

# Capítulo 3

## Sistemas de produção de peixes

*Adriana Ferreira Lima*

### 1. Introdução

A definição de sistema de produção é extremamente ampla e pode ser utilizada para diversas áreas de conhecimento, como ciências agrárias e engenharia. Um sistema de produção pode ser entendido como um conjunto de elementos que se inter-relacionam com o objetivo de transformar entradas (insumos) em saídas (produtos), através de um processo pré-definido (sistema de produção). Fazendo um paralelo com a piscicultura, seria um conjunto de fatores ou elementos (infraestrutura, água, meio ambiente) que são manejados para transformar entradas (água, peixes, adubos, ração) em saídas (peixes de tamanho comercial, resíduos e água de descarte). Esses sistemas variam de acordo com a infraestrutura utilizada, a dependência dos animais em relação à ração ofertada, a densidade de cultivo, o manejo despendido, entre outros aspectos (Figura 1).

A classificação dos sistemas de produção tem por objetivo facilitar a compreensão de suas características e relações com as atividades de planejamento e manejo. Na piscicultura, essa classificação indica, dentre outros aspectos, o nível de tecnificação da atividade, a necessidade de água do sistema e a densidade de animais.

Os sistemas de produção aquícolas podem ser classificados (1) quanto ao uso da água, (2) quanto à intensificação da produção ou (3) quanto à utilização das espécies. A seguir, cada uma dessas classificações dos sistemas de produção é descrita detalhadamente.

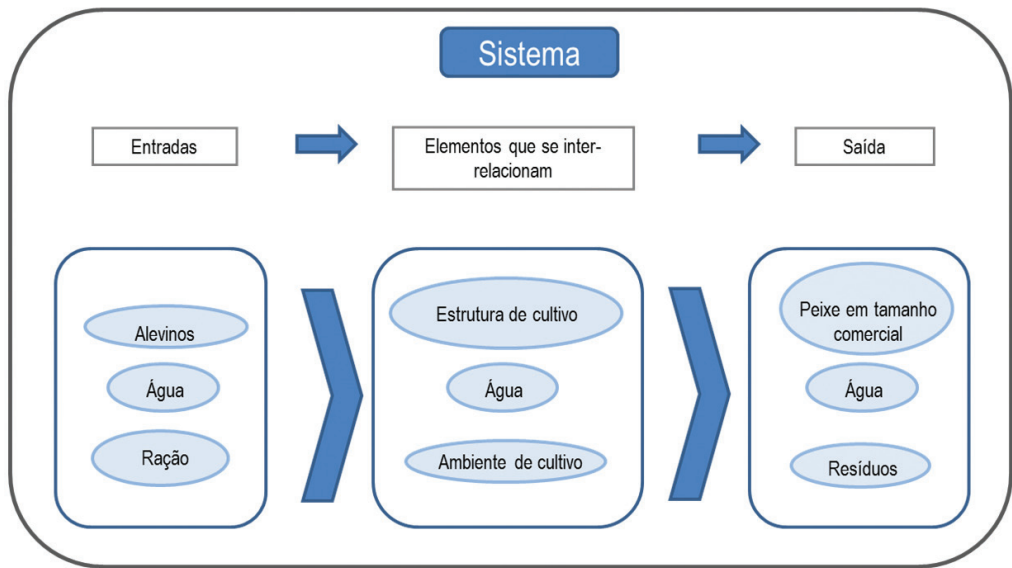


Figura 1. Esquema explicativo sobre sistema de produção na piscicultura.

## 2. Classificação do sistema de produção quanto ao uso da água

Considerando a problemática de escassez de água cada vez mais crescente no mundo, a classificação do sistema de produção em relação ao uso de água permite uma visão da sustentabilidade da atividade e do seu alinhamento à tendência do uso eficiente da água. Sendo assim, os sistemas de produção podem ser classificados quanto ao uso da água em:

### 2.1. Sistema de água parada ou estático

Nestes sistemas, não existe renovação de água durante o cultivo (Figura 2). A água é utilizada para o enchimento do sistema e posteriormente, se disponível, apenas para repor as perdas por infiltrações ou evaporação. A água do cultivo pode ser utilizada em um ou mais ciclos de cultivo. Devido a essas características, são utilizadas baixas densidades de estocagem (cerca de 4 a 12 t/ha). É comum o cultivo em sistemas de água parada em locais onde o seu suprimento é limitado ou onde existe a necessidade de seu bombeamento, uma vez que este eleva os custos de produção.



**Figura 2.** Barragem utilizada para produção de peixes em sistema estático, com abastecimento por captação da água da chuva. Foto: Adriana F. Lima.

## 2.2. Sistema com renovação de água

Enquadra-se nesta classificação uma grande variedade de estruturas utilizadas para produção. Geralmente, a produção em sistemas com renovação é realizada em locais com adequada disponibilidade de água e onde o abastecimento pode ser feito por gravidade, não elevando os custos de produção. Esse sistema pode ainda ser subdividido em sistemas com renovação de água contínua, onde a troca de água é realizada continuamente, e em sistemas com renovação intermitente, onde só é realizada a renovação de água de forma periódica.

Diversas estruturas podem ser utilizadas como unidade de cultivo no sistema com renovação de água, a saber:

- Viveiros e barragens com renovação de água (Figuras 3A e B) - A renovação pode ser constante ou intermitente, suportando uma densidade de estocagem maior (10 a 30 t/ha) que aquelas do sistema estático. Essa possibilidade de utilizar maior estocagem é resultado da renovação de água no sistema, que permite uma diminuição na concentração de resíduos provenientes da ração e do metabolismo dos peixes, com menor probabilidade de eutrofização da água de cultivo. Entretanto, nessa estrutura, pode ser necessário o uso de aeradores.

- Tanques-rede (Figura 3C) - Apesar de sua estrutura ser fixa em um local no corpo d'água, é necessário que haja uma renovação constante de água no seu interior, carreando metabólitos e resíduos e trazendo água com maior teor de oxigênio dissolvido, pois só assim será possível a utilização de altas densidades nesta estrutura. É importante ressaltar que diferentes densidades são suportadas neste sistema, apresentando uma correlação positiva com a qualidade de água e a velocidade da corrente que passa pela estrutura de cultivo, podendo produzir até  $150 \text{ kg/m}^3/\text{ciclo}$ . Além disso, os valores de densidade em tanques-rede também podem variar em função da espécie que está sendo cultivada.

- Tanques de alto fluxo ou *raceways* (Figura 3D) - Nestas estruturas, é necessária uma alta taxa de renovação da água, chegando a até três trocas do volume total da estrutura de criação por hora, o que possibilita a utilização de densidades de estocagem elevadas (até  $150 \text{ kg/m}^3$ ).



**Figura 3.** Viveiros utilizados para produção com renovação de água (A e B); Tanques-rede de pequeno volume, utilizados para produção de peixes (C); *Raceways* utilizados para produção de tilápia na região Nordeste do Brasil (D). Fotos: Adriana F. Lima.

## 2.3. Sistema com recirculação de água

Esse sistema de produção já é muito utilizado em países onde existe pouca disponibilidade de água. É utilizado quando se objetiva produzir um volume elevado de peixes, em situações onde não há grande disponibilidade de área e água para o cultivo. Outro fator que tem levado à sua adoção é a possibilidade de minimizar ou eliminar o lançamento de efluentes da atividade no meio ambiente.

Naturalmente, durante a produção piscícola, existe um elevado acúmulo de resíduos na água, advindos do metabolismo do animal e sobras da ração. Neste sistema, a água circula constantemente na estrutura de cultivo, sendo tratada em um sistema de filtragem (mecânico, químico e biológico) e retornando para a estrutura de cultivo com qualidade adequada para a produção. Para isso, é necessária a utilização de um sistema de filtragem eficiente, sendo este um ponto crítico. Esse sistema suporta produzir até 70 kg/m<sup>3</sup>/ciclo. Dentre as vantagens do uso da recirculação da água na piscicultura, têm-se (1) redução significativa da quantidade de água necessária para o cultivo, sendo necessário água para o abastecimento inicial do sistema e para reposição das perdas por evaporação; (2) possibilidade de minimizar ou até eliminar o lançamento dos efluentes da piscicultura; (3) maior controle da qualidade da água e de doenças. Entretanto, apresenta desvantagens como o alto custo de implantação e produção, além de total dependência de ração como alimento.

## 3. Classificação do sistema de produção quanto à intensificação da produção

Essa classificação é a mais utilizada pelos produtores e reflete o nível de tecnologia e produtividade utilizado na atividade. São considerados parâmetros indicativos nesta classificação a densidade de estocagem, a dependência de ração pelos peixes, a utilização do alimento natural, o nível de manejo empregado, os custos de produção e a suscetibilidade a doenças. Sob essas perspectivas, os sistemas de produção podem ser classificados em:

### 3.1. Sistema extensivo

No sistema extensivo, é praticamente inexistente a intervenção do homem no processo de produção. Açudes, barragens e represas são as estruturas mais utilizadas e, em geral, não é realizado qualquer manejo de fertilização do corpo d'água, nem alimentação dos peixes durante todo o ciclo (Figura 2). Dessa forma, a alimentação

disponível para os peixes é oriunda da produtividade natural do corpo d'água, variando de acordo com a disponibilidade de nutrientes disponíveis no meio. Portanto, é recomendada baixa densidade de estocagem com conseqüente baixa produtividade (entre 150 a 500 kg/ha/ciclo). As trocas de água, quando existentes, são geralmente limitadas ao período de chuvas e a despesca geralmente acontece sem o esgotamento total da estrutura de cultivo, utilizando-se rede de arrasto. Podem ser incluídos neste grupo, também, os sistemas em que há alimentação eventual dos peixes.

A adoção deste sistema é muito comum em propriedades que possuem estrutura de cultivo, mas a piscicultura não é uma atividade prioritária. Portanto, em geral, apenas realiza-se o povoamento com alevinos e, após algum tempo, faz-se a despesca. O tempo para que os animais alcancem o tamanho comercial neste sistema costuma ser maior, devido a pouca disponibilidade de alimento para os peixes.

Existem ainda produtores, principalmente na região Sul do país, especificamente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que produzem no sistema extensivo, sem utilização de ração, mas com oferta de subprodutos agrícolas ou dejetos de animais, elevando a produtividade do sistema para até 5.000 kg/ha/ciclo (Modelo Alto Vale do Itajaí de Piscicultura Integrada). Nesses sistemas, é necessário um acompanhamento cuidadoso da produção, devido às maiores variações na qualidade de água, principalmente quando são adicionados subprodutos e dejetos de animais ao sistema, que podem ocasionar perdas e prejuízos à produção.

Os custos de produção no sistema extensivo são baixos e a suscetibilidade dos animais a doenças também, devido principalmente à similaridade das condições de cultivo com aquelas do ambiente natural, com baixas densidades de estocagem e inexistência de manejo ao longo do ciclo de produção, com conseqüente redução de estresse para os animais.

### **3.2. Sistema semi-intensivo**

O sistema semi-intensivo ainda é o mais utilizado pelos produtores do Brasil. A intervenção do homem no processo de produção é maior que no extensivo. Viveiros (Figuras 3A e B) e barragens (Figura 2), geralmente de pequeno volume, são as estruturas mais utilizadas para o cultivo semi-intensivo. Nesse sistema, a fertilização é realizada como forma de aumentar a produtividade primária da água, sendo esta uma das fontes de alimento para os peixes cultivados. Paralelamente, também é necessário o fornecimento de ração balanceada, para complementar a alimentação. Dessa forma, no sistema semi-intensivo, há um somatório de ração e alimento natural (fito e zooplâncton). Nele é necessário o acompanhamento da qualidade da água,

com monitoramento diário da temperatura, transparência, pH e oxigênio dissolvido e acompanhamento periódico da amônia, nitrito e nitrato. Suporta maiores densidades de estocagem que o extensivo, com produtividade final variando entre 2.500 a 12.500 kg/ha/ciclo (o ciclo varia de acordo com a espécie cultivada e, em geral, para as espécies produzidas no Brasil, pode durar de 4 a 12 meses nesse sistema).

O sistema semi-intensivo de produção pode ser conduzido em sistemas estáticos ou com renovação de água, sendo este último o mais comum, com trocas que podem variar de 5 a 10% do volume total por dia. Por ter maiores taxas de estocagem, é comum que haja perdas na produção, quando não é feito o acompanhamento da qualidade de água durante o cultivo. Quanto maior a produtividade final do sistema, maiores são as necessidades de manejo e acompanhamento técnico da produção. Os custos são maiores que no sistema extensivo, contudo a produtividade também é bem maior. Com o aumento da densidade de estocagem e de manejos ao longo da produção, que são fatores estressantes para os peixes, aumenta-se também a suscetibilidade dos animais a doenças.

### 3.3. Sistema intensivo

A produção em sistema intensivo é a maior potencialidade do Brasil, apesar de ainda não ser o modelo de cultivo dominante em todo o país. Nesse sistema, a intervenção do homem é fator decisivo para o sucesso do cultivo, com intensificação do manejo de produção, que vai desde a maior oferta de ração até classificações de indivíduos por tamanho, repicagem ao longo do ciclo e acompanhamento constante da qualidade de água.

Devido às altas densidades de estocagem suportadas nesse sistema, são verificadas altas produtividades, podendo alcançar até 150 kg/m<sup>3</sup>/ciclo, dependendo da espécie e da estrutura utilizada. O alimento natural presente na água de cultivo não atende a demanda nutricional dos peixes estocados, com pouca ou nenhuma contribuição para o processo de produção, daí a grande importância de se utilizar rações de qualidade e em quantidades adequadas durante o processo produtivo. Além disso, são necessárias trocas de água com maior intensidade, devido ao grande volume de resíduos liberados, seja advindo da alimentação ou dos processos metabólicos dos animais.

A produção pode ser desenvolvida em diversas estruturas, dentre elas viveiros com uso de aeradores, tanques-rede, tanques de alto fluxo (*raceways*), canais de irrigação e canais de igarapé (Figuras 3C, 3D e 4). Os custos de produção e a produtividade desse sistema são, em geral, elevados. Problemas como estresse devido



ao manejo, práticas incorretas de alimentação, deterioração da qualidade da água e surtos de doenças são mais comuns em sistemas intensivos. As doenças podem afetar rapidamente todos os peixes do cultivo, devido às altas densidades utilizadas.



**Figura 4.** Produção de peixes em canais de irrigação (A) e em canais de Igarapé (B). Fotos: (A) Fabrício P. Rezende; (B) Adriano Prysthon.

## 4. Classificação do sistema de produção quanto à utilização de espécies

Outra classificação que pode ser considerada para o sistema de produção é baseada no consórcio da produção com outras atividades agropecuárias ou na utilização de uma ou mais espécies no mesmo cultivo. É comum a confusão entre os termos cultivo consorciado ou policultivo. Dessa forma, são apresentadas abaixo as descrições do sistema de produção consorciado, policultivo e monocultivo.

### 4.1. Cultivos consorciados

No cultivo consorciado, um ou mais organismo aquático é produzido em associação com organismos terrestres, que podem ser animais (suínos, aves etc.) ou vegetais (arroz, hortaliças etc.). O fluxo de subprodutos entre os cultivos é o que caracteriza o consorciamento. A produtividade dos sistemas de piscicultura consorciada com animais está ligada diretamente à permanente disponibilidade de um subproduto oriundo da produção do animal terrestre (principalmente dejetos de suínos e aves), ao manejo dispensado ao cultivo e ao uso complementar de rações artificiais. No consórcio entre piscicultura e produção de vegetais, como, por exemplo, na rizipiscicultura (produção de arroz irrigado consorciada com a produção de peixes)



e aquaponia (combinação da produção de pescado com hidroponia<sup>1</sup>), os subprodutos (dejetos e sobras de alimento) oriundos da produção de peixes contribuem para a produção do vegetal. Sendo assim, no consórcio com animais terrestres, a piscicultura é beneficiada pelo subproduto gerado na produção do animal terrestre, já no consórcio com vegetais, ocorre o contrário.

No consórcio com animais terrestres, os produtores têm alcançado produtividade que varia de 1.400 a 5.000 kg/ha/ciclo, com excelentes resultados econômicos. O principal consórcio empregado na piscicultura nacional envolve a piscicultura e a suinocultura, mas este pode acontecer também com patos e frangos. O estado em que esse tipo de atividade mais se destaca é Santa Catarina, embora os consórcios possam ser encontrados em diversas regiões brasileiras.

O uso de subprodutos agrícolas (principalmente adubos orgânicos) é uma forma econômica de fertilizar viveiros, pois possui alto teor de matéria orgânica, a qual pode atuar como fonte alimentar dos peixes de três formas: consumo direto de partículas, consumo dos micro-organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e consumo do plâncton produzido a partir dos nutrientes liberados na decomposição da matéria orgânica. Esse sistema de cultivo pode ser aplicado na produção de uma (monocultivo) ou várias espécies (policultivo). Entretanto, em geral, é utilizado em policultivos, o que tem gerado constante confusão sobre os termos cultivo consorciado ou policultivo. Sendo assim, o cultivo consorciado com animais terrestres depende basicamente de um subproduto da produção de outro animal, independente se está acontecendo o cultivo de uma ou mais espécies no ambiente aquático.

O consórcio da piscicultura com a produção de vegetais é menos difundido no país. A aquaponia ainda se encontra em níveis experimentais, com poucas iniciativas de caráter comercial. Já a rizipiscicultura apresenta adeptos, mas ainda não há grande expressividade em produção. Nesses modelos de consórcio, a integração da atividade de piscicultura com a produção vegetal gera benefício para as duas atividades, na medida em que existe um consumo dos nutrientes dissolvidos na água para a produção dos vegetais com redução dos custos com insumos na produção destes, resultando na liberação de efluentes com menores teores nutrientes e consequente diminuição do impacto dos efluentes de piscicultura. Na rizipiscicultura, ainda existe um benefício adicional da piscicultura, que é a contribuição de algumas espécies de peixes para o preparo do solo, com o consumo de plantas invasoras, como a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), e de insetos e sementes invasoras, como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e a carpa húngara (*Cyprinus carpio*).

---

<sup>1</sup> É a produção de plantas sem o uso do solo como substrato. As raízes das plantas recebem os nutrientes necessários para o desenvolvimento através da água.

## 4.2. Policultivo

É considerado policultivo a produção simultânea de duas ou mais espécies aquáticas no mesmo viveiro. Os mais comuns são os que produzem simultaneamente diversos peixes, mas estes também podem ser entre peixes e camarões ou outros organismos aquáticos, como algas e moluscos. O objetivo principal desse tipo de produção é o aproveitamento máximo do ambiente de cultivo, com a combinação de organismos que possuam diferentes nichos tróficos, podendo assim aproveitar os diversos alimentos naturais disponíveis no ambiente de cultivo e utilizar eficientemente o espaço da coluna d'água. O policultivo de peixes mais comum no Brasil é o realizado na produção de carpas, tecnologia já utilizada há muitos anos pelos chineses, na qual geralmente se produz a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) e comum (*Cyprinus carpio*), que utilizam diferentes fontes de alimento natural, em densidades que variam de acordo com a disponibilidade de alimento natural em cada viveiro. Alguns estudos já apresentam, também, a produção de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do camarão (*Litopenaeus vannamei*) como uma possibilidade de policultivo. Contudo, ainda são escassos estudos que proponham um modelo de policultivo tão eficiente e detalhado como o das carpas para os peixes brasileiros ou para o policultivo de peixe e camarão. Muitos produtores têm iniciado a produção em policultivo de espécies de peixes nativos. No entanto, nem sempre observam o conceito mais importante desse sistema: produzir espécies que atuem em diferentes nichos tróficos, para que não haja uma competição entre elas e sim um aproveitamento eficiente do alimento natural e da camada de água disponível para a produção.

## 4.3. Monocultivo

O monocultivo é a forma mais tradicional de produção de peixes, na qual é utilizada uma única espécie no sistema. Essa forma de produção não aproveita todas as fontes de alimento natural disponível no ambiente de cultivo, nem toda a coluna d'água. Entretanto, apresenta facilidade em relação ao manejo, por se trabalhar apenas com uma espécie, além da facilidade na aquisição de alevinos e na comercialização de apenas um tipo de produto, em volume maior.

Outra consideração importante na escolha entre mono e policultivo é a relação econômica entre as espécies. É interessante que seja observado até que ponto pode ser considerado vantajoso, por exemplo, diminuir a densidade de estocagem de camarão para colocar tilápia se o preço de mercado desses dois produtos é diferente. Outra questão a se considerar é a compatibilidade de tempo de produção que precisa

existir entre as espécies cultivadas, para que não haja um problema relacionado ao manejo. Estes são apenas alguns pontos que precisam ser avaliados pelo produtor no momento da tomada de decisão em se produzir em mono ou policultivo.

Um resumo das principais características, vantagens e desvantagens dos sistemas mencionados neste capítulo é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resumo das principais características, vantagens e desvantagens dos sistemas de produção.

Classificação	Ponto forte	Ponto fraco
<b>Quanto ao uso da água</b>		
Estático	Produção em locais com pouca disponibilidade de água	Baixa produtividade
Com renovação	Alta produtividade	Necessidade de disponibilidade de água e liberação de resíduos da produção no meio
Com recirculação	Produção em locais com pouca disponibilidade de água	Produtividade moderada e custo de produção elevado
<b>Quanto à intensificação da produção</b>		
Extensivo	Produção com custo mínimo	Baixa produtividade (150 a 500 kg/ha/ano)
Semi-intensivo	Aproveitamento do alimento natural e produtividade moderada (2.500 a 12.500 kg/ha/ano)	Custo de produção moderado
Intensivo	Alta produtividade (150 kg/m <sup>3</sup> /ciclo)	Dependência completa de ração e custo de produção elevado
<b>Quanto ao uso de espécies</b>		
Consociado	Aproveitamento de subprodutos	Baixa produtividade e problemas na aceitação do produto pelo mercado consumidor
Policultivo	Aproveitamento dos nichos tróficos e diversificação da produção	Manejo dificultado pela diversidade de espécies, resultando na diversificação com menor volume de cada produto
Monocultivo	Facilidade na alimentação e manejo e grande volume do produto final	Apenas um produto para oferta no mercado

## Recomendações Técnicas

1. A produção em sistemas sem renovação de água é recomendada para locais com pouca disponibilidade de água e resulta em baixas produtividades;
2. Se a propriedade possui grande disponibilidade de água, é possível produzir em sistemas com renovação de água, pois estes resultam em maiores produtividades;
3. A produção em sistemas semi-intensivos alia melhores produtividades com baixo custo;
4. O cultivo consorciado é dependente da disponibilidade de subprodutos, os quais podem ser oriundos da piscicultura ou da outra atividade agropecuária;
5. O policultivo maximiza a utilização do ambiente de cultivo, sendo recomendado sempre que possível;
6. O monocultivo tem como vantagens facilidade no manejo e alimentação e maior volume do produto final, contudo deixa o produtor suscetível a variações de preço no mercado, por possuir apenas um tipo de produto para comercialização.

## 5. Bibliografia consultada

- BORGHETTI, J.R.; SILVA, U.A.T. Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2008. cap. 2, p. 73-94.
- CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A.; FARIA, P.M.C.; RIBEIRO, L.P.; MELO, D.C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A.B.; SATURNINO, H.M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.86-99, 2006.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - parte I. **Panorama da Aquicultura**, v.8, p. 36-41, 1998.
- WOYNAROVICH, E. **Manual de piscicultura**. Brasília: CODEVASF, 1993. 69p.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.U.; FRACALLOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tec Art, 2004. cap. 9, p. 239-266.

## 6. Bibliografia recomendada

- CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.U.; FRACALLOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tec Art, 2004. 533p.