: 14/11/2023
- Flores, A. (2013). Optimización del proceso de vaciado de ZAMAK 3 en molde permanente mediante técnicas estadísticas y cómputo suave. Tesis Maestral, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales. Repositorio Institucional, consultado el 11 de octubre de 2023 y disponible en <https://camimsa.repositorioinstitucional.mx/ispui/bitstream/1022/69/1/.TESIS%20Alfredo%20A20Flores%20S.pdf>
- Kaizen Química e Innovación Ltd. (s/f). Kaizen Química. Obtenido de <https://kaizenquimica.com.br/es> Consultado: 14/11/2023
- Produck Manufacturing Solutions (2022). Zamak (AC41A) Obtenido de: <https://produck.eu/materiales/materiales-de-mecanizado-cnc-metal/metal-Zamak/> Consultado: 14/11/2023
- Pulido, V. T. P. et. al. (2021). Medición de la calidad del aire en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, utilizando una red de monitoreo perimetral. South Florida Publishing. DOI: 10.46932/sfjdv2n5-130, 8137-8144p, (v2) (n5).

- Pulido, V. T. P. et. al. (2022). Red de monitoreo integral para la medición de parámetros en el aire y agua en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. México. Impactos de las tecnologías en las ciencias exactas volumen 1, capítulo 5. South Florida Publishing. DOI: 10.47172/sfp2020.ed.00033. ISBN: 978-1-7361138-6-8. 79-95pp.
- Secretaría de Economía (SE). (2020). PROY-NOM-203-SE-2020: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de formaldehído en tableros de partículas de madera y tableros de fibras de madera fabricados con urea formaldehído y en los productos fabricados con este tipo de tableros. Ciudad de México: SE.
- Secretaría de Salud (SSA). (2020). PROY-NOM-021-SSA1-2020: Que instituye los criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Ciudad de México: SSA.
- SEMARNAT (1998). NOM-123-SEMARNAT-1998: Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos. Ciudad de México: SEMARNAT.
- Torre-Marín, C., Granados, S., Herrera, R., & Martínez, R. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46713055007.pdf> Consultado: 14/11/2023

Características da agricultura entre os Kayapó da Aldeia Piaraçu do Parque Indígena do Xingu – MT

Recebido em: 15/11/2023

Aceito em: 18/11/2023

 10.46420/9786585756143cap7

Eurivânea Prado de Almeida 

Ricardo Francischini 

Dinaíza Abadia Rocha Reis Fernandes 

Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão 

INTRODUÇÃO

O Mato Grosso é o estado brasileiro que comporta a maior parte dos povos indígenas no Brasil, abrigando cerca de 3% da população de indígenas, distribuídos em 42 diferentes etnias (Gutierrez & Januário, 2014). Um dos grandes desafios enfrentados é manter esses autóctones em suas tribos e conservar suas tradições, uma vez que o deslocamento destes povos de suas terras ocasiona perdas dos seus costumes e práticas (Crepaldi & Januário, 2013). Outro grande problema é o convívio com os não-indios, pois estes aniquilam suas tradições e acabam impactando no modo de vida dos nativos.

O Parque Indígena do Xingu, que abriga grande parte dos povos indígenas, está localizado no Nordeste Mato-Grossense e possui características intrínsecas em sua agricultura. Dentre elas, destacam-se o modo de subsistência, conservação dos recursos naturais, agricultura orgânica, sementes rústicas e muitos insumos provenientes das próprias aldeias. Além disso, baseiam-se muito no misticismo para realizar o plantio das culturas.

Entretanto, o contato ou convívio com outros povos tem promovido algumas mudanças no modo de se produzir o alimento nas aldeias. Auzani & Giordani (2008) abordaram que os povos indígenas no Paraná, os Mbyá-Guarani, sofreram influências em suas tradições. As transformações do local onde viviam interferiram no modo de vida, transformações estas de caráter ambiental, econômica e social. Nesse sentido, a agricultura indígena está sofrendo ameaças, principalmente devido ao uso de agrotóxicos oriundos de fazendas localizadas próximo ao Parque Indígena do Xingu. Isso acarreta mudanças e influencia negativamente os cultivos locais, pois pode, inclusive, prejudicar os alimentos produzidos na aldeia (Instituto Socioambiental - ISA, 2011). Assim, as mudanças no ambiente e a exaustão dos recursos naturais podem ocasionar problemas alimentares nos povos que dependem dos meios naturais onde vivem (Auzani & Giordani, 2008)

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi caracterizar a produção agrícola praticada na aldeia Piaraçu da etnia Kayapó do Parque Indígenas do Xingu - Mato Grosso/Brasil. Além disso, buscou-se investigar este sistema, provendo técnicas agronômicas para auxiliar na melhoria da produtividade, utilizando de técnicas de observação dos processos da produção agrícola da aldeia. Assim, por meio de

um estudo de caso, pretendeu-se: (i) levantar as espécies que são cultivadas pelos Kayapó e sua relação com as diferentes colorações dos solos encontrados na roça da aldeia Piaraçu, no Parque Indígena do Xingu – MT; (ii) acompanhar o preparo de solo e controle de pragas e doenças na roça dos indígenas Kayapó; e (iii) investigar as formas empregadas no armazenamento de sementes utilizadas no cultivo da roça dos Kayapó na aldeia Piaraçu.

Neste trabalho foi utilizada uma abordagem de estudo de caso, cuja metodologia qualitativa é com perspectiva etnográfica, visto que o tempo de trabalho e as observações no campo não permitiram uma vivência maior com a comunidade. Um estudo de caso é uma investigação empírica que se concentra em um caso específico dentro de seu contexto natural. Desta forma, pode ser uma pessoa, um grupo, uma organização, uma comunidade ou qualquer entidade singular que seja objeto de estudo (Eisenhardt, 1989; Yin, 2005).

Assim, procedeu-se à investigação e análise da agricultura praticada entre os Kayapó da aldeia Piaraçu no Parque Indígena do Xingu, no Nordeste do estado do Mato Grosso/Brasil. Além disso, foi realizada pesquisa bibliográfica envolvendo o tema agricultura indígena, a aldeia Piaraçu e a etnia Kayapó, assim como a observação com análise exploratória e descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa, afim de tomar conhecimento das atividades de trabalho, da cultura, costumes e tradições indígenas.

O levantamento de dados ocorreu no período de junho de 2019 a maio de 2020, totalizando 22 visitas à aldeia Piaraçu. Neste período foi realizado o acompanhamento e auxílio na safra agrícola, participação em reuniões locais e a coleta de informações com os integrantes da aldeia, priorizando entrevistas com os membros mais velhos, pois além de serem os mais respeitados da comunidade, possuem maior sabedoria e experiência do cotidiano indígena. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, foram entrevistados integrantes de 28 a 75 anos, sendo todos do sexo masculino, pois não eram permitidas entrevistas com mulheres.

Os parâmetros agrônômicos investigados incluem escolha e limpeza da área para cultivo, preparo e manejo do solo, escolha das variedades e armazenamento de sementes, identificação e manejo de pragas e doenças, colheita e demais aspectos que foram relevantes. Fatos estes que se transformaram em informações importantes neste trabalho.

O POVO KAYAPÓ: HISTÓRICO DO POVO E DA ALDEIA PIARAÇU

O Parque Indígena do Xingu (PIX) está localizado na região nordeste do Estado de Mato Grosso e possui aproximadamente 30.000 km². Neste lugar vivem atualmente mais de 5.000 indígenas com 17 etnias (Aweti, Ikpeng, Kalapalo, Kamaiurá, Kawaiweté [Kaiabi], Kesêdje [Suiá], Kuikuro, Matipu, Mehinako, Nafukuá, Tapayuna, Trumai, Waura, Kayapó, Yawalapiti e Yudja [Juruna]). Ali se encontram seis línguas diferentes: Karibe, Aruak, Tupi, Jê, Isolada, Isolada próxima ou Tupi (Freitas & Freitas, 2003).

De acordo com Verswijver (1978), os Kayapó vivem concentrados nos cursos dos grandes rios, por motivos de fácil transporte. O povo Kayapó saiu destes lugares por causa de colonizadores e até mesmo por fazendeiros, se deslocando para outros lugares, como o Parque do Xingu.

Pelo final do século XVI ou princípio do XVII, os Kayapó já tinham se dividido em dois ou três subgrupos principais, dos quais pelo menos dois tinham se deslocado para o oeste, atravessando o Araguaia, e estavam atacando, e possivelmente se estabelecendo por períodos grandes, a oeste do Xingu. Pelo menos um grupo Kayapó principal parece ter permanecido a leste do Araguaia, na área original de diferenciação, até o início do século XIX, quando foram atacados por caçadores de escravos portugueses e retiraram-se para o oeste, cruzando o Araguaia. Até onde se pode inferir dos dados disponíveis, esse foi o primeiro contato direto entre um grupo Kayapó e membros da sociedade nacional (Txucarramãe, 2022 apud Turner, 1998, p. 327).

Desta forma, os Kayapó foram divididos em três grandes grupos: os Garoti Kumrenhtx (“os homens do verdadeiro grande grupo”), os Irã’amranh-re (“os que passeiam nas planícies”) e os Porekry (“os homens dos pequenos bambus”). Destes três grupos surgiram sete subgrupos: Kararaô, Menkragnoti, Gorotir, Kuben-Krân-Krên, Xikrin, Kôkramôrô e Metyktire (Verswijver, 1978).

A palavra Kayapó pode ser escrita de duas formas, podendo ser “Kayapó ou Caiapó”, sendo o primeiro termo utilizado pela primeira vez em torno do século XIX, cujo significado é “aqueles que se assemelham aos macacos”. Mesmo sabendo que outros povos se referem a eles desta maneira, os mesmos se autodenominam “Mebêngôkre-Kayapó”, cujo significado é “os homens do buraco/lugar d’água” (Lea, 1992).

(...) os três grandes grupos viviam nas margens do rio Tocantins, as aldeias eram feitas perto da floresta, no qual tinham dois biomas pra sobreviverem: a floresta e o rio. Mas esse modo de vida foi comprometido por volta do século XIX, com as chegadas dos colonizadores. Os primeiros contatos dos povos indígenas com os brancos foram desastrosos, com os brancos atacando as aldeias e fazendo várias vítimas, muitas mulheres e criança foram levadas e vendidas como escravos na cidade, a briga entre os povos indígenas e colonizadores era desigual, devido os brancos terem armas de fogo e o povo Kayapó ter somente arma tradicional da sua cultura, como bordunas e arco e flechas. Com os ataques frequentes, os povos Kayapó decidiram abandonar seu território e fugir para o oeste, mais ao interior do país (Dreyfus, 1972).

Algum tempo depois, os povos Kayapó tiveram contato direto novamente com os não indígenas (referidos como kuben), onde fizeram alianças. Mesmo que esse tempo de contato tenha sido breve, logo em seguida começaram a morrer muitos indígenas por causas desconhecidas e por doenças ocidentais transmitidas pelos não indígenas. Este fato culminou na divisão dos três grupos em diversos subgrupos, dos quais alguns foram extintos como o subgrupo Porekry e o grande grupo Irã’amranh-re (Verswijver, 1978).

De acordo com Posey & Elisabetsky (1991), mesmo os índios estando isolados, eles não são imunes a algumas doenças como gripe, rubéola, varíola e outras mais que eram transmitidas pelos não indígenas. Acredita-se que teriam a imunidades baixa por não terem uma alimentação balanceada e acesso aos postos de saúde para vacinação, o que ocasionava eventos de epidemias e várias mortes na aldeia.

O povo Kayapó se estabeleceu no Brasil Central, em uma região preenchida por vales e pequenas colinas, com altitude máxima de 400 metros. Neste período, começaram a atacar quaisquer pessoas que

se aproximassem do seu território e ficaram conhecidos pela sua agressividade, visto que poucos ousavam se aproximar de seu território. Por estas razões, grande parte do Brasil Central permanece inexplorada (Lea, 1995).

Entre 1950 a 1960, o governo queria se aproximar do grupo Kayapó, mas houve discórdia e novamente divisões de pequenas comunidades. Alguns grupos se deslocaram para o interior do país buscando segurança e se estabeleceram em áreas cobertas pela floresta equatorial. Entretanto, aos poucos o governo foi se reaproximando e conseguiu que eles estivessem contato permanente com a nossa sociedade (Turner, 1991). Com esta reaproximação do governo ocorreu outra pequena divisão no subgrupo Mekrãgnoti, onde surgiu a etnia Kayapó Matuktire, que se tornou a aldeia Piaraçu, localizada dentro da terra indígena Capoto Jarina, maior aldeia em extensão terrestre do povo Kayapó.

A Aldeia Piaraçu está localizada na Terra Indígena Capoto Jarina, município de São José do Xingu, estado de Mato Grosso. Pela Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, a localidade da aldeia passou a integrar áreas de território indígena. A ocupação ocorreu em 1973 pelo povo Kayapó Matuktire, em local onde antes era uma antiga base militar do exército Brasileiro, construída como apoio para o processo de abertura da antiga BR 080 (atual MT 322). A rodovia MT 322 atravessa a aldeia Piaraçu, podendo ser observado território Kayapó em ambos os lados da rodovia.

A aldeia Piaraçu iniciou-se como ponto estratégico para que fosse possível realizar a demarcação das terras indígenas Capoto Jarina, ocorrido em 1991. Desde o início, a aldeia esteve sob os cuidados e liderança do cacique Bedjai Txucarremãe, que juntamente com Darayo Ware Juruna, Bekoimorot Metuktire, Painkara Metuktire, Kokokan Metuktire e Meubamp Metuktire, foram os primeiros moradores da aldeia Piaraçu. Uma grande personalidade dentre os Kayapó e morador desta mesma aldeia é o cacique Raoni. Ele utiliza o labret (adorno de madeira no lábio inferior) que sinaliza os guerreiros e porta-vozes do povo. Ficou mundialmente conhecido por ser um líder indígena que defende a Amazônia e os direitos dos povos indígenas, encontrando-se com líderes internacionais e divulgando projetos e documentários que retratam a cultura dos povos indígenas.

Após a saída do Exército do local, os Kayapó ganharam a balsa do Rio Xingu, meio de transporte que faz a travessia do rio até os dias de hoje. Até 2004, a Aldeia Piaraçu foi posto de vigilância da FUNAI (Fundação Nacional do Índio), pois não possuía a quantidade necessária de pessoas para ser considerada uma aldeia. Após 2004, grande quantidade de pessoas já havia se mudado para sua região, elevando seu status à aldeia.

Atualmente, a aldeia recebe não só os povos Kayapó, mais também outras etnias como Juruna e Kaiabi, e o povo Trumai, tornando-se multiétnica (aldeia que tem várias etnias). Estimativas apontam que aproximadamente 430 pessoas estejam morando na Aldeia Piaraçu, entretanto, o grupo predominante continua sendo a Kayapó (Comunicação pessoal).

A área onde encontra-se a Aldeia Piaraçu foi aberta e desmatada pelo Exército para instalação da base militar. Hoje se encontra como área de pastagem, mas que está em processo de recuperação. Projetos

de educação ambiental foram iniciados recentemente para reflorestamento e recuperação das áreas degradadas.

Entre os Kayapó, os costumes, tradições e rituais do seu povo mais antigo ainda são seguidos seriamente. O modo de vida é tradicional, com casas feitas de palhas e abrigando mais de uma família, agricultura de subsistência e tradicional, com práticas de caça e pesca para a alimentação. Entretanto, pelo fato da aldeia estar localizada as margens da MT 322 e estar próxima ao município de São José do Xingu (42 km de distância), os indígenas Kayapó também podem adquirir produtos comercializados na cidade, como arroz, feijão, frango, macarrão, entre outras coisas.

Contudo, há de se enfatizar que garantir espaço para o crescimento e desenvolvimento de um povo requer que eles tenham acesso a espaço e alimentação (Saquet, 2007; Txucarramãe et al., 2022). Portanto, o empenho em mostrar como estão inseridos os Kayapós e como desfrutam destes fatores tornam-se vitais para compreender como este povo está se sustentando.

A ROÇA KAYAPÓ METUKTIRÉ: ORIGEM, CARACTERÍSTICAS, IMPLANTAÇÃO E MANEJO

O termo “roça” na cultura indígena refere-se aos locais que são utilizados para cultivar espécies anuais durante alguns ciclos. Este processo é realizado em consórcios ou em monocultura, tendo em vista que a destinação dos produtos é o consumo na aldeia. As roças são representantes da agricultura de pousio, na qual os agricultores abrem pequenas clareiras dentro da vegetação de mata primária e queimam os restos vegetais para posterior utilização da área. As queimadas, ainda que atualmente não indicadas por reduzirem aspectos microbiológicos no solo, acabam incrementando a parte química devido às cinzas, fertilizando a área de cultivo (Nunes et al., 2006).

Segundo Mariano (2019), as roças surgiram de um caso místico na cultura Kayapó – o índio Kanheti observou uma estrela, ficou encantado com ela e fez uma promessa: se ela virasse uma mulher, se casaria com ela. No dia seguinte, foi caçar com seus companheiros e escutou um som de pássaro na mata, e após chegar ao local para averiguar, encontrou a estrela que tinha se tornado uma linda mulher. Kanheti levou a mulher estrela para sua casa e colocou-a dentro de uma cabaça, onde permaneceu por alguns dias até sua mãe encontrá-la.

A mãe de Kanheti caracterizou a moça de forma semelhante às mulheres indígenas, cortando seus cabelos e pintando-a com jenipapo e urucum. Kanheti casou-se com a mulher estrela e tiveram um filho. Entretanto, após algum tempo, houve escassez de comida e suprimentos na aldeia, e a mulher estrela resolveu voltar para o céu em busca de comida, pedindo para seu marido fazer um cesto grande e aguardar. Em pouco tempo, ela retornou do céu com muitos alimentos (batata-doce, abóbora, massa de mandioca e inhame), o que agradou toda a comunidade indígena. Posteriormente, a mulher estrela retornou ao céu para buscar plantas e sementes para que eles mesmos pudessem iniciar suas roças e

cultivar seus alimentos. Desta forma, segundo também os relatos de Bedjai Txucarramãe, o mito da mulher estrela assinala o início da agricultura indígena, compreendendo todas as técnicas de preparo da roça do povo Kayapó.

Segundo relatos dos indígenas Kayapó, antigamente era comum as roças possuírem formato arredondado, com as culturas mais produtivas no centro e vegetais de maior porte na parte externa para proteger as principais culturas do ataque e alimentação de animais da mata. Atualmente, as roças apresentam um aspecto retangular, mas seguindo o esboço semelhante de organização. A faixa externa de proteção geralmente é composta por bananeiras e/ou mandiocaes que protegem culturas como melancia, milho, mamão, abóbora, entre outras. A Figura 1 demonstra um esboço da roça tradicional do Kayapó, desenhada por um membro da aldeia – Matuhtire.



Figura 1. Esboço da tradicional roça cultivada na aldeia Piaraçu, São José do Xingu – MT. Nas áreas mais externas são cultivadas espécies vegetais de maior porte para proteção das culturas menores e mais produtivas/sensíveis que se localizam no centro das roças. Fonte: Desenho cedido pelo indígena Kayapó Matuhtire.

Atualmente, na Aldeia Piaraçu são estabelecidos três tipos de roça: roça de toco, roça alagada e roça mecanizada. A roça de toco é realizada em locais de mata onde se faz a derrubada das árvores com posterior queimada, restando os restos vegetais (tocos) que não são retirados para posterior plantio (Figura 2). Esta roça é utilizada para o plantio de culturas como milho, melancia, abóbora e mandioca.



Figura 2. Roça de toco na Aldeia Piaraçu, etnia Kayapó, São José do Xingu – MT. Fonte: Foto dos autores.

As roças de toco apresentam durabilidade pequena, em torno de dois anos e meio a três anos devido ao esgotamento de nutrientes do solo. Os indígenas da aldeia Piaraçu normalmente realizam descanso da área das roças (pousio) durante cinco a dez anos, e só depois deste período é que podem retornar os plantios novamente naquela área. O descanso do solo na forma de pousio compreende a prática agrícola onde o solo é deixado sem plantios consecutivos, com presença apenas da vegetação voluntária ou de culturas que busquem fortalecer o solo. O período do pousio pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas para recuperação da bioestrutura do local. Contudo, Nunes et al. (2006) verificaram que acima de cinco anos de pousio a área começava a recuperar suas características físico-químicas, igual a uma área de mata de mais de 50 anos.

A roça alagada fica próxima a brejos (áreas úmidas), mantendo-se alagada na época chuvosa. O solo destes locais apresenta coloração mais escura e são cultivados apenas vegetais de ciclo curto, como melancia e milho, que são colhidos antes do alagamento da área.

O terceiro tipo é a roça mecanizada, realizada com auxílio de trator e grade, equipamentos cedidos pela FUNAI (Fundação Nacional do Índio) para ajudar na limpeza e preparo das áreas. Entretanto, o uso destes equipamentos nem sempre é realizado pela falta de conhecimento ou instrução dos indígenas ao operá-los. Qualquer pessoa da comunidade pode utilizá-los, o que resulta na maioria das vezes, na deterioração das máquinas. Na roça mecanizada pode ser cultivado qualquer cultura.

Outro método utilizado na aldeia para recuperação das áreas de roça degradadas é o plantio de pequi, que além de ser um alimento amplamente consumido pelos indígenas, contribui com aumento da renda, pois o excedente da produção é comercializado fora da aldeia. Outra espécie comum de ser ver

nestes quintais agroflorestais é o Jenipapo (*Genipa americana*), que é empregado em tintura corporal do povo indígena (Trindade; Rebello; Kato, 2009).

Assim como em vários aspectos da cultura indígena, Ramos e Januário (2015) destacam que “(...) ensinamentos sobre os cuidados com a terra utilizada na produção de alimentos são passados de pai para filho, entre as gerações”, fato de grande importância para impedir que seus costumes e tradições sejam esquecidos. A sequência para implantação das roças utilizada pelos indígenas abrange escolha do terreno (baseada na qualidade do solo, tamanho e formato da área), derrubada da mata, queimadas para limpeza da roça, cavação e plantio (Alves, 2001).

Para o povo Kayapó Matuktite a natureza aponta por meio de sinais o tempo ideal para começar o preparo da roça. Esses sinais são iniciados pelo revoar das borboletas, florescer dos ipês rosa e amarelo, e aparecimento de gafanhotos e andorinhas. Estes fatos marcam o início da estação chuvosa e sinalizam aos indígenas o período da queima da vegetação para plantio. Diferentemente dos não indígenas, os Kayapó Matuktite ainda utilizam da queima para preparo de solo.

Após a observação dos sinais mencionados, os homens se reúnem na Ngà (casa de palha construída no centro da aldeia, local onde apenas os homens se reúnem para decidirem algo importante ou até mesmo se concentrarem quando há cerimônias tradicionais) para definições sobre a roça, incluindo locais, delimitações e escolha de cultivos.

De acordo com Demarchi (2014), os Kayapó possuem diversos rituais que são divididos em várias categorias: rituais de caça, de pesca, de cerimônias e de preparo da roça. Na aldeia Piaraçu é realizado ritual com a finalidade garantir roças mais produtivas através de uma dança denominada “Puru Kadjiij Amjampronho”.

Ramos e Januário (2015) estudaram a etnia Tapirapé e relataram que a escolha da roça é muito importante para os povos indígenas, sendo avaliados vários critérios, como presença de matéria orgânica, cor, textura, umidade e perfil do solo. O local escolhido deve ser o mais próximo possível da aldeia, entretanto nem sempre isto é possível devido os critérios citados anteriormente para que resulte em uma boa roça e produção. A preferências da escolha do local e cultivares para a roça pertence aos índios de maior idade, devido ao respeito e experiência acumulada ao longo da sua vida.

Na Aldeia Piaraçu isto não é diferente, e os critérios utilizados para escolha das roças são semelhantes. O local escolhido depende da coloração do solo, visto que algumas culturas requerem mais nutrientes, e a escolha da área é feita pelo homem mais velho da casa.

De modo geral, são encontrados alguns padrões em relação à escolha da cultura para plantio: a mandioca geralmente é plantada em qualquer solo, já que não necessita de muitos nutrientes para se desenvolver. Bananeiras são cultivadas em locais com solo com coloração mais escura, indicando grande quantidade de matéria orgânica. As demais culturas são cultivadas em áreas que eram de mata primária, pela grande presença de nutrientes. As principais culturas cultivadas e seus nomes indígenas são: banana

(Tyryti), mandioca (kwyry), melancia (katentapkuru), milho (báy), abóbora (katenre), batata (jat), amendoim (kayrey), abacaxi (akranhiti) e mamão (katêbári).

Após a escolha do local e dos vegetais que serão cultivados, os homens da casa devem proceder com a abertura da roça, realizando a derrubada das árvores e empilhamento dos galhos para que sejam queimados posteriormente. Segundo os membros da Aldeia Piaraçu, todo o trabalho de limpeza da área e plantio foi facilitado nos últimos anos devido à aquisição de equipamentos especializados, como motosserras, tratores com grade e plantadeiras, cedidos pela FUNAI. Em relação a escolha do que plantar foi levantado no trabalho que ambos, o homem e a mulher discutem juntos sobre o vão cultivar. Esse fato é interessante, mostrando não só a importância da mulher na decisão, mas na relevância da opinião, pois elas geralmente irão pensar em plantar produtos voltados a alimentação e produtos medicinais. Além disso, pensam na diversificação e na segurança alimentar e manutenção da viabilidade produtiva da roça no longo prazo (Clement, 1999; Gama et al., 2007). Robert et al. (2012) destacaram a importância da agrobiodiversidade das culturas semeadas na aldeia estudada para a manutenção do conhecimento.

Seguida da abertura da área onde será a roça, são realizadas as queimadas com intuito de limpeza do local, onde todos os membros da família podem ajudar. Na Aldeia Piaraçu, os membros de maior idade indicam onde e como a limpeza com fogo deve ser iniciada, o que geralmente acontece após a primeira chuva da estação. Um grande receio dos indígenas é o alastramento do fogo, que pode queimar áreas de mata que estão próximas, provocar a morte de animais e prejudicar sua saúde através da inalação de fumaça (Mendonça, 2023). Desta forma, após ser iniciado, o fogo sempre é monitorado por meio de abafadores confeccionados com galhos de árvores. Além disso, é realizado na aldeia um ritual com penas das asas do pássaro jacamim (*Psophiaviridis* sp., nome indígena mrymojre), que são colocadas em volta das roças para cessar o fogo caso ele se alastre do local, visto que ele se apaga quando em contato com o material das penas.

Contudo, antes de preconceitos possam ser levantados não se pode esquecer que esta é uma prática, acredita-se, milenar. Acontecia antes da chegada dos Europeus no continente e as matas eram conservadas (Leonel, 2000). Assim, não se pode atribuir jamais que os atuais incêndios nas florestas sejam de responsabilidade destes povos. Antes, o que se observou no trabalho que o cuidado era salutar no meio do povo investigado. Para maior entendimento, Posey (1987) relata detalhadamente o uso controlado do fogo nas aldeias Kayapo e o seu cuidado no manejo deste recurso para limpeza da área. Outra questão e que há de se salientar é que os indígenas possuem conhecimento sobre o efeito danoso do fogo na floresta e na fertilidade do solo. E por isso, tanto o emprego dos incêndios quanto a forma de realizar e ainda a frequência que praticavam na área é muito bem trabalhado, evitando tanto a propagação para a mata quanto a degradação do solo (Pivello, 2008).

Continuando, como já relatado por Gama et al. (2007), na Aldeia Serra do Padeiro, no município de Buararema/BA, em grupos indígenas há divisão do trabalho entre homens, mulheres e crianças. Na Aldeia Piaraçu ocorre da mesma forma. É dever dos homens fazerem a abertura, queimada e limpeza da

roça, enquanto é dever das mulheres realizarem o plantio e os cuidados até a colheita, além do preparo dos alimentos. A mulher que realiza o plantio da roça é reconhecida como ser especialista em garantir uma ótima qualidade da sua produção. Para isso, a mulher Kayapó desde criança já inicia o aprendizado sobre os cuidados e técnicas para serem empregados nas culturas, com ensinamentos que são repassados de mãe para filha, para que quando se casar já possa estar apta em cuidar de sua própria roça. Em alguns casos, outras mulheres da mesma casa podem ajudar a manejar as roças, mas sempre haverá uma líder – especialista – que terá o comando sobre os afazeres.

Segundo tradições e costumes dos Kayapó, a mulher especialista na roça deve se abster de ingerir determinados alimentos antes da realização do plantio, como mel, cará e peixes, como o tucunaré e o pintado. O consumo destes produtos traria mal presságio, pois seus espíritos são conhecidos como má influência no plantio.

Mulheres gestantes são proibidas de frequentar as roças, visto que segundo a cultura, o espírito do feto pode interferir na produção agrícola e acabar com toda a roça. Entretanto, após a colheita, gestantes e crianças são os primeiros a consumirem os alimentos, pois acreditam que isto atrai fartura para as roças.

Crianças indígenas iniciam seus afazeres nas roças com três ou quatro anos de idade. Elas são responsáveis pelo corte das mudas que são plantadas por estaquia. Acredita-se que ramas cortadas por crianças resultem em plantas que crescerão com mais vigor e energia, assim como é o desenvolvimento infantil. Adultos que realizam este trabalho são amaldiçoados até com a morte.

Devido as mudanças climáticas, não existe calendário nem datas pré-definidas para o início do plantio e da colheita nas aldeias. Normalmente, a abertura da roça ocorre entre início de julho e final de setembro, e a limpeza das áreas com o fogo depende do início do período chuvoso (geralmente fim de setembro e início de outubro). O plantio é iniciado em outubro, com algumas variedades de ciclo curto já sendo colhidas entre dezembro e fevereiro, como melancia, abóbora e milho. Culturas de ciclos mais longos (mandioca, cará, batata doce e banana) podem demorar até um ano para serem colhidas.

Antes do plantio são realizadas ainda algumas técnicas e rituais nas roças, para que os cultivos se desenvolvam de forma vigorosa e bonita e para tenham grande produção. Em um ritual, a mulher especialista realiza a aplicação na roça de um produto confeccionado na aldeia, denominado Kutêdwómari, ao qual não tivemos acesso à composição. Não é permitido caminhar no local da roça após a aplicação, pois pode provocar queimaduras na sola dos pés. Outro ritual envolve esfregar peixes, como o trairão e a bicuda, nas ramas de mandioca antes de serem plantadas, a fim de que cresçam saudáveis e de forma mais rápida.

Alguns produtos podem ser plantados antes mesmo da limpeza da área com fogo, como batata doce comum, batata doce preta e cará. Segundo os indígenas, como tais alimentos estão abaixo do solo, as raízes não são prejudicadas pelo fogo na superfície e quando rebrotam novamente, surgem ramos mais

bonitos e vigorosos. Após a queima e limpeza da área serão plantadas as demais culturas como abóbora, melancia, abacaxi, mamão, milho, mandioca, dentre outras.

A forma de armazenamento das sementes foi um fator que se modificou ao longo dos anos, pela necessidade de recipientes adequados. Antigamente, tal armazenamento era realizado em cabaças ou em cestos de buriti, palha ou bambu, confeccionados pelos próprios indígenas. Todas as sementes eram mantidas nestes recipientes que ficavam pendurados nas casas. Com o passar do tempo, foram perdidas variedades assim como o declínio de vigor das sementes. Diante disto, passaram a armazenar as sementes em garrafas de plástico do tipo pet, tornando-se mais vantajoso para manter as características e vigor.

Além da exposição das sementes ao ambiente, com armazenamento não adequado, acredita-se que muitas espécies/variedades foram perdidas na cultura indígena pela facilidade em adquirir o alimento em comércios de cidades próximas ou até mesmo pelo desinteresse de índios mais novos na manutenção da cultura e costumes da aldeia. O cará nativo e outras variedades de milho (eram seis, hoje são cultivadas apenas quatro) e banana (eram dezesseis, hoje apenas onze) foram perdidas por falhas no armazenamento ou multiplicação das culturas. Para tentar recuperar variedades perdidas e manter a diversidade que ainda existente, diversos grupos indígenas realizam trocas de sementes, e recebem sementes tradicionais (feijão, milho, fava, melancia) cedidas pela FUNAI.

Segundo Robert et al. (2012), os Kayapó possuíam diversas variedades de sementes, destacando-se como principais cultivos: batatas doces (*jãt*), amendoim (*kairé-y*), inhames (*móp*), abóbora (*katen*), melancia (*katentapuru*), mandioca (*kenyr* ou *kenyrdjan*), arroz (*baj-gogo*), milho (*bá-y*), bananas (*tyrti*), mamão (*katembori*), urucum (*py*), feijão (*makroy*), cana-de-açúcar (*kadijyati*) e o abacaxi (*akranbeti*). Entretanto, de acordo com os membros da aldeia, este número era mais expressivo há muitos anos. Atualmente, são cultivados apenas melancia, incluindo de casca amarela, abacaxi, pimenta, abóbora, milho, mandioca, batata doce, batata-doce preta, mamão e várias variedades de banana (nanica, maçã, banana da terra e outras oito variedades não nomeadas).

O plantio de apenas uma cultura ou de diversas culturas na mesma roça depende do consumo da família. Geralmente, em todas as roças é realizado o plantio da mandioca de forma separada, enquanto as demais culturas podem ser plantadas em consórcio, principalmente quando a família é pequena.

A mandioca é um produto de grande importância para os índios, pois além de ser o produto principal de sua alimentação, é utilizada na produção de farinha para consumo local e vendas nas cidades próximas. Para o plantio, as ramas de mandioca devem ser deixadas no local próximo à roça onde serão plantadas, cobertas com folhas de coqueiro para evitar a perda de umidade. Estando cobertas, o plantio pode ser realizado em até trinta dias, caso contrário, o intervalo máximo para serem plantadas após o corte são de sete dias. As ramas da mandioca são cortadas entre 15 a 20 centímetros e o plantio é feito em cova superficiais.

A cultura do milho requer cuidados mais específicos para seu plantio: a mulher especialista deve deixar as sementes de molho em água dentro de uma cabaça ou cuia antes do plantio por um período de

24 horas. O milho é plantado em covas, com 3 a 5 sementes por cova, e só ocorre quando as chuvas estão se iniciando, visto a necessidade de maior quantidade de água para seu desenvolvimento.

Em um documentário, o cacique Raoni Metuktire relata a história do aparecimento no milho:

O preparo do milho

“Quando existiam florestas por aqui, só nossos avós indígenas viviam nessa terra. Nesse tempo, um rato fez uma revelação para uma anciã. O nome dela era *Beknyjyji* e o rato se chamavam *Amjorenbokreny’ janejno*. Ela levou os netos para os rios. Quando estava lá, um rato subiu em seu ombro e ela o tirou. Ele voltou a subir no ombro dela, e ela o tirou novamente. Ela falou para os netos pegarem um pau, porque ela ia matar o bicho. Foi naquele momento que o animal revelou o milho. Ele disse: ‘Vó, se acalma comigo que vou te contar uma comida boa’. E ela respondeu: ‘Então me conte sobre essa comida’. E ele começou: *Bôy*. Leva um pouquinho e torra no pilão, depois faz um forno de pedra para assar e come. No fim, você bebe água para ficar com a barriga cheia que nem eu’. Ela respondeu: ‘Agora você pode ir porque já me contou da comida boa’. Tinha muita gente antigamente, por isso aquelas espigas que estavam no chão foram consumidas em poucos dias. Eles procuraram cipós e foram derrubando, com machado de pedra, durante seis dias. Eles falavam entre si: ‘Depois da derrubada, cada uma pega as sementes e faz as roças para plantar para nosso consumo’ (Funbio, 2023).

Ainda sobre os relatos da origem dos alimentos Kayapó Matuktire, é interessante a história do surgimento da mandioca. Segundo os indígenas, havia uma jovem moça muito bonita, a mais bela que tinha na aldeia e por isso, possuía vários pretendentes para ser seu esposo. Desta forma, eram comuns as brigas entre os rapazes da aldeia, o que desagradava muito a jovem e bela moça, que queria agradar a todos. Como ela era muito cobiçada acabou falecendo e alguns dias depois do seu falecimento foi encontrado um pé de mandioca em seu túmulo, originando um dos alimentos mais importantes na dieta indígena.

As medidas de manejo nas roças indígenas são simples e realizadas pelas mulheres da aldeia. O desbaste ou retirada de plantas daninhas é realizado de forma manual a depender do estágio da erva daninha. Esta limpeza pode ser realizada de forma mensal ou apenas quando a área é deixada para descanso (pousio) – neste último caso, toda a família pode auxiliar.

A praga que causa maior prejuízo pelo ataque às culturas são as formigas cortadeiras. O controle é realizado através da aplicação de calda da folha de mandioca, deixada de molho por alguns dias e posteriormente aplicada no entorno das roças, ou através de círculo de fogo ao redor dos formigueiros. Entretanto, alguns donos de roças não realizam nenhum controle ou manejo, pois segundo eles, se existem formigas, pacas, tatus ou outros tipos de pragas nas roças é indício de que os animais também estão com fome e têm o direito de se alimentarem.

Já a colheita não apresenta data definida, pois depende dos ciclos das culturas. Ressalta-se que a colheita também é realizada por crianças e mulheres, sendo a mulher especialista a responsável pela família e pelo preparo dos alimentos colhidos.

Há algumas décadas, a alimentação dos indígenas Metuktire era baseada estritamente na produção oriunda da roça, da pesca e da caça. Após o estabelecimento da rodovia MT 332 ocorreram mudanças na forma e tipo de alimentação. A facilidade de acesso e locomoção aos municípios próximos possibilitou não só a compra de alimentos, mas de produtos industrializados em geral.

Os principais alimentos adquiridos na cidade são arroz, feijão, macarrão, frango e refrigerante, enquanto mandioca, milho, abóbora, melancia, mel e carnes continuam sendo de origem das roças, caça e pesca. Com a aquisição destes produtos manufaturados também vieram malefícios à saúde dos indígenas. A mudança nos hábitos alimentares e no tipo de alimentação ocasionou a diminuição da imunidade e aparecimento de doenças como hipertensão e diabetes. Auzani & Giordani (2008) salientaram que em diversas aldeias a má alimentação estão gerando desnutrição em adultos e crianças indígenas. Contudo, o que se percebeu é que o contato com outros povos ou até mesmo a falta de uma roça na aldeia e o acesso a caça e pesca têm determinado um colapso nutricional nos povos indígenas no país. Assim, vivem em total estado de insegurança alimentar, desnutrição, enfermidades e perda da cultura e tradições indígenas.

Na cultura indígena, a caça é uma das principais formas de se conseguir alimentos. Todo o conhecimento é repassado de geração em geração, o que inclui ensinamentos de manuseio de arco e flecha, armas brancas e armas de fogo. Animais como macaco, anta, capivara, caititu, paca e mutum compreendem a fauna utilizada para alimentação pelos indígenas da aldeia Piaraçu. Entretanto, eles possuem uma regra muito clara, todo e qualquer animal abatido deve ser prontamente consumido, evitando-se qualquer tipo de desperdício.

Seguido da caça, a pesca também contribui para a alimentação indígena. De forma tradicional, crianças a partir de três anos de idade já são ensinadas a pescar e as canoas utilizadas são produzidas a partir de apenas um tipo de madeira e deve ser construída pelo homem mais velho da casa. Os principais peixes siluriformes consumidos são pirarara, filhote, pintado e jaú, enquanto pacu e piranha compreendem os peixes de escamas mais pescados.

Diferentemente do que os mais antigos contavam, atualmente o acesso ao atendimento médico e medicações está mais simples, inclusive pela presença de um posto de saúde dentro da aldeia, que conta com médico e enfermeira para atendimento aos indígenas. Devido ao fato da mudança alimentar pelo contato com o homem branco, os índios desenvolveram doenças como hipertensão e diabetes, sendo assistidos pela equipe médica local.

Medicações são levadas às casas dos que necessitam em horário marcado e são realizadas campanhas de vacinação para imunizar toda a aldeia. Outro aspecto considerado mais moderno é a realização de partos: as índias gestantes são encaminhadas para os hospitais da cidade mais próxima para que o nascimento da criança seja acompanhado por diferentes profissionais, garantindo todo acompanhamento e segurança para mãe e filho.

O fator educação também tem se modernizado ao longo dos anos. As crianças podem ser alfabetizadas na própria aldeia, onde aprendem a ler e escrever nas duas línguas: português e indígena. A presença de uma escola na aldeia para os primeiros anos de ensino (básico e fundamental) facilita o acesso de todas as crianças à informação e conhecimento, entretanto, para cursarem ensino médio e superior, os indígenas devem se deslocar para as cidades.

ROÇA DAS VIÚVAS

Após o falecimento de seu esposo, a mulher indígena fica viúva e perde direitos na aldeia, como a propriedade da roça, visto que o homem não está mais presente para cuidar da abertura, preparo e limpeza da área para plantio. Diante disso, a mulher possui duas alternativas: casar-se novamente (o que raramente acontece, pois são muito fieis aos falecidos esposos) ou se juntar às demais viúvas da aldeia para realizarem a própria roça, denominada “roça das viúvas” (Figura 3).

As viúvas utilizam roças que foram deixadas para descanso há dois ou três anos e que estão mais próximas da aldeia. Todas se reúnem para realizar a limpeza, plantio e manejo da produção, podendo receber ajuda dos familiares. Os principais alimentos cultivados são mandioca e milho, mas podem ser vistas roças com abóbora e melancia. Ao fim das safras, elas se reúnem para realizarem a colheita e dividir a produção.



Figura 3. (A) Índias viúvas que trabalham na roça das viúvas na aldeia Piraçu, etnia Kayapó; (B) Roça das viúvas na aldeia Piraçu, etnia Kayapó, São José do Xingu - MT. Fonte: Fotos do acervo pessoal dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características da agricultura indígena são baseadas em uma agricultura familiar, de conservação e de subsistência, onde cada membro da casa (homens, mulheres e crianças) desempenha papéis específicos. Esta divisão de trabalho é repassada de geração em geração, com os mais novos aprendendo os cuidados e manejo da roça com seus pais e avós. Além disso, existe uma hierarquia nas tomadas de decisões sobre os quintais de produção, com o membro mais velho da casa sendo prioridade, visto o respeito e a experiência acumulados ao longo dos anos.

Um aspecto social importante é o acolhimento das viúvas nas aldeias. Apesar de terem a opção de se casarem novamente, muitas não o fazem em respeito aos falecidos esposos e decidem seguir juntamente com outras viúvas com todo o preparo e manejo de suas próprias roças. Isto demonstra o

apoio que elas recebem da comunidade indígena, já que podem usufruir de quintais que estariam em pousio e que se localizem próximo à aldeia.

Apesar de sempre incentivarem a perpetuação dos costumes dentro da aldeia, muitos jovens apresentam desinteresse neste sentido, principalmente no que se refere às práticas culturais na aquisição/produção de alimentos. Caça e pesca, por exemplo, são ensinadas a todas às crianças, mas poucos despertam o interesse em adquirir alimentos destas formas, preferem a facilidade da compra de produtos industrializados nas cidades próximas.

Diante disso, é observada uma ressignificação da cultura indígena, onde a aldeia apresenta mesclagem dos costumes tradicionais dos índios com costumes adquiridos da cultura não indígena. Mesmo frente à isso, é visível a força e a vontade de muitos membros em manter a cultura, as tradições e a memória dos Kayapó.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R. N. B. (2001) Características da Agricultura Indígena e sua Influência na Produção Familiar da Amazônia. 1ª ed. Belém: Embrapa. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/>. Acesso em: 16 abr. 2019.
- Auzani, S. C. S., & Giordani, R. C. F. (2008). Inter-relações entre espaço físico, modo de vida *Mbyá-Guarani* e alimentação na perspectiva da segurança alimentar: reflexões sobre a área indígena Araçá-í em Piraquara/PR. Espaço Ameríndio, 2(1), 129-165.
- Clement, C. R. (1999). 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. II. Crop biogeography at contact. Economic Botany, 53(2), 203-216.
- Crepaldi, G. B., & Januário, E. (2013). Alimentação indígena em Mato Grosso: Educação Ambiental e Prática Cultural. Cuiabá: Instituto Merireu Editora.
- Demarchi, A. L. C. (2014). KukràdjàNhipêjx: fazendo cultura - beleza, ritual e políticas da visualidade entre os Mebêngôkre Kayapó. Tese de Doutorado. PPGSA UFRJ Instituto de Filosofia e Ciências Sociais.
- Dreyfus, S. (1972). Los Kayapo del Norte: Estado de Pará-Brasil: contribución al estudio de los indios Ge. Los Kayapo del Norte (Dreyfus 1972) - Biblioteca Digital Curt Nimuendajú (etnolinguistica.org). Disponível em: <http://www.etnolinguistica.org/biblio:dreyfus-1972-kayapo>. Acesso em: 12/07/2023.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories From Case Study Research. Academy of Management Review, 14 (4), 532-550. Doi: 10.2307/258557.
- Freitas, F. O., & Freitas, J. Z. F. (2003). Relato sobre mudança cultural em comunidades do Parque indígena do Xingu. 1. ed. Brasília: Embrapa, 10 mar., 1-17. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/185379/1/bp050.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

- Funbio - Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (2023). Ancestralidade e futuro: a história do povo Kayapó pelo cacique Raoni Metuktire. Disponível em: <https://www.funbio.org.br/ancestralidade-e-futuro-a-historia-do-povo-kayapo-pelo-cacique-raoni-metuktire/>. Acesso em: 15/03/2023.
- Gama, E. V. S., Marques, C. T. S., Carvalho, A., Silva, F., Frias, M. T., & Almasy Jr., A. A. (2007). Divisão de trabalho entre homens e mulheres na Aldeia Indígena Tupinambá de Serra do Padeiro, Buerarema – BA. Revista Brasileira de Agroecologia, 2 (2), 1669-1673.
- Gutierrez, S. R., Januário, E. (2014). Territórios indígenas em Mato Grosso. 1ª ed. Volume 4. Cuiabá: Instituto Merireu. Disponível em: <http://www.merireu.org.br/publicacoes>. Acesso em 10/07/2023.
- ISA - Instituto Socioambiental (2011). Almanaque Socioambiental Parque Indígena do Xingu: 50 anos. São Paulo: Instituto Socioambiental. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/publicacoes-isa/almanaque-socioambiental-parque-indigena-do-xingu-50-anos>. Acesso em: 10/07/2023.
- Lea, V. (1992). Mebengokre (Kayapó) onomastics: a facetofhousesas total social facts in Central Brazil. Man, Londres: Royal Anthr. Inst. of Great Britain Ireland, 27(1), 129-153.
- Lea, V. (1995). Casa-se do outro lado: um modelo simulado da aliança mebengokre (Jê). In: VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo, org. Antropologia do parentesco: estudos ameríndios. Rio de Janeiro: UFRJ, 321-360.
- Leonel, M. (2000). O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. Estudos Avançados, 14(40), 231-250.
- Mariano, M. C. (2019). *Kukràdjà*: territorialidade e estratégias de mobilização social entre os Mètyktire (Kayapó). Tese de Doutorado. PPGCS UNESP Faculdade de Filosofia e Ciências.
- Mendonça, M. J. C. (2023). Estimação do Dano à Saúde Humana devido ao Uso do Fogo na Amazônia. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro2001/artigos/200105202.pdf>. Acesso em: 08/09/2023.
- Nunes, L. A. P. L., Araújo Filho, J. A., & Menezes, R. I. Q. (2006). Impacto da queimada e do pousio sobre a qualidade de um solo sob caatinga no Semi-Árido Nordeste. Revista Caatinga, 19(2), 200-208.
- Pivello, V. R. (2008). Os Cerrados e o fogo. ComCiência, Campinas, n.104.
- Posey, D. (1987). Manejo da floresta secundária, capoeiras, campos e cerrados. In: B. Ribeiro (org.). Suma Etnológica Brasileira, t. 1. Petrópolis, Vozes.
- Posey, D. A., & Elisabetsky, E. (1991). Conceito de animais e seus espíritos em relação a doenças e curas entre os índios Kayapó da aldeia Gorotire, Pará. Boletim do MPEG, Série Antropologia, Belém: MPEG, 7(1), 21-36.
- Ramos, P. R., & Januário, E. (2015) Agricultura Indígena O Sistema Agrícola Praticado entre os Tapirapé. 1ª ed. Volume 5. Cuiabá: Instituto Merireu.

- Robert, P., Garcés, C. L., Laques, A., Coleho-Ferreira, M. (2012). A beleza das roças: agrobiodiversidade Mebêngôkre-Kayapó em tempos de globalização. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., 7(2), 339-369.
- Saquet, M. A. (2007). *Abordagens e Concepções de Território*. São Paulo, Ed. Expressão Popular.
- Trindade, E. F. S., Rebello, F. K., & Kato, O. R. (2009). Quintais agroflorestais: diversidade, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental. Embrapa Amazonia Oriental. Disponível em: In: Congresso Brasileiro De Sistemas Agroflorestais, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis. [Luziânia]: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa.
- Turner, T. (1991). The Mebengokre Kayapó: history, social consciousness and social change from autonomous communities to inter-ethnic system. Manuscrito inédito. Departamento de Antropologia. Universidade de Chicago, 337p.
- Turner, T. (1998). Os Mebengokre Kayapo: História e Mudança Social de comunidades autônomas para a coexistência interétnica. São Paulo: Companhia das letras, Secretaria Municipal de Cultura: Fapesp. 1998.
- Txucarramãe, M. K. W., Araújo, K. F., & Teixeira, V. M. (2022). Mekaron Nhyrunkwa: reconhecimento do território cultural Mebêngôkre a partir do acidente do voo Gol 1907. Ateliê Geográfico, 16 (1), 50-66.
- Verswijver, G. (1978). A história dos índios Kayapó. Revista da atualidade indígena, 12, 9-16.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Extrato aquoso de folhas de *Sarcomphalus joazeiro* afeta a emergência e o desempenho das plântulas de *Anadenanthera colubrina*?

Recebido em: 15/11/2023

Aceito em: 18/11/2023

 10.46420/9786585756143cap8

Monalisa Alves Diniz da Silva 

Joyce Naiara da Silva 

Rivonaldo Batista da Cruz 

Edilma Pereira Gonçalves 

Jeandson Silva Viana 

João Paulo Goes da Silva Borges 

INTRODUÇÃO

Devido à utilização inadequada das formações naturais, diversos ecossistemas brasileiros enfrentam ameaças de degradação, tornando necessária à sua recuperação. Atualmente, os programas destinados à restauração de áreas degradadas não se limitam apenas a práticas agronômicas ou silviculturais de plantio de espécies perenes com o único objetivo de reintroduzir árvores nativas em uma determinada região. Observa-se cada vez mais a tentativa de reconstituir as complexas interações da comunidade vegetal, respeitando suas características intrínsecas, a fim de assegurar a perpetuação e evolução da comunidade ao longo do tempo e do espaço (Rodrigues & Gandolfi, 2000; Soares, Scalon, Pereira & Vieira, 2002). Para alcançar êxito, é vital empregar espécies vegetais que sejam mutuamente compatíveis, sem apresentar propriedades inibitórias que possam prejudicar o estabelecimento e, consequentemente, restringir a eficácia dos reflorestamentos (Piña-Rodrigues & Lopes, 2001).

A alelopatia refere-se à habilidade de interação entre duas ou mais plantas, na qual uma pode exercer influência positiva ou negativa sobre a germinação e o desenvolvimento da outra (Hierro & Callaway, 2021). Os compostos alelopáticos emitidos por uma planta específica têm a capacidade de influenciar o desenvolvimento, crescimento e impedir a germinação das sementes de outras plantas. Esses compostos são sintetizados em diversos órgãos da planta, incluindo raízes, folhas, flores e frutos, com uma propensão para se concentrar principalmente nas folhas (Martins et al., 2020).

Sarcomphalus joazeiro (Mart.) Hauenschild (basiônimo: *Zizíphus joazeiro* Mart.) é uma espécie pertencente à família Rhamnaceae que faz parte do bioma Caatinga e é endêmica do Nordeste do Brasil. A planta é utilizada na alimentação, produção industrial e principalmente na medicina tradicional no tratamento de febre, infecções bacterianas, infecções do trato respiratório e gastrointestinal (Santos et al., 2021). Em folhas de *Z. joazeiro* foram encontrados alcaloides, saponinas, triterpenos, taninos, ácidos fenólicos e flavonoides (Melo, Rocha, Santos, Chavasco & Chavasco, 2012; Brito et al., 2015), alguns

desses compostos têm a capacidade de atrasar o processo de germinação de sementes ao inibir a atividade de enzimas associadas à respiração, à síntese de RNA, DNA, à produção de ATP e de compostos intermediários do aparato fotossintético (Zohaib, Tabassum, Abbas & Rasool, 2014; Zohaib, Abbas & Tabassum, 2016).

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan (Fabaceae), conhecida popularmente como angico, é uma espécie nativa e ocorre nos estados do Nordeste (Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná) (Morim, 2020). Por ser da família Fabaceae, esta espécie tem potencial de realizar a fixação biológica de nitrogênio, sendo uma alternativa relevante para ser incorporada em regiões de restauração florestal ou em sistemas agroflorestais (Souza, Souza, Costa, Peloso & Lana, 2012).

Inúmeras investigações têm sido conduzidas com o propósito de analisar a bioatividade de extratos naturais, examinando suas propriedades alelopáticas e influências ecológicas. Visto isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade alelopática do extrato aquoso de folhas de *S. joazeiro* sobre a emergência e desenvolvimento inicial das plântulas de *A. colubrina*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, no município de Serra Talhada-PE. Para confecção do extrato aquoso foram coletadas as folhas de *S. joazeiro* na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em horário matinal, posteriormente foram acondicionadas em sacos plásticos e conduzidas ao laboratório. Como espécie alvo, foi utilizada a espécie florestal *A. colubrina*. As sementes foram concedidas pelo Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental (NEMA) da cidade de Petrolina-PE. As sementes são provenientes do Programa de Resgate de Germoplasma do Projeto de Integração do São Francisco-PISF.

Para a obtenção do extrato aquoso bruto, utilizou-se a proporção de 250 g de folhas frescas para 1000 mL de água destilada, conforme Cruz, Nozaki & Batista (2000); procedendo-se com a trituração com o auxílio de um liquidificador. Posteriormente, a solução obtida foi filtrada em pano 100% algodão, com as subsequentes diluições para obtenção das diversas concentrações, sendo elas 25, 50, 75 e 100% (extrato bruto), utilizou-se 0% (água) como testemunha.

O teste de emergência foi conduzido com cinco repetições de 20 sementes por tratamento, as quais foram semeadas em bandejas de polietileno de 128 células. Para o preenchimento das bandejas foi utilizada areia esterilizada em estufa à 200°C durante quatro horas, conforme recomendações da RAS (Brasil, 2009). Diariamente as bandejas foram irrigadas com as diferentes concentrações, considerando a perda de umidade do substrato.

Foram contabilizados a primeira contagem de emergência (PCE) em que foi computada a porcentagem de plântulas normais aos quatro dias após a semeadura (Brasil, 2013); porcentagem de emergência (PE), onde os valores foram adquiridos determinando-se a porcentagem de plântulas normais no 10º dia após a semeadura (Brasil, 2013); o índice de velocidade de emergência (IVE), o qual foi determinado por meio da contagem do número de plântulas emersas, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, conforme Maguire (1962); o tempo médio de emergência (TME), avaliado conjuntamente com o teste de emergência e calculado segundo Labouriau (1983); o comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR) utilizando régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/número de plântulas normais; a massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR). A obtenção da massa seca foi por meio da secagem em estufa regulada a 80 °C por 24 horas, conforme recomendações de Nakagawa (1999), os resultados expressos em g/número de plântulas normais.

Para cada experimento utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos fatores quantitativos foram submetidas à análise de regressão. As análises foram realizadas com auxílio do software R 4.2.1 (R Core Team, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), apenas as variáveis “primeira contagem de emergência”, “índice de velocidade de emergência”, “comprimento da parte aérea” e “massa seca do sistema radicular” foram influenciadas pelas diferentes concentrações do extrato aquoso de *S. joazeiro*.

Tabela 1. Análise de variância das variáveis de emergência e desenvolvimento inicial de plântulas provenientes de sementes de *Anadenanthera colubrina*, submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro*. Fonte: os autores.

F.V.	GL	Quadrado médio							
		PCE (%)	PE (%)	IVE	TME (dias)	CPA (cm)	CSR (cm)	MSP A (g)	MSSR (g)
Concentrações	4	334,0**	396,5 ^{ns}	0,715*	1,31 ^{ns}	0,728**	0,258 ^{ns}	0,083 ^{ns}	0,009*
Resíduo	20	14,5	159,5	0,227	0,49	0,162	0,336	0,038	0,002
Total	24								
CV (%)		25,0	18,4	19,3	10,7	8,8	13,9	29,4	30,0
Média		13,6	61,4	2,2	5,9	4,1	3,7	0,597	0,146

*Efeito significativo a 1% (**), a 5% (*) e efeito não significativo (^{ns}) pelo teste F. Legenda: fatores de variação – F.V.; coeficiente de variação -CV; primeira contagem de emergência – PCE; porcentagem de emergência –PE; índice de velocidade de emergência – IVE; tempo médio de emergência – TME; comprimento da parte aérea – CPA; comprimento do sistema radicular – CSR; massa seca da parte aérea – MSPA e do sistema radicular – MSSR.

Ao avaliar o vigor das sementes de *A. colubrina* a partir da primeira contagem de emergência (Figura 1A), foi observado que ao utilizar a concentração de 25% houve um aumento da emergência em relação a testemunha (48%), porém à medida que se aumentou a concentração do extrato verificou-se um declínio da primeira contagem de emergência, havendo uma redução de 50% entre a testemunha e a maior concentração (100%).

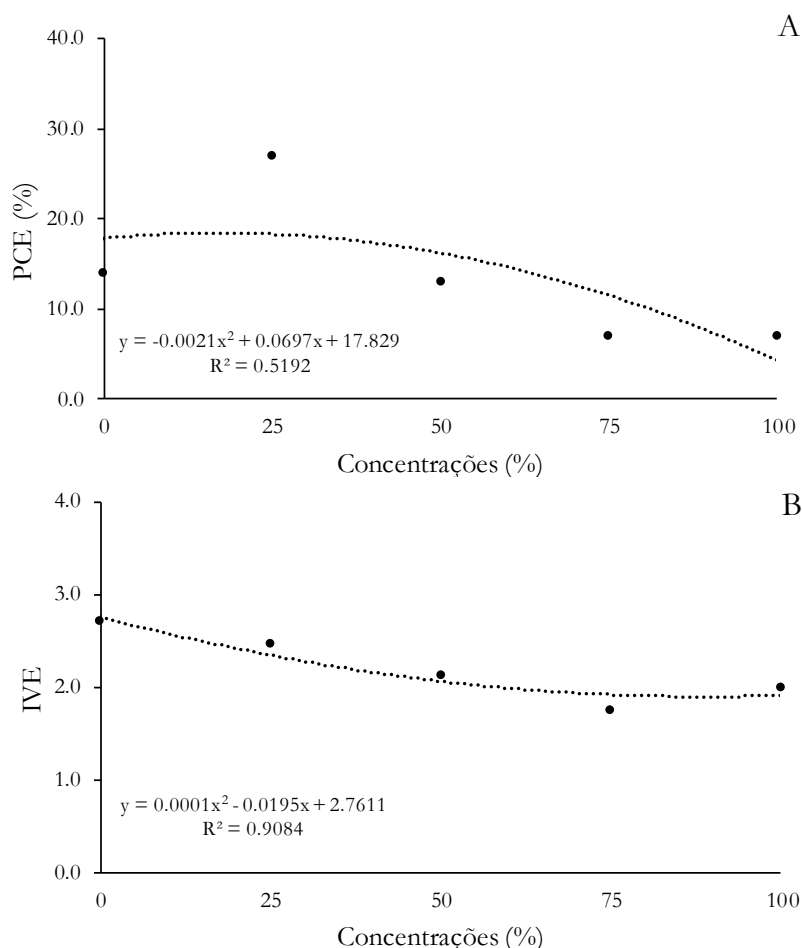


Figura 1. Primeira contagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) de plântulas oriundas de sementes de *Anadenanthera colubrina*, submetidas a diferentes concentrações dos extratos aquosos de *Sarcomphalus joazeiro*. Fonte: os autores.

Dentre os testes utilizados para classificação do vigor baseado no desempenho das plântulas destaca-se o da primeira contagem da germinação ou da emergência, fundamentado na premissa de que os lotes com maior porcentagem de plântulas normais, na primeira avaliação, são os mais vigorosos (Nakagawa, 1999). Assim, o teste de primeira contagem analisa a redução no vigor das plântulas na fase inicial de crescimento (Carvalho & Nakagawa, 2012), ou seja, as sementes ou plântulas que foram irrigadas apenas com água (concentração zero) apresentaram maior vigor do que aquelas que foram irrigadas com as diferentes concentrações do extrato aquoso de *S. joazeiro*.

Para o índice de velocidade de emergência (Figura 1B) houve um declínio do mesmo à medida que aumentou a concentração do extrato aquoso de folhas de *S. joazeiro*, o que foi explicado por um

modelo polinomial de 2º grau, em que os menores valores foram observados na concentração máxima (1,99), resultando numa redução de 26,3% em relação a concentração zero (apenas água).

Em folhas de *S. joazeiro* foram encontrados alcalóides, saponinas, triterpenos, taninos, ácidos fenólicos e flavonoides (Melo, Rocha, Santos, Chavasco & Chavasco, 2012; Brito et al., 2015), alguns desses compostos têm a capacidade de atrasar o processo de germinação de sementes ao inibir a atividade de enzimas associadas à respiração, à síntese de RNA, DNA, à produção de ATP e de compostos intermediários do aparato fotossintético (Zohaib, Tabassum, Abbas & Rasool, 2014; Zohaib, Abbas & Tabassum, 2016). Ao utilizarem extrato aquoso de folhas de *S. joazeiro*, Silva et al. (2023) observaram que o índice de velocidade de emergência de plântulas de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson. diminuiu significativamente à medida que as concentrações do extrato aquoso aumentaram, evidenciando uma redução de 54,5% entre as concentrações de 0% e 100% dos extratos.

Ao avaliar o desempenho das plântulas a partir do comprimento da parte aérea (Figura 2A), foi observado que a maior média foi obtida a partir das plântulas oriundas das sementes irrigadas apenas com água (concentração zero), à partir da concentração de 25% houve uma redução para esta variável, atingindo os menores valores quando utilizada a concentração de 100%.

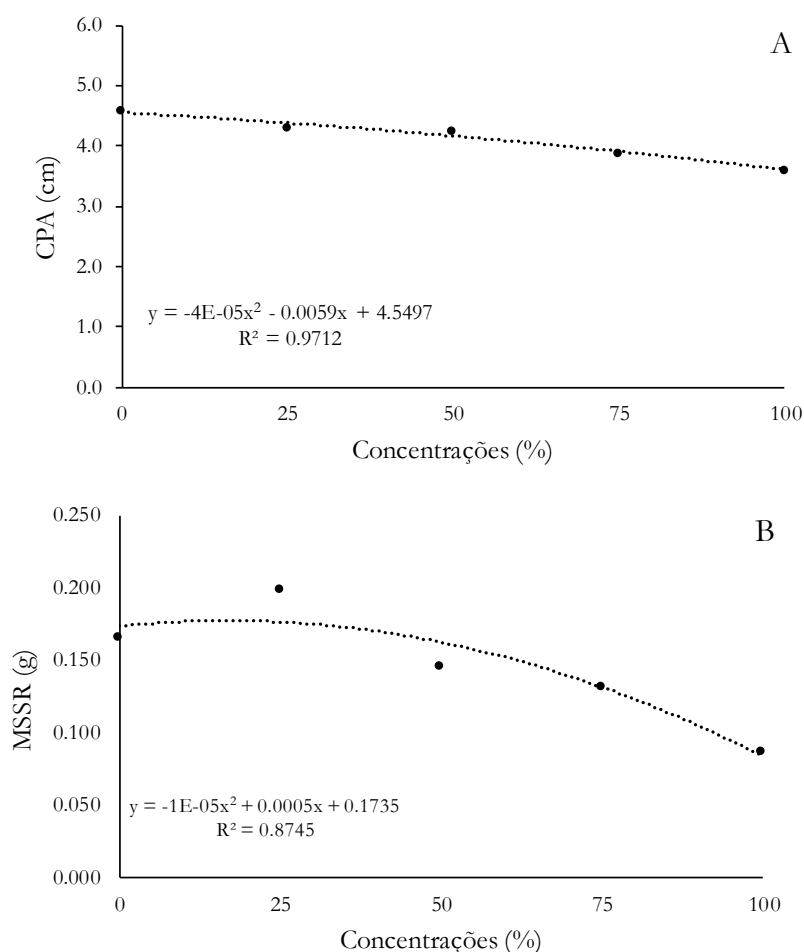


Figura 2. Comprimento da parte aérea (A) e massa seca do sistema radicular (B) de plântulas de *Anadenanthera colubrina* submetidas a diferentes concentrações dos extratos aquosos de *Sarcomphalus joazeiro*. Fonte: os autores.

A massa seca do sistema radicular (Figura 2B) das plântulas de *A. colubrina*, foi afetada negativamente a partir da concentração de 50% do extrato foliar de *S. joazeiro*, havendo uma redução de 47,3% entre a concentração máxima (100%) e a mínima (apenas água).

Pesquisas indicaram que a presença de aleloquímicos em extratos vegetais pode impactar de maneira direta o crescimento e a acumulação de massa seca em plantas suscetíveis por meio de diversos mecanismos de ação, como aumento da permeabilidade da membrana, redução da eficiência fotossintética e aumento do estresse oxidativo. Isso resulta em danos mais significativos ao crescimento do sistema radicular devido à exposição direta a substâncias fitoquímicas (Oracz et al., 2007; Radhakrishnan, Alqarawi & Abdallah, 2018; Ghimire et al., 2020). Oliveira et al. (2015) relataram que o comprimento de mudas de alface foi significativamente afetado à medida que as concentrações de extratos aquosos de folhas frescas de *Z. joazeiro* aumentaram em comparação ao controle. Esses achados corroboram com os resultados do presente estudo, no qual tanto o crescimento quanto a massa seca das plântulas foram negativamente afetados pelas diversas concentrações dos extratos de *S. joazeiro*.

Para que a introdução de sistemas agroflorestais na Caatinga e a execução de projetos de recuperação de áreas degradadas sejam bem-sucedidos, é crucial levar em conta os efeitos alelopáticos presentes no sistema, uma vez que esses efeitos influenciam diretamente a composição florística e a predominância das espécies vegetais (Silva, Silva, Alves, Gonçalves & Viana, 2021). Visto isso, são necessários estudos mais aprofundados de como o consórcio dessas duas espécies se comportam no campo.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso de folhas de *S. joazeiro* não afeta a emergência final das plântulas de *A. colubrina*, mas interfere de forma negativa no seu vigor.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF e o Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR pela disponibilização das sementes de *Anadenanthera colubrina*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária: Brasília: MAPA/ACS, 399 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2013). Instruções para análise de espécies florestais. Brasília, DF: Agropecuária MAPA/ACS, 98 p.

- Brito, S. M., Coutinho, H. D., Talvani, A., Coronel, C., Barbosa, A. G., Vega, C., & Menezes, I. R. (2015). Analysis of bioactivities and chemical composition of *Zizyphus joazeiro* Mart. using HPLC–DAD. Food Chemistry, 186, 185-191. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.031
- Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. (2012). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 590 p.
- Cruz, M. E. Z., Nozaki, M. H., & Batista, M. A. (2000). Plantas medicinais e alelopatia. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, 3, 28-34
- Ghimire, B. K., Wang, M. H., Sacks, E. J., Yu, C. Y., Kim, S. H., & Chung, I. M. (2020). Screening of allelochemicals in *Miscanthus sacchariflorus* extracts and assessment of their effects on germination and seedling growth of common weeds. Plants, 9, 1-23. DOI: 10.3390/plants9101313
- Hierro, J. L., & Callaway, R. M. (2021). The ecological importance of allelopathy. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 52, 25-45. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-051120-030619
- Labouriau, L. G. (1983). A germinação de sementes. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 173 p.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2, 176-177.
- Martins, G. M. C., Silva, J. M., Silva, H. C. H., Silva, J. V., & Moura, F. B. P. (2020). Potencial alelopático de extratos aquosos de *Anadenanthera colubrina* (vell.) Brenan sobre a germinação da alface. Revista Ouricuri, 10, 001-010.
- Melo, M. D. S. F., Rocha, C. Q., Santos, M. H., Chavasco, J. M., & Chavasco, J. K. (2012). Pesquisa de bioativos com atividade antimicrobiana nos extratos hidroetanólicos do fruto, folha e casca de caule do *Zizyphus joazeiro* Mart. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, 10, 43-51.
- Morim, M. P. (2020). *Anadenanthera* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB18071>>. Acesso em: 14 nov. 2023
- Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J.B. (Eds). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, p. 1-21.
- Oliveira, A. S. L., Silva, M. A. D., Araujo, A. V., Nunes, A. F., & Brito, A. C. V. (2015). Extratos de juazeiro e catingueira são alelopáticos às plântulas de alface? Enciclopédia Biosfera, 11, 230-242.
- Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Côme, D., Corbineau, F., & Bogatek, R. (2007). Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. Journal of Chemical Ecology, 33, 251-264. DOI: 10.1007/s10886-006-9222-9
- Piña-Rodrigues, F. C. M., & Lopes, B. M. (2001). Potencial Alelopático de *Mimosa Caesalpinaefolia* Benth Sobre Sementes de *Tabebuia Alba* (Cham.) Sandw. Floresta e Ambiente, 8, 130-136.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

- Radhakrishnan, R., Alqarawi, A. A., & Abdallah, E. F. (2018). Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 158, 131-138. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2018.04.018
- Rodrigues, R. R., & Gandolfi, S. (2000). Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. Rodrigues, R. R.; Leitão F^o, H. F. (Eds.). *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: EDUSP, FAPESP, 235-247.
- Santos, M. M., Arriel, E. F., Leite, J. A., Almeida, E. P., Freire, A. L. O., França, G. M., Batista, A. W., & Ferreira, C. D. (2021). Propagação clonal de *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild por miniestaquia com o uso de *Cyperus rotundus* L. *Brazilian Journal of Development*, 7, 34256–34270. DOI: 10.34117/bjdv7n4-062
- Silva, M. A. D., Silva, J. N., Cruz, R. B., Sousa, N. R., Rodrigues, M. H. B. S., Gonçalves, E. P., Viana, J. S. & Borges, J. P. G. S. (2023). Alelopátia de *Erythrina velutina* Willd e *Ziziphus joazeiro* Martius sobre a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & RW Jobson. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 16, 9736-9751. DOI: 10.55905/revconv.16n.8-093
- Silva. M. A. D., Silva, J. N., Alves, R. M., Gonçalves, E. P., & Viana, J. S. (2021). Alelopátia de espécies da Caatinga. *Research, Society and Development*, 10, e57610414328. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.14328
- Soares, G. L. G., Scalon, V. R., Pereira, T. D. O., & AlmeidaVieira, D. D. (2002). Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. *Floresta e Ambiente*, 9, 119-126.
- Souza, P. B. D., Souza, A. L. D., Costa, W. D. S., Peloso, R. V. D., & Lana, J. M. D. (2012). Florística e diversidade das espécies arbustivo-arbóreas regeneradas no sub-bosque de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Cerne*, 18, 413-421.
- Zohaib, A., Abbas, T., & Tabassum, T. (2016). Weeds cause losses in field crops through allelopathy. *Notulae Scientia Biologicae*, 8, 47-56. DOI: 10.15835/nsb.8.1.9752.
- Zohaib, A., Tabassum, E. T., Abbas, T., & Rasool, T. (2014). Influence of water soluble phenolics of *Vicia sativa* L. on germination and seedling growth of pulse crops. *Scientia Agriculturae*, 8, 148-151. DOI: 10.15192/PSCP.SA.2014.4.3.148151.

Estudo da percepção dos consumidores sobre as boas práticas de processamento do açaí fruto no município de Capanema-PA

Recebido em: 06/11/2023

Aceito em: 15/11/2023

 10.46420/9786585756143cap9

Geovanna Vasconcelos Barros 

Michelly de Oliveira Reis 

Raquel Silva Moreira 

Ana Karlla Magalhães Nogueira 

INTRODUÇÃO

Existem muitas espécies frutíferas que compõem e enriquecem o solo amazônico com diferentes mudas, dentre elas o açaizeiro (*Enterpe oleracea Mart.*), uma palmeira da região de várzea e igapó, típico de regiões tropicais do estuário amazônico, sendo cultivada também, em terra firme, propriamente, para viabilizar o aumento de sua oferta e comercialização (Oliveira, 2002). De acordo com o mesmo autor o açaí é uma fruta do agroextrativismo, produzido e extraído por ribeirinhos, população local de baixa renda, e comporta-se como atual referência do estado paraense em comida típica.

Diante disso, o fruto vem sendo reconhecido pelas suas características nutricionais e antioxidantes que promovem grandes benefícios a saúde, uma vez que possui abundância de fibras solúveis, carboidratos, minerais e proteínas que proporcionam grande potencial fisioterapêutico na preservação contra doenças como o câncer, doenças cardíacas, como também controle do colesterol, fazendo que seus resultados ofereçam subsídios funcionais a saúde (Velasque & Lobo, 2016).

Segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM, 2022) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Estado do Pará é o maior produtor de açaí do Brasil, respondendo por quase 94% de todo o açaí produzido no país, totalizando 1.485.113 toneladas em 2022. Nesse âmbito, os dados refletem a importância social, econômica e ambiental da cadeia produtiva para o estado do Pará.

Com o desenvolvimento e reaproveitamento do açaí é possível utilizar todas as suas 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 (Yuyama et al. 2013). Outrossim, o interesse pelo açaí vem se ampliando para outros mercados além do alimentício, como o da farmácia e o de cosméticos (Cartonilho, 2008; Rodrigues, 2010; Yuyama et al. 2013; Sales, 2014; Barbosa, 2016).

A diversidade desses métodos de utilização do fruto contribui consideravelmente para o desenvolvimento socioeconômico da região, uma vez que, a produção do açaí apoia um quantitativo

significativo da população local, gerando oportunidades de trabalho e renda para famílias, nas quais se envolvem nessas práticas com o objetivo de comercializar o produto para garantir seu próprio sustento. Apesar de atender, demasiadamente, a região Norte, o fruto do açaí deixou de ser classificado como um bem restrito interno do estado, pois possui uma grande demanda de comercialização em todo o território brasileiro e em escala internacional (Alvez Valles, 2013).

Nesse contexto, é fundamental que os estabelecimentos que comercializam açaí visem o bem-estar do consumidor buscando seguir as normas sanitárias e de boas práticas de manipulação de alimentos, desde a seleção dos frutos até a distribuição do produto final. Além de ser uma tarefa importante para o manipulador, é papel do consumidor também verificar quais locais realizam todos os procedimentos referentes à segurança alimentar, posto que, é necessário tomar cuidado com o açaí contaminado, em função de muitas doenças que podem ser transmitidas aos consumidores do fruto.

A contaminação do açaí pode ser instaurada 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 (OMS – Organização Mundial de Saúde, 2001). A contaminação do açaí, é comumente, relacionada à incidência de doenças transmitidas por alimento (Costa & Yamaguchi, 2020). Como consequência pode ocasionar sérios danos aos organismos infectados.

Segundo dados da Secretaria de Saúde Pública do Pará (SESPA, 2023) o Pará é o responsável por cerca de 80% das ocorrências da doença de Chagas no Brasil. Em 2022 ocorreram 352 casos de surtos de Doença de Chagas relacionados à ingestão de alimentos contaminados, com dados mais recentes da SESPA (2023) até o dia 31 de março de 2023 foram mais 75 pessoas contaminadas em todo o Estado.

É importante ressaltar que o açaí contaminado, mesmo após refrigeração ou congelamento, apresenta parasitos disponíveis a causar infecção. Ademais, desde a colheita até o beneficiamento há amplas possibilidades de inserção de cargas microbianas. É por isso que o consumidor, deve se tornar, cada vez mais consciente sobre os riscos associados às falhas no manuseio deste fruto. Os tratamentos térmicos como a pasteurização e branqueamento tem demonstrado eficácia na redução de micro-organismos patogênicos para níveis aceitáveis na legislação brasileira (Eto et al. 2010; Oliveira et al. 2011) visto que, esses procedimentos garantem uma polpa de açaí artesanal segura ao consumidor (Bezerra, 2018). Nesse sentido, como tem se elevado a demanda de açaí no município de Capanema é importante analisar a percepção dos consumidores do fruto quanto às boas práticas de processamento.

Destarte, o presente artigo teve como objetivo analisar a percepção dos consumidores sobre “boas práticas de processamento do açaí no município de Capanema-PA, tendo em vista a relevância do tema para a saúde coletiva e contribuição para a efetividade das legislações a serem implantadas junto aos processadores do fruto”.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Capanema, situada na região Nordeste do estado do Pará, a qual foi fundada no dia 05 de novembro de 1910, apresentando uma população estimada no último censo no ano de 2022 cerca de 70.349 habitantes, assim como, a Densidade demográfica indicando uma proporção de 113,27 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2023).

Quanto aos procedimentos utilizados para realização da pesquisa, optou-se pela coleta dados primários, por meio de uma pesquisa de campo, na qual foi realizado uma aplicação de um questionário semiestruturado. O questionário é uma das formas mais usadas na obtenção de informações para uma determinada pesquisa, e deve estar de acordo com os objetivos do trabalho no qual se insere (Cervo, Bervian & Silva, 2007). Diante disso, foi elaborado um questionário com 28 perguntas fechadas e 2 perguntas abertas, de caráter quantitativo e qualitativo, que abrangem perguntas relacionadas a percepção dos consumidores sobre as boas práticas de manipulação do açaí, envolvendo fatores como: hábito alimentar, limpeza e higiene, como também, contaminação do fruto.

O questionário foi aplicado de forma *online* via Google Forms no dia 12 a 24 de abril de 2023, e dados foram tabulados em planilha de Excel, por se considerar uma ferramenta que possibilita melhor praticidade para tabulação dos dados e maiores chances dos participantes responderem as perguntas descritas na pesquisa. Ao todo obteve-se a participação de 70 pessoas residentes do município de Capanema-Pa. Após o levantamento dos dados, os mesmos foram tabulados em planilha de Excel, e posteriormente, construindo tabelas e gráficos para a apresentação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil socioeconômico dos consumidores de açaí fruto

A partir da análise dos resultados constatou-se que 37,5% dos consumidores de açaí no município de Capanema são do sexo masculino e 64,3% do sexo feminino. Com relação à idade, atestou-se que 45,7% (32 pessoas) possui entre 20 a 29 anos; 27,1% (19 pessoas) têm entre 30 a 49 anos, 17,1% (12 pessoas) entre 12 a 19 anos e 10% (7 pessoas) têm idades superior a 50 anos.

No que se refere a cor/raça, observou-se os seguintes resultados dos respondentes: 17 se declararam brancos (24,3%), 48 pardos (68,6%), 3 pretos (4,3%) e 2 amarelo (2,9%). No que tange a variável estado civil, foi verificada a seguinte distribuição: 42 afirmaram que são solteiros (60%), 15 casados (21,4%), 6 união estável (8,6%) e 7 divorciado (10%).

Com relação a variável renda, foi verificado que maioria dos respondentes recebe até 1 salário mínimo (35 correspondentes – 52,2%), seguido pelas seguintes categorias: entre 1 e a 2 salários mínimos (17 respondentes – 25,4%), entre 3 e 6 salários mínimos (10 respondentes – 14,9%), entre 10 e 20 salários mínimos (2 respondentes – 3%) e acima de 20 salários mínimos (3 respondentes – 4,5%). De acordo com Silva e Silva (2006) o açaí é uma fruta consumida por todas as classes sociais, devido a costume arraigado da população paraense em consumir a fruta como alimento principal em suas refeições. Assim, devido a

tradição de consumo desta fruta, até as famílias com menor poder aquisitivo tenta manter o açaí em sua dieta alimentar, assim como verificado nesta pesquisa.

No que se refere a variável escolaridade, 7,1% dos consumidores possuem ensino fundamental completo, 5,7% ensino fundamental incompleto, 30% ensino médio completo, 2,9% ensino médio incompleto, 22,9% ensino superior completo e 31,4% ensino superior incompleto. Quanto a profissão 47,1% são estudantes, 11,4% autônomos, 15,7% professores, 4,3% donas de casa, 4,3% empresários, 8,6% empregados e 1,4% nutricionistas. Logo, este fator evidencia que o nível de escolaridade pode estar correlacionado com as variações presente no padrão de consumo, pois quanto maior o nível de escolaridade dos consumidores, mais elevada será a percepção sobre os benefícios e importância das boas práticas no processamento da fruta.

Em resumo, após concluir a análise demográfica, pode-se atestar que a maioria dos consumidores possui a idade amostral de 20 a 29 anos, e que a maior parte dos respondentes são do sexo feminino, cor branca e estado civil solteiro. E por fim, verificou-se quanto a profissão, que a maioria (47,1%), é estudante e possuem a renda até 1 salário mínimo (52,2%).

Análise da percepção dos consumidores em relação as boas práticas de processamento do açaí fruto

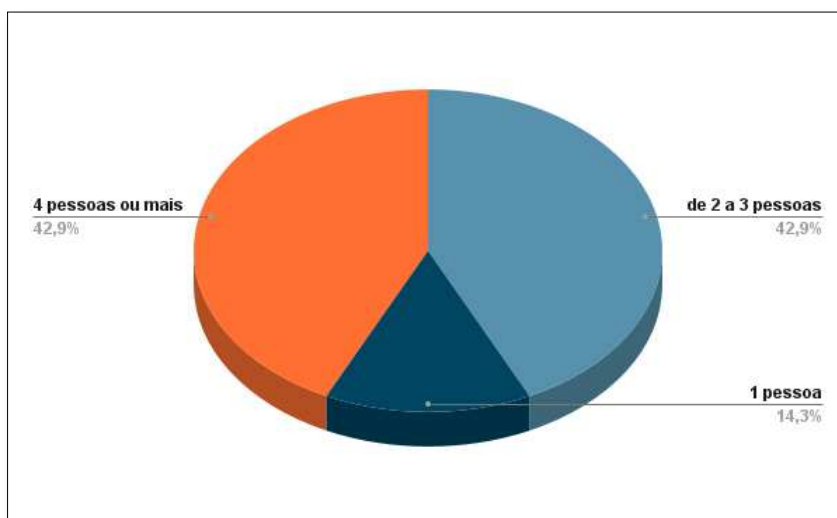
Após a tabulação dos dados da pesquisa foi possível analisar a percepção dos consumidores em relação as boas práticas de processamento do açaí no município de Capanema. Quando questionados em relação a seu hábito alimentar de consumir açaí nas refeições, 45,7% julgaram ser saudável, 42,9% “pouco saudável”, 5,8% “não saudável”, 2,9% “muito saudável” e 2,9% “super saudável”. Diante desse pressuposto, pode-se observar que uma parcela significativa dos consumidores capanemenses, dentro das categorias “saudável,” “muito saudável” e “super saudável”, tem uma percepção positiva em relação aos benefícios que o consumo de açaí proporciona a saúde humana. Porém, outra parcela dos consumidores, dentro das variáveis “pouco saudável” e “não saudável”, não consideram o consumo do açaí como vantajoso para a saúde. Esse resultado configura a possibilidade de os resultados serem reflexos do perfil do consumidor, mediante a frequência de consumo ou até mesmo a mudança de hábito alimentar. Logo, esses dados fornecem uma visão abrangente das diferentes percepções do consumidor.

Quanto a forma de consumo do fruto açaí, 90% dos consumidores demonstraram preferência pelo açaí na tigela (Tabela 1). No que se refere a frequência do consumo de açaí, 47,1% dos consumidores declararam que consomem açaí “uma vez por mês”, 28,6% consomem “semanalmente” e 18,6% “raramente”. Ainda nesse contexto, é importante ressaltar que 4,3% consomem diariamente, esse baixo índice pode ser justificado em consequência do período de entressafra, uma vez que, o aumento do preço do produto leva a uma redução nas quantidades demandadas de açaí fruto no Estado do Pará (Nogueira, Santana & Garcia, 2013).

Tabela 1. Principal forma e frequência de consumo de açaí fruto no Município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

Forma de consumo	Nível de frequência de consumo de açaí fruto					Total geral
	Diariamente	Nunca	Raramente	Semanalmente	Uma vez por mês	
Açaí na taça	0	0	0	0	1	1
Açaí na tigela	3	0	11	17	32	63
Não consumo	0	1	0	0	0	1
Sorvete	0	0	1	1	0	2
Suco	0	0	1	1	0	2
Vitamina	0	0	0	1	0	1
Total geral	3	1	13	20	33	70

No que se refere a quantidade de pessoas que consomem a polpa do açaí por residência, 42,9% afirmaram ser “2 a 3 pessoas”, 42,9% julgaram ser “4 pessoas ou mais” e 14,3% reportou ser apenas 1 pessoa que ingere a polpa na residência (Gráfico 1). Com isso, os resultados permitem a verificação de um nível mais acentuado de frequência no consumo por residência domiciliar, no qual pode ser justificado pelo fato do açaí ser uma das principais frutas consumidas no estado do Pará, onde possui a capacidade de ser consumido de diversas formas, acompanhado ou misturado com outros alimentos (Lobato & Ravena-Cañete, 2019).

**Gráfico 1.** Quantidade média de pessoas que consomem o açaí por residência no município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

No que tange a percepção dos consumidores quanto ao uso de Boas Práticas de Fabricação (BPF) de açaí, constatou-se que mais da metade dos consumidores (57,1%) responderam “não” saber o que significava, tal fator evidencia que um número significativo dos consumidores tem nível muito baixo de conhecimento sobre a maneira correta de se processar o açaí. Este resultado é preocupante, pois a falta de manuseio correto no processamento do açaí pode resultar em sérios danos a saúde do consumidor. Já 42,9% responderam “sim”, que possuem conhecimento sobre a definição da BPF. De acordo com

Gomes & Rodrigues (2006), o BPF é um dos sistemas mais reconhecidos e de boa resposta para obter um alimento seguro, que mantém uma estreita relação com o consumidor, atua nos processos envolvidos, assegurando sua saúde e bem-estar, e que confere educação e qualificação nos aspectos de higiene, desinfecção e disciplina operacional, com esforços combinados de todos os envolvidos na sua cadeia produtiva.

No que se refere a escolha do estabelecimento para compra do açaí, 68,6% das pessoas responderam que escolhem efetuar sua compra em local que apresenta aspectos higiênicos satisfatórios, 24% declararam que compram nos estabelecimentos mais próximos da sua residência, enquanto 5,6% subdividiu-se proporcionalmente nas seguintes opções: apresenta menor preço, fabricação própria, sabor e qualidade o fruto. Diante dos resultados, notou-se que, a maioria dos entrevistados priorizam aspectos higiênico ao escolher o estabelecimento onde compram açaí, isso sugere que os estabelecimentos que seguem esse padrão atraem mais clientes. Por outro lado, aqueles que escolhem os estabelecimentos mais próximos de suas residências pode estar relacionado a fatores como: menor tempo de deslocamento e facilidade de acesso. Sendo o fato determinante a localização geográfica, desconsiderando outros aspectos, como a higiene no processamento do fruto. Os 5,6% que se subdividem entre variados critérios (menor preço, fabricação própria, sabor e qualidade do fruto).

Diante da análise efetuada sobre a importância da qualidade do fruto no momento da escolha do estabelecimento, verificou-se que 97,2% dos consumidores consideraram “muito importante” ou “importante”, e 2,9% julgaram ser relevante. Esses resultados destacam, de forma clara, a importância atribuída à qualidade do fruto no processo de decisão de compra dos consumidores de polpa de açaí. Infere-se que a procedência do fruto, bem como o método de produção, tem um impacto significativo na escolha do estabelecimento para a compra do fruto.

Em se tratando das principais características observadas pelos consumidores ao comprar o açaí, foi possível analisar que 58,6% dos consumidores observam se local apresenta boas condições higiênico-sanitário, 25,7% se o açaí apresenta cheiro, cor e consistência alterada e 8,6% não consideram os aspectos do ambiente somente o preço, ao passo que 5,7% indicaram levar em consideração se o estabelecimento possui licenciamento sanitário, enquanto 1,4% não observam nada.

Diante os resultados, observou-se que a maioria dos consumidores estão atentos à limpeza e à segurança sanitária dos estabelecimentos ao decidir onde comprar, isso reforça a importância destacada anteriormente sobre a higiene no ambiente de processamento da fruta (Gráfico 2). Para outra parcela dos consumidores, cerca de 25,7%, possuem sensibilidade crítica em relação à qualidade da polpa do açaí, o que os leva a realizar averiguação quanto a presença de cheiro, cor e consciência alterada.

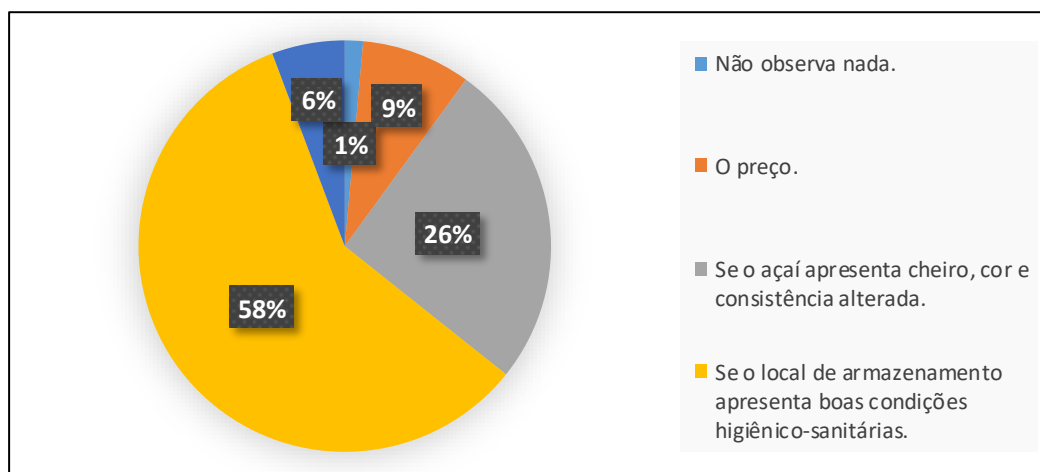


Gráfico 2. Percepção dos consumidores a respeito dos determinantes de demanda do açaí no Município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

Questionou-se, ainda, aos consumidores sobre a atitude tomada ao encontrar irregularidades no ponto de processamento do açaí, e 78,5% afirmaram que somente comunicam ao responsável do estabelecimento ou ignora o fato e não compram mais daquele local, sem tomar as medidas cabíveis (Tabela 2).

Ademais, um fato preocupante é que apenas 10% realizam denúncias a Vigilância Sanitária do município de Capanema, enquanto 11,5% comunicam ao funcionário responsável ou ignoram a irregularidade, mas continuam a consumir. Diante disso, importante ressaltar que a denúncia de irregularidades encontradas pelo consumidor é algo imprescindível, uma vez que a fiscalização realizada pela vigilância sanitária promove a segurança e qualidade dos produtos e serviços utilizados pela população.

Nesse aspecto, conforme a Secretaria Municipal de Saúde do município de Missal-Paraná (2022), o papel da Vigilância Sanitária é garantir a todos os consumidores, clientes ou pacientes uma vida com mais qualidade e segurança, evitando a propagação de doenças através da manipulação inadequada de alimentos, consumo de alimentos contaminados.

Tabela 2. Atitude tomada pelos consumidores ao encontrar irregularidades no estabelecimento de processamento e venda do açaí no Município de Capanema -PA. Fonte: Os autores.

Fatores analisados	Porcentagem
Comunica ao funcionário responsável e não retorna ao estabelecimento.	30%
Comunica ao funcionário responsável, mas continua comprando no estabelecimento.	8,5%
Faz uma denúncia a vigilância sanitária da prefeitura.	10%
Ignora e não compra mais no estabelecimento.	48,5%
Ignora e continua comprando no estabelecimento.	2,8%
Total geral	100%

Os consumidores também foram questionados se a qualidade e o preço elevado estão associados à adoção das Boas Práticas de Fabricação pelos estabelecimentos. Como resposta observou-se que 30 respondentes (42,9%) não associam tais características ao processo, enquanto 40 respondentes (57,1%), caracterizando mais da metade dos entrevistados, acreditam que qualidade e o preço elevado são características de estabelecimentos que adotam BPF. De acordo com os consumidores para se obter o processamento do fruto do açaí com qualidade é necessário maiores recursos com o armazenamento adequado, treinamento dos batedores e materiais sanitários, como consequência os custos de produção ficam maiores para os batedores, o que eleva o preço para o consumidor final do açaí.

Como expressa nas frases abaixo:

“Mais gastos com materiais adequados de higiene, acarretam mais custos e consequentemente um valor mais elevado no preço final”. (E50).

“Porque os produtos com maior qualidade necessitam de mais recursos para a produção, incluindo treinamento e armazenamento adequados.” (E10).

Quanto a avaliação da importância da capacitação dos manipuladores de alimento constatou-se que 94,3% dos consumidores consideraram ser relevante para oferta de açaí de qualidade (Gráfico 3). De acordo com Mello et al. (2010) os batedores precisam ser capacitados para que não coloquem em risco a saúde do consumidor quando vinculada a doenças por contaminação de alimentos, dado que, o manipulador é o principal meio de contaminação de alimentos, podendo levar a surtos de doenças transmitidas.

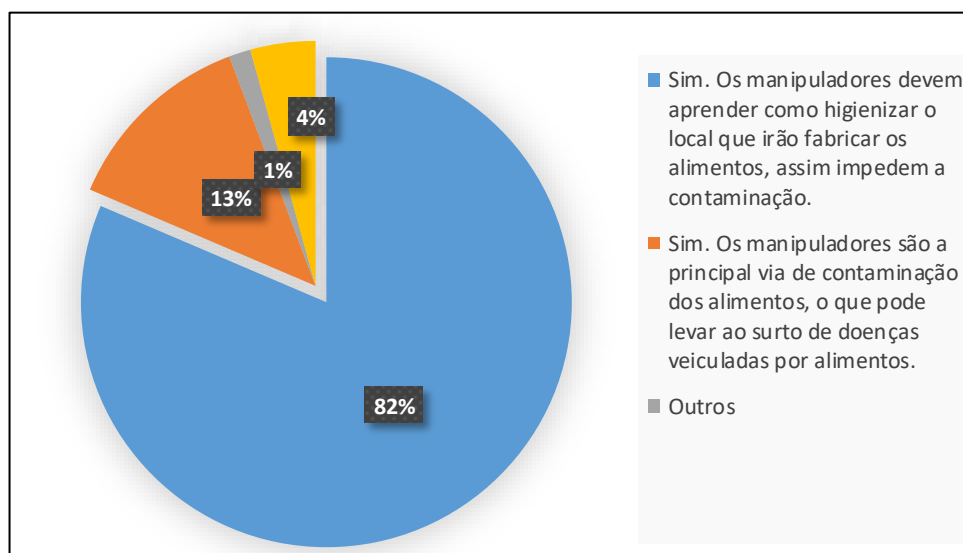


Gráfico 3. Percepção dos consumidores sobre a avaliação da importância da capacitação dos manipuladores de açaí no município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

Atestou-se, ainda, que 84,3% acreditam que consumir o açaí sem a adoção de Boas Práticas de Fabricação pode ocasionar algum risco à saúde. De fato, a ausência da execução de um preparo ideal da

polpa do açaí pode resultar em doenças, como por exemplo, a doença de Chagas, uma vez que são essenciais para controlar os contaminantes na amassadeira, para que o batedor ofereça ao consumidor um produto seguro, ou seja, que não vá ameaçar a sua saúde (Bezerra & Valéria Saldanha, 2009).

Esta percepção dos consumidores é explicitada nas falas abaixo:

“Se não forem seguidas boas práticas de fabricação pode ocorrer à contaminação do produto, oferecendo grandes riscos à saúde dos clientes.” (E1).

“É de suma importância, ter conhecimento do que você compra não só em questão de valores, mas no requisito de qualidade do produto e saúde ao consumidor. (E15).”

“Sim, devido principalmente as vias de infecções e doenças que podem surgir através do consumo de um açaí que não tenha sido fabricado corretamente. Por exemplo, atualmente a principal forma de transmissão da doença de chagas é por via oral, pelo manuseio incorreto do açaí na hora do batimento, uma vez que é deixado passar pelo batedor se há ou não à presença do barbeiro.” (E10).

Para boa parte dos entrevistados (45,7%), a maior consequência do descumprimento das Boas Práticas de Fabricação é a contaminação do fruto pelo inseto “barbeiro” um dos transmissores que da doença de Chagas, essa zoonose, tem como agente etiológico o protozoário monoflagelado *Trypanosoma cruzi* (Faria, 2007).

Essa preocupação está fundamentada na conscientização sobre os riscos à saúde, destacando a importância de práticas seguras na produção e manipulação do açaí. Por outro lado, 27,1% marcaram a alternativa “perda de clientes”, pois acreditam que a maior consequência é o impacto econômico para o estabelecimento em sua base de clientes, 21,4% “doença alimentar” compreensão clara de que o descumprimento das BPF pode levar a problemas de saúde relacionados ao consumo de açaí contaminado e os 5,7% restantes afirmaram ser plausível a aplicação de multas ao estabelecimento, o que sugere que penalidades financeiras são uma maneira eficaz de garantir a conformidade com as BPF (Tabela 3).

Tabela 3. Principais consequências do descumprimento das Boas Práticas de Fabricação no processamento de açaí fruto no Município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

Fatores analisados	Porcentagem
Doença alimentar	21,6%
Contaminação do fruto pelo inseto “barbeiro” transmissor da doença de chagas	45,7%
Perda de clientes	27%
Multa	5,7%
Total geral	100%

De acordo com esses resultados, é nítido que há uma conscientização da maioria (67,1%) em relação à quebra das normas higiênicas sanitária sobre os malefícios ocasionados a saúde. Enquanto os demais (32,8%) ainda não o possuem entendimento quanto aos impactos.

Por fim, sobre a verificação da prática de branqueamento nos estabelecimentos (Tabela 4) , constatou-se, que 25,7% não verificam se o batedor realiza o branqueamento de açaí no local e 47,1%

afirmaram não saber o que é branqueamento. Desse modo, os consumidores não consideram o branqueamento um critério de escolha do estabelecimento para compra da polpa.

Tabela 4. Verificação da prática de branqueamento nos estabelecimentos de venda da polpa do açaí do Município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

Variáveis	Porcentagem
Não verifica.	25,7%
Sim, verifica.	27,1%
Não sabe o que é branqueamento.	47,1%
Total geral	100%

Município de Capanema-PA. Fonte: os autores.

É importante ressaltar, que sem a realização do branqueamento, há mais chances dos consumidores adquirirem doenças por contaminação, pois o branqueamento é realizado ao mergulhar os frutos de açaí em água fervente na temperatura de 80 °C a 90 °C por 10 segundos em seguida alojar em outro tanque contendo água à temperatura ambiente por 2 minutos (Silva & Almeida, 2000). A eficiência máxima do branqueamento nestas condições também é condicionada a tratamentos prévios como lavagem, e posterior, a pasteurização do suco ou polpa do açaí (Bezerra et al. 2017). É empregado com o objetivo de inativar as enzimas oxidativas que causam alterações sensoriais e nutricionais, além de promover o amaciamento de tecidos vegetais, remover o ar dos espaços intercelulares e reduzir a carga microbiana inicial (Silva & Almeida, 2000). Ainda nesse contexto, constatou-se, que 25,7% dos entrevistados demonstraram preocupação quando questionados sobre o branqueamento e identificaram ser uma técnica importante do manipulador realizar durante o processamento do açaí fruto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, pode-se concluir que o nível de conhecimento do consumidor acerca das “Boas Práticas de Processamento do açaí no município de Capanema” é muito baixo, dado que, apesar dos entrevistados terem conhecimento sobre a relevância da qualidade higiênico sanitária do açaí, um número significativo afirmou não conhecer as normas das BPF. Tal fator ressalta uma deficiência na identificação dos estabelecimentos que exercem essa atividade e outras etapas que visam reduzir os malefícios causados pela contaminação do açaí, como por exemplo, o branqueamento. Outrossim, observou-se a presença de outras variáveis que determinaram o desconhecimento sobre as BPF, dentre elas, pode-se mencionar: a escassez de denúncias a Vigilância Sanitária ao encontrar irregularidades no local de compra, como também, o preço e a qualidade do açaí serem fatores que configuram as BPF na visão dos consumidores.

Com isso, o presente estudo trouxe uma importante abordagem sobre a temática aos discentes e consumidores, uma vez que, apresentou a necessidade dos cuidados que deveriam ser atribuídos para prevenir doenças ocasionadas pela contaminação do fruto, estimulando a continuidade de materiais acadêmicos que abordem e promovam a conscientização do consumo seguro, através da observação dos métodos utilizados pelo batedor no ato da compra. Tendo em vista que, é de grande importância para a

saúde dos consumidores adquirir um alimento seguro e apto para consumo, ou seja, que siga as normas de higiene sanitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvez Valles, C. M. (2013). *Impacto da dinâmica da demanda dos frutos de açaí nas relações socioeconômicas e composição florística no estuário amazônico*. Dissertação, UFPA, Belém, Pará, Brasil.
- Barbosa, A. D. M. (2016). *Compósitos poliméricos com resíduo de açaí para mitigação de efeitos térmicos como estratégias eco-alternativas em habitações na Amazônia*. 92 f. Dissertação, UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Bezerra, V. (2018). *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. Macapá: Embrapa Amapá, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Bezerra, V. S. (2009). *As Boas Práticas de Fabricação na Amassadeira de Açaí*. Macapá: Embrapa Amapá. 9 p. (Comunicado técnico, 124). Disponível em <<https://infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/748466>>.
- Bezerra, V. S., Damasceno, L. F., Freitas-Silva, O., & Cabral, L. M. C. (2017). *Tratamento térmico de frutos de açaí*. Macapá: Embrapa Amapá. 9 p. (Comunicado técnico, 151). Disponível em <<https://infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1083627>>.
- Cartonilho, M. D. M. (2008). *Utilização de polpa de açaí (Euterpe precatoria Mart.) para elaboração de licor*. 98 f. Dissertação, UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Cervo, A. L.; Bervian, P. A; Silva, R. D. (2007). *Metodologia Científica*. 6 ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall.
- Costa, C. M. da; Yamaguchi, K. K. de L. (2020). *Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 2*. (p.56). DOI: 10.37885/978-65-87196-26-8.
- Eto, D. K., Kano, A. M., Borges, M. T. M. R., Brugnaro, C., Ceccato-Antonini, S. R., & Verruma-Bernardi, M. R. (2010). *Qualidade microbiológica e físico-química da polpa e mix de açaí armazenada sob congelamento*. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 69(3), 304-310.
- Faria, A. R. (2007). *Substâncias da natureza com atividade anti-Trypanosoma cruzi*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17, 455-465.
- Gomes, H. V., & Rodrigues, R. K. (2006). *Boas práticas de fabricação na indústria de panificação*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, Brasil.
- Ibge -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). *Censo brasileiro 2022*. Capanema-Pará. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/capanema_panorama>. Acesso em 18 de novembro de 2023.
- Lobato, F. H. S., & Ravena-Cañete, V. (2019). “O açaí nosso de cada dia”: formas de consumo de frequentadores de uma feira amazônica (Pará, Brasil) 1. *Ciências Sociais Unisinos*, 55(3), 397-410.

- Mello, A. G. D., Gama, M. D. P., Marin, V. A., & Colares, L. G. T. (2010). *Conhecimento dos manipuladores de alimentos sobre boas práticas nos restaurantes públicos populares do Estado do Rio de Janeiro*. *Brazilian Journal Food Technol.*, Campinas, v. 13, n. 1, p. 60-68.
- Nogueira, A. K. M., Santana, A. C. D., & Garcia, W. S. (2013). *A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009*. *Revista Ceres*, 60, 324-331.
- Oliveira, M. (2002). *Biologia floral do açaizeiro em Belém, PA*. Embrapa- Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Amazônia Oriental.
- Oliveira, P. A. A. C. D., Silva, I. G. D., Souza, M. L. D., Furtado, C. M., & Silva, R. F. D. (2011). *In natura açaí beverage: quality, pasteurization and acidification*. *Food Science and Technology*, 31, 502-507. DOI:10.1590/s010120612011000200035.
- Oms – Organização Mundial de Saúde. (2001). Codex Alimentarius. *Higiene Alimentar. Textos Básicos (2ª ed.)*.
- Paraná, Secretaria Municipal de Saúde. (2022, 5 de agosto). *A importância da atuação da vigilância Sanitária na promoção da Saúde. Prefeitura de Missal*. Disponível em <<https://www.missal.pr.gov.br/noticias/7590-a-importancia-da-atuacao-da-vigilancia-sanitaria-na-promocao-da-saude>>. Acesso em: 18/11/2023.
- Pesquisa Agrícola Municipal (PAM). *Produção de açaí no estado do Pará*. (2022). Disponível em <<https://agenciapara.com.br/noticia/42388/com-incentivo-do-governo-do-para-produto-a-base-de-acai-vence-competicao-internacional>>. Acesso em 10 de out.2023.
- Rodrigues, B. S. (2010). *Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais*. Doutorado, UNIFESP, Piracicaba, São Paulo, Brasil. DOI:10.11606/D.11.2010.tde-20102010-104809.
- Sales, J. D. S. (2014) *Feira do açaí: Etnografia da cadeia produtiva do açaí in natura em Belém/Pará*. Dissertação, UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Sespa-Secretária de Estado de Saúde Pública do Pará (2023). *Sespa alerta população para prevenção da doença de chagas*. Disponível em: <<http://www.saude.pa.gov.br/sespa-alerta-populacao-para-prevencao-da-doenca-de-chagas>>. Acesso em: 18/11/2023.
- Silva, D. A. P. D. (2017). *Açaí: expansão comercial e cadeia produtiva*. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso, UFPA, Belém, Pará, Brasil. Disponível em <<http://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/1399>>.
- Silva, I. M. D., & Silva, F. M. D. (2006). *Perfil do consumidor domiciliar de açaí na região metropolitana de Belém-PA*. XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza. pp: 1-16.
- Silva, p. H. F., & ALMEIDA, M. C. F. (2000). *Estabilidade térmica do leite*. Trabalho realizado na EPAMIG-Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Disponível: <http://www.atruius.com.br/download/estab.%20%E9rmica%20%.%20artigo.doc>. Acesso em: 10 set. 2003.

- Velasque, L. F. L., & Lobo, A. C. M. (2016). *Revisão de literatura sobre os efeitos terapêuticos do açaí e sua importância na alimentação*. *Biosaúde*, v. 18, n. 2, p. 97-106. Disponível em<<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/biosaude/article/view/27624>>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- Yuyama, L. K. et al. (2013). *Fruteiras da Amazônia: potencial nutricional*, p.106. Editora INPA. ISBN 978-85-211-0069-0.

Caracterização biométrica de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R. W. Jobson coletadas em diferentes anos

Recebido em: 15/11/2023

Aceito em: 18/11/2023

 10.46420/9786585756143cap10

Graciane Xavier Leal Ferraz 

Monalisa Alves Diniz da Silva 

Enzo Viana Batista 

Liliane Maria da Silva 

Robson José Rodrigues Alves 

Edimir Xavier Leal Ferraz 

INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma com vegetação exclusivamente brasileira que prevalece em uma região semiárida (Vasconcelos et al., 2017). Graças às suas características únicas, fornece à população local energia, madeira, alimentos, forragem e remédios (Gomes et al., 2019). Apesar de sua grande importância, Kill et al. (2009) retratam que a degradação por falta de proteção tem contribuído para o declínio da biodiversidade da Caatinga. Devido ao agravamento dos problemas ambientais nas regiões da Caatinga, o estudo das sementes das espécies presentes nesse bioma tornou-se muito importante para propor estratégias de recuperação e conservação desta paisagem (Da Silva, 2007).

Nesse contexto, uma espécie florestal muito importante na região de Caatinga é a *Pityrocarpa moniliformis* (Benth), conhecida como Angico de bezerro é uma planta pioneira rústica de rápido crescimento e adequada para projetos de reflorestamento (Lorenzi, 1992). Esta espécie, pertencente à família Fabaceae, é lenhosa e muito importante na região Nordeste do Brasil devido ao seu valor apícola, utilidade na recuperação de solos, produção de madeira para pequenas obras de engenharia civil e exposição, e potencial nutricional para alimentação de bovinos e ovinos (Azerêdo et al., 2011).

Para caracterizar as espécies nativas da Caatinga e obter um conhecimento mais amplo, é necessário realizar estudos relacionados aos aspectos fisiológicos e morfológicos. Segundo Bonamigo et al. (2019), estudos relacionados à biometria de sementes fornecem informações necessárias para a adequada germinação, conservação e manejo das espécies florestais. Além disso, a análise biométrica de sementes pode fornecer resultados importantes quanto ao uso das espécies florestais, contribuindo para programas de reflorestamento.

Como as variáveis biométricas podem ser afetadas pelas condições climáticas, estudos relacionados a biometria se tornam importantes. Palermo e Souza (2019) ao realizarem estudos da variabilidade genética populacional por meio da análise morfométrica de sementes e frutos de *Annona*

crassiflora Mart. em populações de quatro locais distintos no Brasil central, verificaram a influência das condições ambientais no tamanho das sementes.

Desta forma, a biometria de sementes pode ser uma variável importante para diferenciar a qualidade fisiológica de sementes de diferentes espécies nativas da Caatinga (Lucena et al., 2017). Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a influência das condições climáticas dos diferentes anos de coleta das sementes de *Pityrocarpa moniliformes* sobre a sua caracterização biométrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada. As sementes de angico de bezerro foram doadas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA), Petrolina-PE, do Programa de Recuperação de Germoplasma do Projeto de Consolidação do São Francisco.

Para realizar as avaliações foram utilizadas 100 sementes para cada ano de coleta (safras 2016, 2017, 2018 em Petrolina-PE), sendo avaliados: comprimento, largura, espessura e peso. Para obter as medidas de comprimento, largura e espessura, foi utilizado um paquímetro digital, que expressava os valores em mm. Para o peso, foi utilizada uma balança de precisão com duas casas decimais, com os dados expressos em g.

Para avaliar a biometria das sementes, foi empregada uma análise estatística descritiva, obtendo-se os valores mínimos, médios, máximos, mediana, variância, desvio padrão e coeficiente de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os valores das variáveis biométricas e do peso das sementes de *P. moniliformis* nas diferentes épocas de coleta. Verificou-se que para a variável comprimento das sementes (Figura 1A), o ano de 2018 resultou em sementes com uma média de 6,52 mm, superior à verificada nos anos de 2016 (6,16 mm) e 2017 (6,04 mm). Além disso, para a variável comprimento, constatou-se um valor máximo de 7,41; 7,59 e 7,87 mm, nos anos de 2016, 2017 e 2018, respectivamente. Já o valor mínimo observado para essa variável foi de 4,97; 4,76 e 4,79 mm, com valores de mediana de 6,12; 5,95 e 6,91, desvio padrão de 0,46; 0,66 e 0,58, variância de 0,21; 0,44 e 0,33, e coeficiente de variação de 13,43; 9,11 e 11,28% para os anos de 2016, 2017 e 2018, respectivamente.

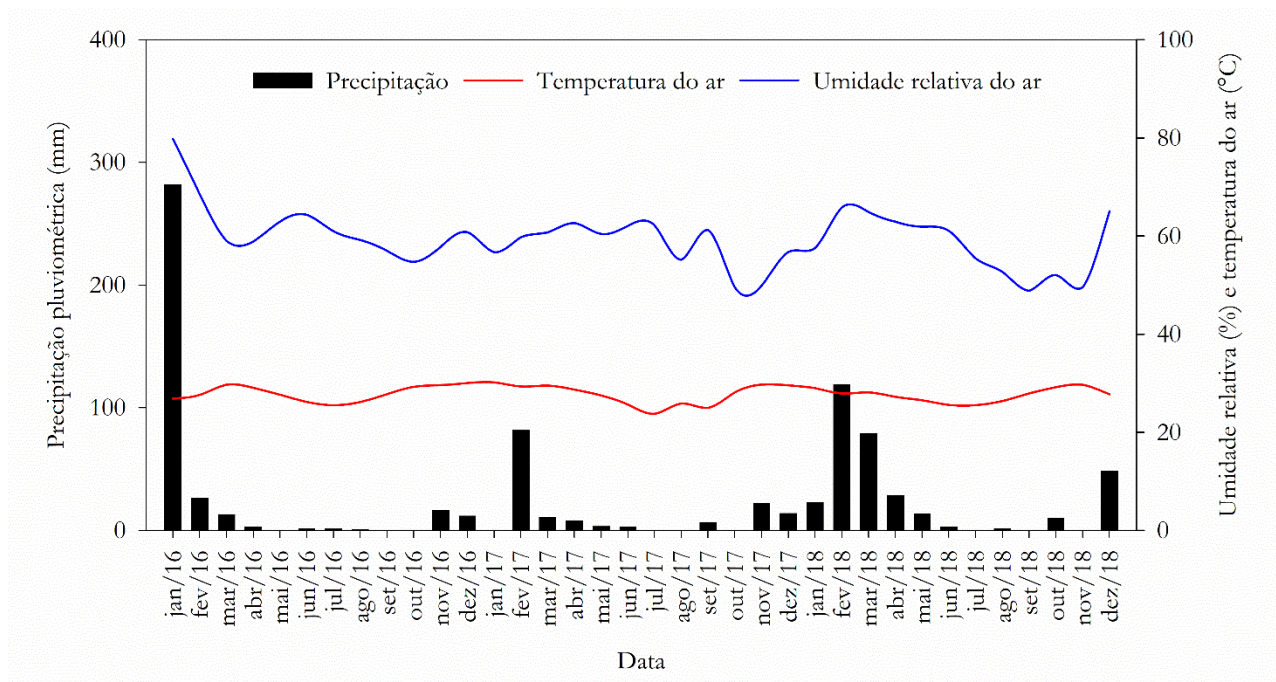


Figura 1. Análise descritiva das variáveis biométricas e do peso das sementes de *Pityrocarpa moliniformis* coletadas em diferentes (2016, 2017 e 2018) no município de Petrolina – PE. Comprimento (A); Largura (B); Espessura (C) e peso de 100 sementes (D). Fonte: os autores.

Quanto à largura, verificou-se um comportamento similar ao do comprimento (Figura 1B), onde a maior largura média foi verificada para as sementes coletadas em 2018 (5,35 mm). Para essa variável verificou-se os valores máximos na ordem de 5,5; 5,95 e 6,51 mm, e os mínimos nas grandezas de 3,63; 3,56 e 3,82 mm, para os anos de 2016, 2017 e 2018, respectivamente. Ainda, registrou-se os valores de mediana de 4,88; 4,73 e 5,43, de desvio padrão de 0,31; 0,41 e 0,53, de variância de 0,13; 0,17 e 0,28, e do coeficiente de variação de 13,42; 11,37 e 10,13%, para os anos de 2016, 2017 e 2018, respectivamente.

Diferentemente das variáveis anteriormente citadas, a espessura das sementes (Figura 1C) apresentou valores superiores quando as mesmas foram coletadas em 2017 (4,67 mm), enquanto os anos de 2016 e 2018 resultaram em sementes com valores inferiores, tais como 1,61 e 1,45 mm, respectivamente. Para essa variável os valores de máximo foram de 1,9; 2,15 e 1,85 mm, e os de mínimo de 0,96; 1,3 e 1,15 mm para os anos de 2016, 2017, 2018, respectivamente. Observou-se também os valores de mediana de 1,63; 1,76, 1,44, de desvio padrão de 0,16; 0,18 e 0,14, de variância de 0,03; 0,03 e 0,02 e de coeficiente de variação de 9,78; 9,34 e 10,31% para os anos de coleta (de 2016, 2017, e 2018) respectivamente. A obtenção de valores maiores de máximos, mínimos, mediana e variância ao longo dos anos se deve a embriões da semente bem desenvolvidos durante a fase reprodutiva da planta (Muniz et al., 2022). Além disso, coeficiente de variação e desvio padrão baixos, é um indicativo de que a amostragem foi homogênea, o que pode estar relacionado as características genéticas da espécie (Dutra et al., 2017).

Assim como para a espessura da semente, a variável peso de 100 sementes (Figura 1D) foi superior para as sementes coletadas em 2017, com o valor médio de 4,03 g, enquanto as sementes coletadas em 2016 e 2018 apresentaram valores médios de 3,8 e 3,46 g, respectivamente.

A Figura 2 mostra as condições climáticas de precipitação, temperatura e umidade relativa, da cidade de Petrolina - PE, região de coleta das sementes de *P. moliniiformis*. Verifica-se que o ano de 2016 apresentou uma maior precipitação (354,4 mm), seguido pelo ano de 2018 (323,6 mm); entretanto a precipitação (147,4 mm) verificada em 2017 foi um pouco mais de 50% dos valores verificados nos anos já supracitados.

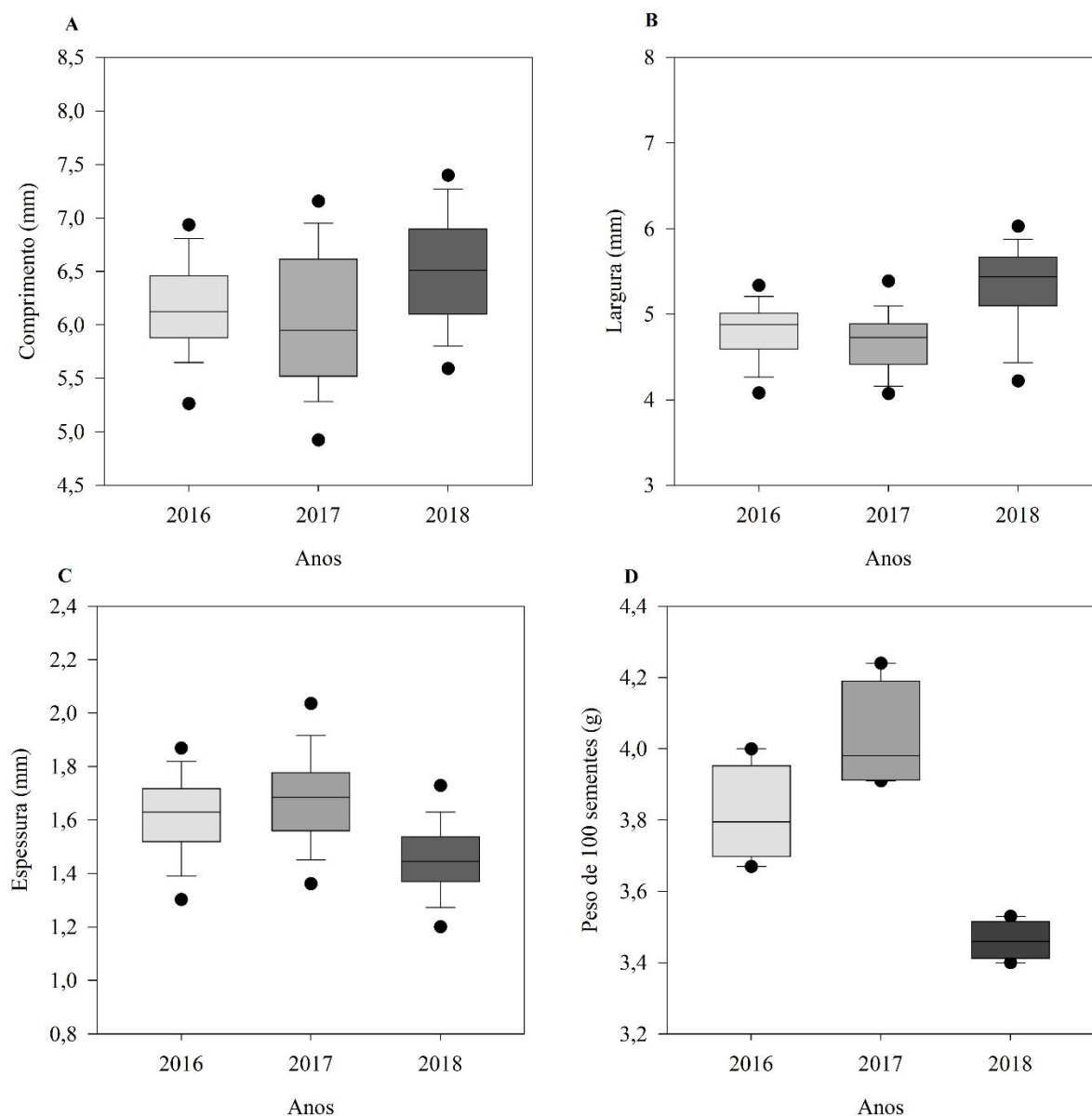


Figura 2. Variáveis meteorológicas durante os anos de coleta, 2016, 2017 e 2018, de sementes de *Pityrocarpa moniliiformis* em Petrolina - PE. Fonte: os autores.

Mais do que o quantitativo de precipitação verificado durante o ano, é necessário observar a distribuição das chuvas, principalmente na época de frutificação por ser um momento em que os

fotoassimilados estão sendo mobilizados para o enchimento das sementes. Na Caatinga arbustiva densa (PE), a frutificação da espécie *P. moniliformis* ocorre nos meses de setembro, outubro e novembro (Tenreiro, 2013). Observa-se que em 2016, não choveu nos meses de setembro e outubro, e o quantitativo de chuvas em novembro foi inferior ao verificado em 2017 (Figura 2), apesar de 2016 ter sido o ano com maior precipitação. Em 2018, segunda maior precipitação, só choveu em outubro, sendo que o quantitativo foi menos da metade do que choveu no mês de novembro em 2017. Foi justamente em 2017, ano de menor precipitação, em que choveu em setembro e novembro, com um quantitativo nestes dois meses superior ao período de setembro a novembro verificado nos anos de 2016 e 2018 (Figura 2).

Além disso, para a variável temperatura observou-se que o ano de 2016 apresentou um valor médio de 27,95 °C, constatando-se praticamente o mesmo para os anos de 2017 (27,73 °C) e 2018 (27,56 °C). Já para a variável umidade relativa do ar, o ano de 2016 apresentou um maior valor médio (62,01%), verificando-se uma umidade relativa um pouco inferior para os anos de 2017 (58,11%) e 2018 (58,17%).

Para o comprimento e largura das sementes de *P. moniliformis* (Figura 1A) o ano de 2018 proporcionou maiores valores, contudo, nesse ano foi observado precipitação inferior ao ano de 2016 (Figura 2), entretanto em 2018 houve chuva no mês de outubro em relação aos demais anos. Sementes que apresentam maior comprimento podem ser consideradas como de melhor qualidade fisiológica, pois estas tendem a exibir maior germinação e plântulas mais vigorosas quando comparadas as sementes de comprimento menor (Silva et al., 2017; Santos et al., 2019). Além disso, vários fatores também podem influenciar nas variáveis biométricas da semente, podendo ser a posição da semente na inflorescência, o estágio de diferenciação do embrião e a substância de reserva, que por sua vez podem influenciar na capacidade de germinação e no vigor das plântulas (Larsher, 2000). Ainda, Segundo Oliveira et al. (2000) e Leão et al. (2018) salientaram que a variação de uniformidade das sementes não se dá somente pelas condições climáticas, pode ser decorrente também das características genéticas da espécie vegetal.

Quanto à espessura, as sementes coletadas no ano de 2017 apresentaram maiores valores, no entanto, foi o ano que apresentou menor precipitação (Figura 2). Entretanto, em 2017 se verificou o maior quantitativo de chuva nos meses de setembro e novembro em relação aos demais anos, sendo que o período de frutificação da espécie *P. moniliformis* ocorre nos meses de setembro, outubro e novembro (Tenreiro, 2013). Logo, a caracterização das sementes é de suma importância, uma vez que alterações nas suas características biométricas podem influenciar a capacidade de germinação e estar relacionada a problemas reprodutivos da espécie (Pereira et al., 2018).

Além disso, vários fatores também podem influenciar nas variáveis biométricas da semente, podendo ser a posição da semente na inflorescência/infrutescência, o estágio de diferenciação do embrião e a reserva alimentar, que por sua vez podem influenciar na capacidade de germinação e no vigor das plântulas (Larsher, 2000).

O maior peso da semente indica que a planta mãe manteve boa nutrição e sanidade durante seu desenvolvimento e tem potencial para produzir sementes mais vigorosas devido aos embriões serem bem

formados e existir substâncias de reserva em quantidade suficiente (Carvalho & Nakagawa, 2012). Do ponto de vista da variação do peso da semente, o ano de 2017 foi o que proporcionou sementes mais pesadas, indicando que as condições climáticas naquele ano foram mais favoráveis, mesmo sendo o ano com menor precipitação em relação aos demais (Figura 2). Entretanto, houve registro de precipitação nos meses de setembro e novembro, os quais correspondem aos meses de frutificação da espécie. A maior disponibilidade hídrica proporciona um aumento da taxa fotossintética das plantas, de modo que no processo de transferir substâncias fotossintéticas para as sementes, houve um maior acúmulo de massa seca, culminando em maior peso.

De acordo com Menezes et al. (2018) o tamanho e o peso das sementes para algumas espécies podem ser considerados um indicativo de sua qualidade fisiológica, sendo que em um mesmo lote, sementes mais leves, normalmente, apresentam menor desempenho do que as mais pesadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições climáticas dos diferentes anos de coleta das sementes de *Pityrocarpa moliniiformis* influenciam as características biométricas.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF e ao Programa de Resgate de Germoplasma do Projeto de Integração do São Francisco-PISF pela doação das sementes de *Pityrocarpa moniliformis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azerêdo, G. A. D., Paula, R. C. D., & Valeri, S. V. (2011). Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 61-68.
- Bonamigo, T., Scalón, S. D. P. Q., Nunes, D. P., & Pereira, Z. V. (2019). Biometria de frutos e germinação de sementes de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. *Agrarian*, 12(43), 24-32.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2012). *Sementes: ciência, tecnologia e produção* (5a ed). Jaboticabal: Editora Funep.
- Da Silva, F. J. B. C. (2007). Germinação e vigor de sementes de três espécies da caatinga.
- Dutra, F. V., Cardoso, A. D., Silva, R. M., Lima, R. S., Moraes, O. M., & Rampazzo, M. C. (2017). Morfobiometria de frutos e sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. *Agropecuária Técnica*, 38(2), 58-64.
- Gomes, D. L., da Silva, A. P. L., Araujo, K. D., LIRA, E. D. S., SANTOS, É. M. D. C., & da Costa, J. G. (2019). Exploração da Caatinga em assentamentos rurais do Semiárido alagoano. *RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise*, 45(1), 142-152.

- Kiill, L. H. P., Ribeiro, M. D. F., Dias, C. D. V., da Silva, P. P., & da Silva, J. F. M. (2009). Caatinga: flora e fauna ameaçadas de extinção.
- Larcher, W. (2000). *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima.
- Leão, N. V. M., Felipe, S. H. S., Emídio-Silva, C., Moraes, A. C. S., Shimizu, E. S. C., Gallo, R., Freitas, A. D. D., KATO, O. R. (2018). Morphometric diversity between fruit and seeds of mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King.) from Parakanai indigenous Land, Pará State, Brasil. *Australian Journal of Crop Science*, 12, 435-443. Acesso em: <<http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.18.12.03.pne879>>
- Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil* (Vol. 1, p. 196). Nova Odessa: Plantarum.
- Lucena, E.O., Nóbrega, A.M.F. L, Bakke, I.A., Pimenta, M.A.C., Ramos, T.M. (2017). Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. *Agropecuária científica no semiárido*, 13 (4), 275-280.
- Menezes, A. T., Silva, J. S., Santos, J. L., Cangussu, A. C. V., Cardoso, A. D., & Morais, O. M. (2018). Características biométricas de sementes de Leucena. *Cadernos de agroecologia*, 13(1).
- Muniz, C. R., Correia, D., & Soares, A. A. (2022). Method of opening the fruits, biometry and anatomical description of embryonic development in pau-branco (*Cordia oncocalyx* Allemão) seeds. *Ciência Florestal*, 32, 979-995.
- Oliveira, A. D., Queiroz, M. S. M., & Ramos, M. B. P. (2000). Estudo morfológico de frutos e sementes de trefósia (*Tephrosia candida* DC.-Papilionoideae) na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(2), 193-199.
- Palermo, A. C., & Souza, A. M. D. (2019). Morphometric analysis of fruits and seeds of *Annona crassiflora* Mart.(Annonaceae) from central Brazil. *Revista Árvore*, 43.
- Pereira, M. D., Romeiro, T. C. O. D. S., Flores, A. V., & Severiano, R. L. (2018). Germinação e biometria de frutos e sementes de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. *Ciência Florestal*, 28, 1271-1281.
- Santos, J. C., Lima, A. N., Silva, D. M., Costa, R. N., Amorim, D. J., Silva, J. V., & Neto, A. L. S. (2019). Análise biométrica multidimensional com tratamentos pré-germinativos em sementes e caracterização morfológica de plântulas de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(2), 418-429.
- Silva, R. M., Cardoso, A. D., Dutra, F. V., Morais, O. M. (2017). Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia férrera* Mart. ex Tul. Provenientes do semiárido baiano. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4 (3) , 85-91.
- Tenreiro, I.G.P. *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson. In: Siqueira Filho, J.A., Meiado, M.V., Rabbani, A.R.C., Siqueira, A.A., Vieira, D.C.M. (Orgs.). (2013). *Guia de Campo de Árvores das Caatingas*. Curitiba: Editora Progressiva, 40-41.

Vasconcelos, A. D. M., Henriques, I. G. N., de Souza, M. P., de Sousa Santos, W., de Sousa Santos, W., & Ramos, G. G. (2017). Caracterização florística e fitossociológica em área de Caatinga para fins de manejo florestal no município de São Francisco-PI. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 13(4), 329-337.

Contribuições das ciências agrárias na evolução da cafeicultura capixaba: uma revisão

Recebido em: 19/11/2023

Aceito em: 20/11/2023

 10.46420/9786585756143cap11

Wilian Rodrigues Ribeiro 

Dalila da Costa Gonçalves 

Daniel Soares Ferreira 

Lucas Rosa Pereira 

Matheus Gaspar Shewan 

Marcelo Antônio Tomaz 

José Francisco T. do Amaral 

Edvaldo Fialho dos Reis 

INTRODUÇÃO

A cafeicultura capixaba tem desempenhado um papel crucial no cenário global da produção de café, com destaque para a variedade *Coffea canephora*. Com esse entendimento, objetivamos com este trabalho explorar, de maneira técnica, as práticas de cultivo que têm impulsionado avanços significativos na cafeicultura. Nosso foco será especialmente dedicado à proeminência do Espírito Santo (ES) no cenário mundial do mercado de cafés, destacando não apenas a magnitude econômica, mas também o impacto social a essa atividade.

A abordagem adotada neste estudo inicia-se com a caracterização do cenário, transcendendo os dados números de produção para evidenciar a riqueza e a contribuição da indústria cafeeira tanto para o setor econômico quanto social no estado. Desde os notáveis progressos em produtividade até aspectos como melhoramento genético, práticas de manejo inovadoras, sistemas de poda, adensamento de cultivos, adaptação em diferentes altitudes e estratégias de manejo fitossanitário de irrigação e fertirrigação, cada elemento é minuciosamente analisado.

Ao analisar criticamente esses elementos, buscamos elucidar a evolução técnica e das práticas sustentáveis que têm impulsionado a cafeicultura capixaba para o futuro, reforçando o papel fundamental do ES no contexto global da cafeicultura.

CENÁRIO DA CAFEICULTURA CAPIXABA

O café pertence à família Rubiaceae, gênero *Coffea*, no qual já se encontram descritas mais de 90 espécies. Dessas, cerca de 25 são exploradas comercialmente, tendo importância significativa no mercado mundial o *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (EMBRAPA, 2004). O *Coffea* sp. é originário do continente africano, sendo o *C. canephora* de uma ampla área que se estende da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do continente, predominando em regiões de baixa altitude, temperaturas mais elevadas em

áreas baixas da floresta tropical (Charrier; Berthaud, 1988). No Brasil, é cultivado em regiões com menor altitude e de temperatura mais elevada, com média anual entre 22° a 26 °C.

A variedade *C. canephora* foi introduzida no sudeste brasileiro no estado do ES, por volta do ano de 1912 (Ferrão et al., 2017). Atualmente é cultivada em diversos estados, tendo produção mais expressiva nos ES, Rondônia e Bahia (CONAB, 2023). O Brasil se destaca como líder mundial na produção e exportação de cafés, sendo a cultura considerada a segunda *commodity* mais comercializada, mundialmente emprega 500 milhões de pessoas e gera uma receita de US\$ 173 bilhões em torno de sua cadeia produtiva. (Costa, 2020; Hejna, 2021; Machado Filho et al., 2021). No país, o estado do ES é o segundo maior produtor de café, e o maior produtor da espécie *C. canephora*, respondendo por aproximadamente 68% da produção nacional e 30% da produção mundial de cafés robusta (CONAB, 2023).

O café conilon é responsável por 37% do PIB agrícola capixaba, gera em torno de 400 mil empregos diretos e indiretos, sendo a principal fonte de renda para mais de 60 mil propriedades agrícolas correspondendo a mais de 80% dos empreendimentos rurais capixabas, envolvendo em sua cadeia produtiva mais de 131 mil famílias produtoras, incluindo as propriedades de base familiar com tamanho médio de 8 hectares (Ferrão et al., 2017). Em 2022 estima-se 389 mil ha cultivados com café conilon, tendo previsão de safra em torno de 18.199,3 mil sacas beneficiadas, após uma produção recorde em 2022, é estimado para 2023 um total aproximado de 17.508,9 mil sacas de café conilon beneficiado (CONAB, 2023). A cadeia produtiva do café contribui para a economia local, regional, nacional e internacional e possui papel social e cultural relevante para a sociedade.

AVANÇOS EM PRODUTIVIDADE

A cafeicultura capixaba tem experimentado uma expressiva revolução na cafeicultura, impulsionada por implementação de uma série de inovações produtivas, os quais marcam uma fase de transformação significativa no setor. Estes expressivos avanços são facilmente entendidos em uma breve análise histórica. Segundo Ferrão et al. (2017), em 1992 a produtividade média de café conilon no estado do ES era de aproximadamente 9,2 sc ha⁻¹. Levantamentos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), apontam atualmente para uma média estadual está próxima a 47 sc ha⁻¹ (CONAB, 2023). Em uma análise direta, podemos concluir que num período de 30 anos, houve um incremento médio superior a 500% na produtividade.

O substancial aumento na produtividade do café no ES pode ser atribuído à introdução e efetiva implementação de práticas avançadas de manejo, a adoção de tecnologias de precisão e a engenharia genética voltado para a criação de variedades com características aprimoradas em termos de produtividade e resistência a fatores adversos.

APLICAÇÕES DO MELHORAMENTO GENÉTICO E OBTENÇÃO DE GENÓTIPOS SUPERIORES

Notadamente, o desenvolvimento do potencial produtivo de cafés conilon refletem dos ganhos obtidos via programas de melhoramento genético. É fato conhecido que o cafeeiro conilon se reproduz por alogamia, sendo 100% da fecundação cruzada, pois possui autoincompatibilidade gametofítica de natureza monogênica (Partelli et al., 2020). Assim, pela forma natural de reprodução da espécie, via propagação sexuada existe a tendência de originar indivíduos altamente heterozigotos, e com alta variabilidade genética (Giles et al., 2018).

As investigações para explorar e selecionar características desejáveis tem sido uns principais objetivos do melhoramento genético, que visa sobretudo aumentar a produtividade, qualidade e rentabilidade do produtor (Ferrão et al., 2017). No estado ES avanços na produtividade foram obtidos pelos programas de melhoramento genético, desenvolvido desde 1985. Atualmente, há registros de materiais com alto potencial de rendimento quando cultivados com uso de tecnologias, obtendo médias produtivas entre 120 a 135 sc ha⁻¹ (Ferrão et al., 2017).

Em uma breve análise histórica é possível observar a correlação crescente entre a inserção de materiais superiores e aumento de produtividade. Segundo Ferrão et al. (2017), os primeiros materiais lançados no ano de 1992 ('Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131'), tinham média estimada em 58 a 60 sc ha⁻¹, em um cenário onde a produtividade média do ES era de 9,2 sc ha⁻¹. A posteriori diversas cultivares foram desenvolvidos a exemplo da 'Emcapa 8141 – Robustão Capixaba', 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical', 'Vitoria Incaper 8142', 'Diamante ES8112', 'ES8122' – Jequitiba e 'Centenaria ES8132; e mais recentemente 'Marilândia ES8143' e 'ES8152 Conquista', os quais possuem potenciais claros para produtividade superiores a 120 sc ha⁻¹.

Estima-se que 60% das propriedades produtoras de conilon, aproximadamente 25 mil propriedades rurais, adotam cultivares melhoradas. Essas cultivares têm provocado transformações significativas na cafeicultura, tanto em ambientes rurais quanto urbanos. Com mais de 160 mil hectares renovados, esses materiais genéticos respondem por uma produção estimada em 7,5 milhões de sacas beneficiadas por ano, representando cerca de 75% da produção total do ES (Ferrão et al., 2017). A adoção disseminada dessas cultivares pelos produtores reflete não apenas a busca por rendimentos superiores, mas também ressalta o papel crucial do melhoramento genético na sustentabilidade e competitividade do setor. A abordagem mais apropriada para enfrentar a vulnerabilidade climática é desenvolver genótipos geneticamente aprimorados, dotados de características que conferem tolerância a condições ambientais desafiadoras, incluindo a escassez de água e temperaturas estressantes.

SISTEMA DE PODA

Evidentemente, a eficiência produtiva transcende o fator genético, abrangendo um conjunto diversificado de fatores (Sera et al., 2002), dos quais destacam-se a participação da fitotecnia nos mais

diversos seguimentos. Neste contexto, elencamos a implementação do sistema de poda (Verdin Filho et al., 2014).

A poda no cafeeiro conilon assume uma importância estratégica no contexto da cafeicultura. Além de desempenhar um papel crucial na formação estrutural da planta, a poda contribui de maneira decisiva para o manejo da produção, promovendo a renovação e equilíbrio do cafeeiro (Ronchi & DaMatta, 2007). No caso específico do conilon, essa prática visa controlar o porte da planta, facilitar a colheita, e favorecer a aeração e exposição adequada das folhas aos raios solares, otimizando assim a eficiência fotossintética (Verdin Filho et al., 2011; Dalcomo, et al., 2017).

Segundo Verdin Filho et al. (2016) o ciclo de poda programada se destaca no manejo do conilon, pois esse método envolve a modificação da arquitetura da planta, visando manter entre 12.000 a 15.000 ramos ortotrópicos por hectare. Essa abordagem proporciona uma gestão estratégica que favorece o desenvolvimento saudável da cultura. Além disso, a poda desempenha um papel significativo na gestão de doenças e pragas. Dessa forma, a implementação criteriosa da poda no cafeeiro conilon não apenas influencia positivamente o rendimento da safra, mas também contribui para a longevidade e vitalidade sustentada das plantações, solidificando seu papel como uma prática fundamental na busca pela excelência na produção cafeeira (Verdin Filho et al., 2014).

Os principais métodos de poda adotados atualmente consistem na poda de produção ou a programada de ciclo, considerado um avanço da técnica anterior. A execução desta prática facilita a tomada de decisão dos produtores, os quais passaram a remover de forma consciente as brotações excessivas, que atuavam como um forte dreno, prejudicando o desenvolvimento das plantas (Verdin Filho, et al., 2016; Dalcomo, et al., 2017). Paralelamente, com a adoção deste sistema de poda a cafeicultura evolui em caminho da padronização do número de hastes por planta e por hectare.

ADENSAMENTO DOS CULTIVOS

Em busca de aprimoramento produtivo o adensamento das plantas também emergiu como uma estratégia de manejo agrônomo com vantagens significativas. Ao otimizar a densidade de plantio, potencializamos a eficiência no uso do espaço (Bragança et al., 2009). A estatura compacta da planta e a resistência a doenças de algumas cultivares de café modernas permitiram um espaçamento mais próximo, resultando em uma cobertura quase completa do solo e melhor absorção dos nutrientes disponíveis do solo pelo enraizamento mais denso (van der Vossen, 2005).

O cultivo adensado resulta em modificações em todo agroecossistema, e geralmente a produtividade é muito maior do que a dos plantios tradicionais (Andrade et al, 2018). Isto ocorre, pois, uma vez atendido as exigências fisiológicas, apesar da menor produção de grãos de café por planta (Paulo et al., 2005; Pereira et al., 2007), não ocorre alteração no peso do grão (Carr, 2001). Desta forma, o aumento do número de plantas no hectare proporciona maiores produtividades (Sobreira, et al, 2011; Assis et al., 2014).

Quanto ao sistema de cultivo, de fato a proximidade entre plantas leva a modulação no microclima, um fator que exerce grande influência no cafeeiro (Sakai et al., 2015), auxiliando na proteção contra condições ambientais adversas, tornando o adensamento como um método alternativo táctica afim de mitigar os efeitos relacionados as maiores temperaturas num futuro não distante.

Fisiologicamente o sombreamento mútuo das folhas, reduz a temperatura do solo e a demanda evaporativa atmosférica, atenuando a evapotranspiração (DaMatta et al., 2007). Respeitando os limites do cultivo, este microclima exercer benefícios no metabolismo do cafeeiro conilon, que apresenta reduções progressivas do saldo líquido fotossintético em função do aumento das temperaturas máximas, um efeito típico da maior atividade oxigenase da rubisco plantas C_3 (Taiz et al., 2017). Porém, o adensamento excessivo causa diminuição da densidade do fluxo radiante dentro do dossel e nas folhas inferiores sombreadas, deslocando a zona de frutificação para cima (CLOWES; Allison, 1983; Gathaara; Kiara, 1985).

Um fato marcante é que sob adensamento o sombreamento mútuo das folhas, as temperaturas do solo e a demanda evaporativa atmosférica são mantidas baixas e, como resultado, a evapotranspiração é atenuada. Além disso, em plantações densas, as raízes do café se desenvolvem mais profundamente, de modo que absorvem água e nutrientes dos horizontes mais baixos do solo (Cassidy & Kumar, 1984). Exceto sob densidades extremas, é improvável que as tensões internas da água nas plantas aumentem

Além disso, cultivos adensados abrem maior superfície e aumentando a densidade de raízes, o que otimiza a absorção de nutrientes, como indicam estudos de (Van Der Vossen, 2005) em inferências sobre a taxa de eficiência de aplicação de fertilizantes no café conilon. Nestes aspectos é importante ressaltar que de forma direta espera-se que haja menores índices de escoamento superficial da água, aparecimento de plantas invasoras, e menor evaporação da água no solo.

Um fator muito observado no campo é a contribuição do adensamento para a supressão natural de ervas daninhas, minimizando a necessidade de intervenções químicas que até então constavam de fonte significativa de custos, principalmente pela necessidade de operação manual em regiões de montanha. Destacamos que a adoção do adensamento no cultivo de café conilon, embora promissora, requer consideração atenta a ressalvas, desafios e cuidados específicos (Andrade et al., 2018).

Ademais, um dos desafios notáveis é o gerenciamento adequado da competição por recursos, como água e nutrientes, entre as plantas próximas. Esse adensamento também pode aumentar a suscetibilidade a doenças e pragas devido à maior proximidade entre as plantas. Portanto, a implementação de práticas preventivas e monitoramento constante se torna imperativa para mitigar riscos. Além disso, é crucial considerar a seleção adequada de genótipos compatíveis com o adensamento proposto e também a atenção nas técnicas de poda, para garantir que o número de hastes não ultrapasse os valores atualmente estabelecidos.

CULTIVOS EM REGIÃO DE TRANSIÇÃO DE ALTITUDE

Diversos modelos preveem num cenário de mudanças climáticas globais onde as mudanças nos regimes de temperatura e balanço hídrico podem induzir mudanças na sobrevivência e o crescimento de diferentes plantas em alta e baixa altitude (Leopold & Hess, 2019).

O café foi categorizado como uma espécie altamente sensível a mudanças climáticas (Martins et al., 2018; DaMatta et al., 2019) e estudos envolvendo simulações indicaram que essas mudanças também podem afetar o seu zoneamento agroclimático (Assad et al., 2004). O café conilon apresenta taxas de crescimento satisfatórias em temperaturas mínimas superiores a 17 °C e a máxima inferior a 34 °C (Partelli et al., 2013).

Apesar de tolerar bem temperaturas de até 37 °C, com base nos mecanismos de fotoproteção e antioxidantes (Martins et al., 2016; Rodrigues et al., 2016) estas temperaturas extremas podem afetar características físicas da planta, reduzindo o peso e o rendimento dos grãos (Ramalho et al., 2018) devido ao estresse térmico. Segundo Dusenge et al. (2018) as altas temperaturas podem causar danos à maquinaria fotossintética, devido à desnaturação de proteínas e ao aumento da permeabilidade da membrana do cloroplasto.

Assim o cultivo de café conilon em regiões de maior altitude, acima de 500 m (Partelli et al., 2019) também surge como outra tática para mitigar os efeitos relacionados às maiores temperaturas. Estudos de Partelli et al. (2019), confirma a possibilidade de cultivo do cafeeiro conilon em altitudes mais elevadas, sendo a escolha do genótipo um ponto chave para sucesso produtivo. No estado do ES já se observa um crescente interesse em plantios nas regiões mais altas, visto que a espécie possui grande elasticidade com capacidade de evoluir e se adaptar a diferentes condições ambientais, em virtude dos diversos mecanismos fisiológicos e metabólicos (Ferrão et al., 2017).

Contudo, é necessário adotar cautela, uma vez que esta espécie é sensível e menos adaptada a temperaturas mais baixas quando comparados ao cafeeiro arábica (DaMatta et al., 2007; Partelli et al., 2019). Estudos apontam que quedas de temperatura abaixo de 13 °C durante o dia e 8 °C durante a noite induzem diversas alterações metabólicas no café conilon, com impacto negativo na produtividade (Partelli et al., 2009, Scotti-Campos et al., 2014). Dentre as principais alterações fisiológicas quando cultivado sob baixas temperaturas, destaca-se queda na taxa fotossintética líquida e menor eficiência do fotossistema II (Partelli et al., 2009).

Trabalhos anteriores mostraram que a fotossíntese é fortemente reduzida abaixo de 18°C (Ramalho et al., 2003), enquanto temperaturas em torno de 4°C deprimem drasticamente o desempenho fotossintético e a produtividade (DaMatta et al., 1997; Silva et al., 2004). Além das condições de frio, os efeitos adversos sobre a Rubisco podem decorrer da atividade de moléculas altamente reativas, frequentemente produzidas em excesso em genótipos sensíveis a baixas temperaturas. Essa sobreprodução ocorre devido à escassez de substrato, deficiência de energia química e poder redutor (Maroco et al., 1999), ou ao acúmulo de monossacarídeos (Ramalho e outros, 2003). Desta maneira,

pesquisas apontam que a exposição gradual do cafeeiro conilon a baixas temperaturas ativa mecanismos de defesa/aclimatação que podem permitir ajustes a essas condições (Ramalho et al., 2014).

MANEJO FITOSSANITÁRIO

Neste momento é oportuno salientamos que o monitoramento regular dos cafezais também permitiu avanços significativos na identificação precoce de potenciais pragas e doenças, possibilitando intervenções oportunas e específicas.

Um grande avanço nos controles das principais pragas como Broca-do-café (*Hypothenemus hampei*); Cochonilha-do-cafeeiro (*Planococcus citri*); Ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*); Bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*); Broda-da-haste (*Xylosandrus compactus*) e doenças como Ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) foram obtidos nos últimos anos. O emprego eficiente de estratégias de monitoramento e controle tornou-se fundamental para mitigar os impactos dessas adversidades no cafeeiro conilon. O manejo integrado, combinando métodos preventivos, culturais e, quando necessário, químicos, contribui para a preservação da saúde das plantas, minimizando os efeitos negativos nas safras (Fornazier et al., 2017).

A implementação de práticas sustentáveis e a escolha criteriosa de agentes de controle biológico reforçam a resiliência do cafeeiro conilon ao longo do tempo. Além disso sistemas de vigilância fitossanitária, aliada à utilização de tecnologias avançadas, como sensores remotos e drones, permitiu o acompanhamento preciso da incidência de pragas e doenças, viabilizando intervenções assertivas. A aplicação criteriosa de defensivos agrícolas, em consonância com práticas sustentáveis, contribuiu para a redução dos danos e a preservação da qualidade do cafeeiro, refletindo positivamente na produtividade das lavouras capixabas (Fornazier et al., 2017). A sinergia entre a pesquisa científica, a extensão rural e os produtores locais desempenham um papel crucial na promoção de sistemas de manejo integrado, conferindo resiliência ao cultivo do cafeeiro conilon frente aos desafios fitossanitários inerentes à região.

IRRIGAÇÃO

Devido à distribuição irregular das chuvas no estado do ES, a prática predominante no cultivo do café conilon tem sido a utilização de irrigação. Por isso, nas últimas décadas, a irrigação emergiu como um elemento vital nos cultivos do estado, impulsionando a produtividade e rendimento dos cafezais. Essa prática não apenas aumentou significativamente o rendimento por área cultivada, mas também permitiu a implementação da fertirrigação, otimizando a aplicação de fertilizantes e promovendo um manejo agrícola mais sustentável. Apesar dos desafios relacionados à disponibilidade e qualidade da água, estima-se que cerca de 70% das lavouras de café conilon no estado utilizam irrigação.

A virada de chave que a irrigação representou no ES é reflexo a necessidade de complementação hídrica mesmo com registros pluviométricos anuais acima dos 1200 mm. Apesar de grande parte do Estado possuir condições térmicas ideais para o cultivo do cafeeiro conilon, existem restrições para o

aspecto hídrico (Pezzopane et al., 2010), decorrentes a distribuição irregular das chuvas no estado, que por si ocasiona eventos com elevados índices de déficits hídricos. Esses períodos de seca intensificam a dependência da produção em relação à complementação hídrica, conforme ressaltado por Pimentel et al. (2010).

Entre os principais sistemas adotados, destaca-se os sistemas de irrigação localizados. Nestes, o gotejamento tem expandido continuamente, devido proporcionar a aplicação precisa da água e fertilizantes diretamente na zona radicular, promovendo eficiência no uso dos recursos hídricos e nutricionais. Entretanto, problemas frequentes quanto a problemas da formação do bulbo molhado têm provocado questionamento pelos produtores. Em alguns casos optam novamente pelos sistemas com microaspersor oferecendo flexibilidade na irrigação

Além disso, a aspersão, ainda possui significativa relevância, tanto convencional quanto por pivô central, proporcionando uma cobertura uniforme da área cultivada. A escolha entre esses sistemas depende de fatores como topografia, disponibilidade hídrica, e capacidade financeira do produtor.

Entretanto, um grande desafio ainda na região é o entendimento da necessidade do manejo da irrigação, uma vez que parte massiva dos usuários não adotam e que juntamente com os sistemas com baixos índices de eficiência, reduzem os benefícios potenciais da irrigação.

FERTIRRIGAÇÃO

A água é o recurso natural mais importante para o crescimento e desenvolvimento de uma planta, exigida em praticamente todos os seus eventos fisiológicos e metabólicos. Estima-se que 40% do abastecimento mundial de alimentos advém da produção agrícola irrigada (Nagaraj et al., 2021), a qual tem permitido efetivamente aumentar a produtividade.

Avanços significativos ainda podem ser obtidos adotando tecnologias que otimizem o uso eficiente de água e fertilizantes, neste conceito insere-se a técnica de fertirrigação. A fertirrigação fornece às plantas os nutrientes necessários para que sejam capazes de expressar seu máximo potencial genético. Esse fornecimento ocorre por meio de adubos solúveis, que utilizam a água como veículo, tendo como principal objetivo fertilizar racionalmente satisfazendo as necessidades da cultura e maximizar o seu rendimento por meio do consumo eficiente dos recursos disponíveis e reduzindo as perdas (Bar-Tal et al., 2020).

A técnica foi estudada pela primeira vez em 1958 nos Estados Unidos da América, por Bryan e Thomas (1958), usando aplicação de fertilizantes via sistema de irrigação por aspersão, e via gotejo em Israel em plantações de tomate (Sagiv & Kafkafi, 1976). No Brasil, as aplicações também datam da década de 70, sendo toda tecnologia importada de Israel. Ao longo dos anos a técnica foi se aprimorando e muitos avanços foram obtidos. A fertirrigação é uma técnica versátil e pode ser aplicada em diversas culturas, sendo a horticultura uma das áreas de maiores adeptos (Incrocci et al., 2017). A técnica pode ser

aplicada tanta na agricultura convencional quanto na orgânica e/ou sistemas de produção agroecológica e inclusive sendo muito estudada com águas residuais (Byrareddy et al., 2019; Kumar et al., 2021).

O aumento da eficiência da fertirrigação está relacionada a absorção favorecida das raízes, devido os fertilizantes já estarem prontamente disponíveis em solução em uma área de maior acesso pelas raízes. Via fertirrigação, é possível o fornecimento gradual e uniforme de fertilizantes ao longo do ciclo da cultura, promovendo uma nutrição mineral precisa, tanto espacial quanto temporalmente, ademais é uma técnica chave da agricultura de precisão (Kumar et al., 2021). Geralmente as aplicações são realizadas na região de maior volume radicular úmido, sendo a distribuição e a absorção destes nutrientes pelas raízes decorrentes em função da interação entre o fluxo de água no solo e o transporte de solutos (Paramesha et al., 2022).

A eficiência do uso de nutrientes na fertirrigação pode chegar a 90%, em comparação com 40 a 60% aos métodos convencionais. Além disso a economia de fertilizantes pode atingir até 60% sem afetar o crescimento e o rendimento das culturas e ainda propiciar redução nos custos de produção em até 25% (Paramesha et al., 2022). Em uma meta-análise ao fornecer N por meio de fertirrigação, Li et al. (2021) revelou um aumento significativo no rendimento das culturas e na eficiência do uso do nitrogênio em relação às práticas tradicionais. Em termos gerais, os autores ainda relatam que fertirrigação por gotejamento aumentou o rendimento das culturas em 12,0%, a produtividade de água em 26,4% e a eficiência no uso de nitrogênio em (34,3%) comparada as técnicas tradicionais.

Entretanto, a fertirrigação vem sendo questionada devido ao seu uso indiscriminado e falhas no manejo (Nagaraj et al., 2021). Em grande parte das propriedades agrícolas existe uma deficitária gestão da fertirrigação, principalmente relacionada a aplicação desequilibrada de fertilizantes e água de baixa qualidade. Estes fatores têm contribuído para um esgotamento demasiado dos solos cultiváveis, aumento nos custos de produção, perdas na produção e redução na oferta de alimento, além dos efeitos nocivos ao meio ambiente, como poluição de água subterrânea e salinização dos solos (Yasuor et al., 2020).

Em muitos cultivos cafeeiros os fertilizantes são aplicados em proporções desequilibradas, e este incremento nas taxas aplicadas não responde com aumentos produtivos. Segundo Byrareddy et al. (2019), a estimativa correta das necessidades de nutrientes e água da cultura é fundamental para obter nutrição vegetal precisa e alta eficiência no uso de nutrientes em sistemas de cultivo fertirrigados (Incrocci et al., 2017).

O gerenciamento ideal da fertirrigação não consiste em uma tarefa simples a ser executada. Para obter um sistema funcional e eficiente é necessário conhecer detalhadamente as exigências nutricionais da cultura, as fases fenológicas das plantas, as características físicas, hidráulicas e químicas do solo, o tipo e estágio fenológico da cultura, o método de irrigação utilizado, a quantidade de fertilizante e frequência de aplicação, qualidade da água, fonte do nutriente, capacidade de solubilidade, compatibilidade e lixiviação abaixo da zona radicular (Incrocci et al., 2017; Bar-Tal et al., 2020; Kumar et al., 2021).

Na cafeicultura, a fertirrigação é realizada com baixa eficiência, principalmente devido à carência de informações, e falta de ajustes em acordo com os novos materiais genéticos utilizados. Por isso, estudos e abordagens que possam melhorar significativamente a disponibilidade e absorção de água e nutrientes no solo, resultando em aumento substancial da produção e qualidade das culturas são necessários para uma agricultura que enfrenta as incertezas do clima devido às mudanças climáticas, eventos de seca cada vez mais frequentes e a esperada redução na disponibilidade de fertilizantes minerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a cafeicultura capixaba, especialmente no cultivo do café conilon, tem experimentado uma notável transformação impulsionada por avanços tecnológicos e estratégias inovadoras. A trajetória ascendente na produtividade, marcada pelo melhoramento genético, práticas de manejo eficientes como a poda e o adensamento, além da incursão em novas altitudes e a adoção de técnicas como a fertirrigação, reflete a resiliência e capacidade adaptativa do setor.

Entretanto, diante desses progressos, a cafeicultura capixaba encontra-se em uma posição estratégica para continuar contribuindo de maneira significativa para a economia e para a oferta global de café. Contudo, é essencial manter um equilíbrio entre a busca por produtividade e a preservação dos recursos naturais, a busca incessante por maiores produtividades deve coexistir com uma gestão sustentável dos recursos naturais, evitando impactos adversos no solo, na água e na biodiversidade.

A cafeicultura capixaba está diante não apenas de oportunidades, mas também de responsabilidades. Assim, à medida que a cafeicultura capixaba se destaca como uma força significativa internacional agrícola, a continuidade do progresso dependerá da habilidade em equilibrar a busca por eficiência com a preservação ambiental. Em última análise, a cafeicultura capixaba do futuro deve ser não apenas produtiva, mas também sustentável.

AGRADECIMENTOS

Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES); Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, S., Armani, E., Ferrão, R., Volpi, P., Comério, M., Ferrão, M., ... & Vieira, L. (2018). Implicações do adensamento sobre o diâmetro da copa de plantas de cafeeiro conilon. In: Congresso Brasileiro De Pesquisas Cafeeiras, 44., 2018, Franca, SP. Nosso café, melhorado desde o pé: anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2018.
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Zullo Junior, J., & Ávila, A. M. H. (2004). Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39(11), 1057-1064. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>

- Assis, G. A. D., Scalco, M. S., Guimarães, R. J., Colombo, A., Dominghetti, A. W., & Matos, N. (2014). Drip irrigation in coffee crop under different planting densities: Growth and yield in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(11), 1116-1123. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1116-1123>
- Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., & Ben-Gal, A. (2020). Advances in fertigation techniques to optimize crop nutrition. In *Achieving sustainable crop nutrition* (pp. 691-718). Burleigh Dodds Science Publishing. <https://doi.org/10.1201/9780429275845>
- Bragança, S. M., Silva, E. B., Martins, A. G., Volpi, P. S., Lani, J. A., & Santos, L. P. (2009). Resposta do cafeeiro conilon à adubação em NPK em sistema de plantio adensado. *Coffee Science*, 4(1), 67-75. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/7145>>.
- Byrareddy, V., Kouadio, L., Mushtaq, S., & Stone, R. (2019). Sustainable production of robusta coffee under a changing climate: A 10-year monitoring of fertilizer management in coffee farms in Vietnam and Indonesia. *Agronomy*, 9(9), 499. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090499>
- Carr, M. K. V. (2001). The water relations and irrigation requirements of coffee. *Experimental Agriculture*, 37(1), 1-36. <https://doi.org/10.1017/S0014479701001090>
- Charrier, A., Berthaud, J. (1988). Principles and methods in *Coffea* plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: Clarke, R. J., Macrae, R. (Eds.). *Coffea: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, 6, 167-198.
- Clowes, M., & Allison, J. C. S. (1983). The growth and development of lateral branches in the top, middle and bottom of pruned coffee trees in a hedgerow. *Zimbabwe Agricultural Journal (Zimbabwe)*, 21(2), 115-134.
- Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB (2017). *Acompanhamento da safra brasileira de café safra 2017*. Primeiro levantamento, janeiro. 4(1), 98p.
- Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB (2023). *Acompanhamento da safra brasileira de café*. Brasília, DF, 10, safra 2023, n. 3 terceiro levantamento, setembro 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>
- Costa, B. D. R. (2020). Brazilian specialty coffee scenario. In: *Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil*. Elsevier, p. 51–64. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814721-4.00003-2>
- Dalcomo, J. M., Vieira, H. D., Ferreira, A., & Partelli, F. L. (2017). Growth comparison of 22 genotypes of conilon coffee after regular pruning cycle. *African Journal of Agricultural Research*, 12(1), 63-70. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11261>
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 485–510. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014>

- DaMatta, F. M., Rahn, E., Läderach, P., Ghini, R., & Ramalho, J. C. (2019). Why could the coffee crop endure climate change and global warming to a greater extent than previously estimated?. *Climatic Change*, 152, 167-178. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2346-4>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (2004). *Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia*. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93-cafe.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- Ferrão, R., Fonseca, A. F. A., Ferrão, M. A. G., & Muner, L. H. (2017). *Café Conilon*. Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural–INCAPER. Vitória-ES: v. 2º ed. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/13972>> Acesso em: 08 nov. 2023.
- Fornazier, M. J., Martins, D. S., Fanton, C. J., & Benassi, V. L. R. M. (2017). Manejo de pragas do café Conilon. *Café conilon*, 2, 398-433.
- Gathaara, M. P. H., & Kiara, J. M. (1985). Factors that influence yield in close-spaced coffee. II Yield components. *Kenya coffee*, 50(587), 387-392.
- Hejna, A. (2021). Potential applications of by-products from the coffee industry in polymer technology – Current state and perspectives. *Waste Management*, 121, 296–330. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.018>
- Incrocci, L., Massa, D., & Pardossi, A. (2017). New trends in the fertigation management of irrigated vegetable crops. *Horticulturae*, 3(2), 37. <https://www.mdpi.com/2311-7524/3/2/37#>
- Kumar, C., Ramawat, N., & Verma, A. K. (2021). Organic fertigation system in saline-sodic soils: A new paradigm for the restoration of soil health. *Agronomy Journal*, 114(1), 317-330. <https://doi.org/10.1002/agj2.20957>
- Leopold, C. R., & Hess, S. C. (2019). Facilitating adaptation to climate change while restoring a montane plant community. *Plos one*, 14(6), e0218516. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218516>
- Li, H., Mei, X., Wang, J., Huang, F., Hao, W., & Li, B. (2021). Drip fertigation significantly increased crop yield, water productivity and nitrogen use efficiency with respect to traditional irrigation and fertilization practices: A meta-analysis in China. *Agricultural Water Management*, 244, 106534. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106534>
- Machado Filho, J. A., Rodrigues, W. P., Baroni, D. F., Pireda, S., Campbell, G., de Souza, G. A. R., ... & Campostrini, E. (2021). Linking root and stem hydraulic traits to leaf physiological parameters in *Coffea canephora* clones with contrasting drought tolerance. *Journal of plant physiology*, 258, 153355. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153355>
- Martins, M. Q., Rodrigues, W. P., Fortunato, A. S., Leitao, A. E., Rodrigues, A. P., Pais, I. P., ... & Ramalho, J. C. (2016). Protective response mechanisms to heat stress in interaction with high [CO₂] conditions in *Coffea* spp. *Frontiers in Plant Science*, 7, 947. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00947>

- Martins, L. D., Eugenio, F. C., Rodrigues, W. N., Brinati, S. V. B., Colodetti, T. V., Christo, B. F., ... & dos Santos, A. R. (2018). Adaptation to Long-Term Rainfall Variability for Robusta Coffee Cultivation in Brazilian Southeast. *American Journal of Climate Change*, 7(4), 487-504. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2018.74030>
- Nagaraj, D., Proust, E., Todeschini, A., Rulli, M. C., & D'Odorico, P. (2021). A new dataset of global irrigation areas from 2001 to 2015. *Advances in Water Resources*, 152, 103910. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2021.103910>
- Paulo, E. M., Furlani Junior, E., & Fazuoli, L. C. (2005). Comportamento de cultivares de cafeeiro em diferentes densidades de plantio. *Bragantia*, 64, 397-409. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000300009>
- Paramesha, V., Rajanna, G. A., Kumar, P., Sannagoudar, M. S., & Halli, H. M. (2022). Drip fertigation for enhancing crop yield, nutrient uptake, nutrient, and water use efficiency. *Sustainable Agriculture Systems and Technologies*, 267-278. <https://doi.org/10.1002/9781119808565.ch12>
- Partelli, F. L., Vieira, H. D., Viana, A. P., Batista-Santos, P., Rodrigues, A. P., Leitão, A. E., & Ramalho, J. C. (2009). Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(11), 1404-1415. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100006>
- Partelli, F. L., Marré, W. B., Falqueto, A. R., Vieira, H. D., & Cavatti, P. C. (2013). Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. *Journal of Agricultural Science*, 5(8), 108. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n8p108>
- Partelli, F. L., Golynski, A., Ferreira, A., Martins, M. Q., Mauri, A. L., Ramalho, J. C., & Vieira, H. D. (2019). Andina-first clonal cultivar of high-altitude conilon coffee. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 19(4), 476-480. <https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n4c68>
- Pereira, S. P., Guimarães, R. J., Bartholo, G. F., Guimarães, P. T. G., & Alves, J. D. (2007). Vegetative growth and yield of coffee plants (*Coffea arabica* L.) in two different pruning times, conducted at different spacings. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 643-649. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300007>
- Ramalho, J. C., DaMatta, F. M., Rodrigues, A. P., Scotti-Campos, P., Pais, I., Batista-Santos, P., ... & Leitão, A. E. (2014). Cold impact and acclimation response of *Coffea* spp. plants. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26, 5-18. <https://doi.org/10.1007/s40626-014-0001-7>
- Ramalho, J. C., Rodrigues, A. P., Lidon, F. C., Marques, L. M., Leitão, A. E., Fortunato, A. S., ... & Ribeiro-Barros, A. I. (2018). Stress cross-response of the antioxidative system promoted by superimposed drought and cold conditions in *Coffea* spp. *PLoS one*, 13(6), e0198694. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198694>
- Ronchi, C. P. and DaMatta, F. M. (2007). Aspectos fisiológicos do café conilon. In: *Café Conilon*, 95–119 (Eds Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., Bragança, S. M., Ferrão, M. A. G. and De Muner, L. H.). Vitória, Brazil: Incaper.

- Sakai, E., Barbosa, E. A. A., de Carvalho Silveira, J. M., & de Matos Pires, R. C. (2015). Coffee productivity and root systems in cultivation schemes with different population arrangements and with and without drip irrigation. *Agricultural water management*, 148, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.08.020>
- Scotti-Campos, P., Pais, I. P., Partelli, F. L., Batista-Santos, P., & Ramalho, J. C. (2014). Phospholipids profile in chloroplasts of *Coffea* spp. genotypes differing in cold acclimation ability. *Journal of Plant Physiology*, 171(3-4), 243-249. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.07.007>
- Sera, T., Alteia, M. Z., Petek, M. R., & ZAMBOLIM, L. (2002). Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). *O estado da arte de tecnologias na produção de café. Viçosa: UFV*, 217-251.
- Sobreira, F. M., Guimarães, R. J., Colombo, A., Scalco, M. S., & Carvalho, J. G. (2011). Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase de formação, em plantio adensado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 46, 9-16. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100002>
- Taiz, L., Zeiger, E., Möller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora.
- Van der Vossen, H. A. M. (2005). A critical analysis of the agronomic and economic sustainability of organic coffee production. *Experimental agriculture*, 41(4), 449-473. <https://doi.org/10.1017/S0014479705002863>
- Verdin Filho, A. C., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Silveira, J. S. M., Volpi, P. S., Fonseca, A. F. A. D., ... & Silveira, T. B. (2009). Poda programada de ciclo para o café conilon. Vitória: Incaper, 2008. (Documento, 163). Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/2907>>.
- Verdin Filho, A. C., Tomaz, M. A., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Fonseca, A. F. A. D., & Rodrigues, W. N. (2014). Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. *Coffee Science*, 9, 489-494. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8090>>.
- Verdin Filho, A. C., Volpi, P. S., Ferrão, M. A. G., Ferrão, R. G., Mauri, A. L., Fonseca, A. F. A. D., ... & Andrade Júnior, S. D. (2016). New management technology for arabica coffee: the cyclic pruning program for arabica coffee. *Coffee Science*, 11(4), 475-483. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8247>>.

Índice Remissivo

	C	Produção, 38, 39	
Caatinga, 111, 112, 115			Q
Caça, 87		QGIS, 8, 9	
cafeicultura, 119, 120, 121, 122, 128			S
	G	Sostenible, 60	
genótipos, 121, 123, 124			T
	H	<i>Trypanosoma cruzi</i> , 106	
<i>Helianthus annuus</i> , 28			Z
	I	Zamak, 60, 61	
Indígenas, 73			
	P		
Proceso, 65, 132			

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 117 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 58 organizações de e-books, 43 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@uems.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br