

*Série*  
**Produtor Rural**



**FUNDAMENTOS DA CRIAÇÃO  
DE PEIXES EM TANQUES-REDE**

SÉRIE PRODUTOR RURAL - Nº 14

Universidade de São Paulo/USP  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ESALQ  
Divisão de Biblioteca e Documentação/DIBD









ISSN 1414-4530

Universidade de São Paulo - **USP**  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - **ESALQ**  
Divisão de Biblioteca e Documentação - **DIBD**

**José Eurico Possebon Cyrino**  
**Luciane Conte**

**Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede**  
Série Produtor Rural – nº 14

**Piracicaba**  
2001



## **Série Produtor Rural, nº 14**

### **Divisão de Biblioteca e Documentação - DIBD**

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal 9  
Cep: 13418-900 - Piracicaba - SP  
e-mail: biblio@carpa.ciagri.usp.br  
<http://dibd.esalq.usp.br>

### **Revisão e Edição:**

Eliana Maria Garcia

### **Editoração Eletrônica:**

Serviço de Produções Gráficas - USP/ESALQ

### **Tiragem:**

300 exemplares

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

#### **Divisão de Biblioteca e Documentação - Campus “Luiz de Queiroz”/USP**

Cyrino, José Eurico Possebon

Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede / José Eurico Possebon Cyrino e Luciane Conte. - - Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2001.

38 p. : il. - - (Série Produtor Rural, 14)

#### **Bibliografia**

1. Piscicultura 2. Tanque de armazenamento 3. Tanque-rede I. Conte, L. II. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Divisão de Biblioteca e Documentação III. Título VI. Série

CDD 639.3



**José Eurico Possebon Cyrino<sup>1</sup>**  
**Luciane Conte<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Prof. Associado - Departamento de Produção Animal - ESALQ/USP

<sup>2</sup> Aqualu Piscicultura - Cândido Mota, SP  
Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens - ESALQ/USP

## **Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede**

Série Produtor Rural – nº 14

**Piracicaba**  
2001



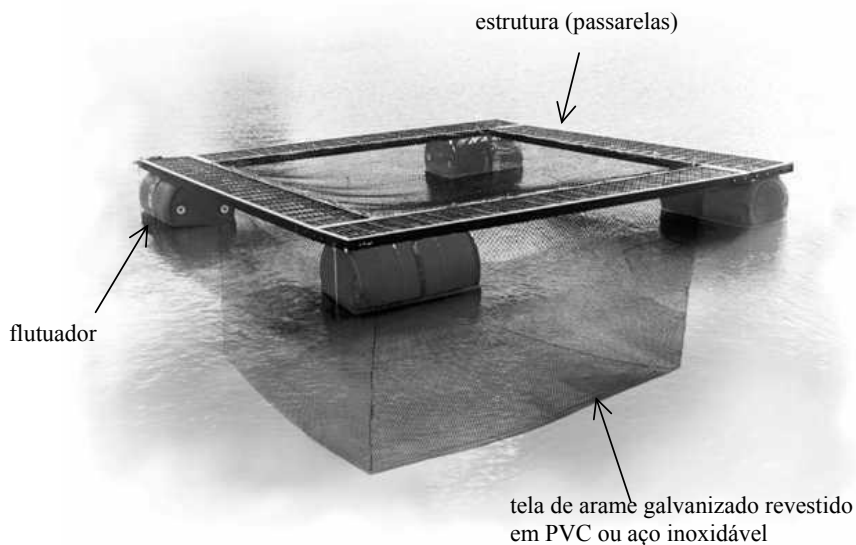
## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>07</b>
<b>2</b>	<b>CAPACIDADE DE SUSTENTAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PEIXES EM TANQUES-REDE .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E PLANEJAMENTO DE UMA PISCICULTURA .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>DIMENSÕES E ESTRUTURA DOS TANQUES-REDE .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DOS TANQUES-REDE NUM AMBIENTE .</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>INFLUÊNCIA DO TAMANHO DOS TANQUES-REDE NA PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>DENSIDADE DE ESTOCAGEM .....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>MANEJO DA ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES EM TANQUES-REDE .....</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>36</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>36</b>



# 1 INTRODUÇÃO

O material apresentado tem por base o estudo de Cyrino et al. (1998), que analisaram os fundamentos, viabilidade e tendências do estado da arte da piscicultura em tanques-rede, com base em experiências bem sucedidas na região Sudeste do Brasil. Tanques-rede ou gaiolas são estruturas de tela ou rede, fechadas de todos os lados, que retêm os peixes e permitem um fluxo contínuo de água na estrutura, que remove os metabolitos e fornece oxigênio aos peixes (Figura 1). Para fins de classificação são aceitos os conceitos que gaiolas são estruturas de telas rígidas, enquanto tanques-rede são estruturas de malhas flexíveis. A criação de peixes em tanques-rede é uma das formas mais intensivas de criação, de fácil manejo e rápido retorno do investimento. A produção de peixes em tanques-rede é uma excelente alternativa para o aproveitamento racional de represas, lagos e outros corpos d'água que apresentam dificuldades para a prática da piscicultura convencional.



**Figura 1** - Modelo genérico de tanque-rede utilizado em vários projetos na região Sudeste.



A piscicultura em tanques-rede é uma técnica relativamente barata, simples e de maior rapidez de implantação em comparação à piscicultura tradicional em viveiros. Pode ser utilizada como alternativa para o aproveitamento de represas, lagos e outros corpos d'água que apresentam dificuldades para a prática da piscicultura convencional, dispensando o alagamento de novas terras com conseqüente redução nos gastos com a construção de viveiros. Os regimes intensivos de criação visam controlar totalmente as condições ambientais, aumentar a densidade de estocagem e a produtividade dos sistemas aquaculturais. A criação de peixes em tanques-rede vem se desenvolvendo rapidamente no Brasil, e ganhando um número cada vez maior de adeptos em função das vantagens deste sistema de produção e do imenso potencial hídrico do território nacional.

De maneira geral, o investimento necessário para a produção de 1 ton. de peixe em tanque-rede é 30-40% daquele para viveiros convencionais. Este fato, aliado às altas produtividades que este sistema de criação pode proporcionar, tem sido responsável pela grande expansão observada no setor, especialmente na produção do salmão do Atlântico *Salmo salar* na costa norueguesa e, mais recentemente, com duas espécies de salmão do Pacífico nos litorais do Canadá e do Chile. A criação de peixes em tanques-rede é uma atividade que vem se desenvolvendo em ritmo acelerado no Brasil e vem sendo estudada por vários centros de pesquisa. As principais espécies utilizadas na piscicultura em tanques-rede no Brasil são o tambaqui *Colossoma macropomum*, o pacu *Piaractus mesopotamicus*, a piracanjuba *Brycon orbignyanus*, e as tilápias (ver Bozano et al. 1999; Carneiro et al. 1999; Conte et al. 1995; Ferraz de Lima et al. 1992; Merola e Souza 1988; Souza et al. 1992).

Existem vários fatores que influenciam a capacidade de sustentação, o desempenho e a sobrevivência dos peixes em tanques-rede, sendo que a escolha da espécie, qualidade da água, dimensões das estruturas, alimentação e densidade de estocagem, são os fatores que mais afetam o sucesso da criação de peixes neste sistema. Vamos tomar como exemplo a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, uma espécie originária dos rios e lagos

africanos que foi introduzida no Brasil em 1971 em açudes do nordeste, e difundiu-se para todo o país.

A tilápia do Nilo é uma espécie precoce que apresenta excelente desempenho em diferentes sistemas e regimes de criação. Em regimes extensivos, apenas com adubação dos viveiros, alcança produtividades de até 3.500 kg/ha/ano, em densidades entre 8.000 e 10.000 peixes/ha. Em regimes semi-intensivos, com renovação de água (10 L/s/ha) e rações de boa qualidade, chega a produzir 15.000 kg de pescado/ha/ano, em densidades de 20.000 a 30.000 peixes/ha. Quando criada em tanques-rede, a tilápia do Nilo apresenta índices de desempenho muito bons. Com o uso de rações completas em gaiolas de pequeno volume, tilápias permitem densidades de estocagem entre 250 kg/m<sup>3</sup> e 300 kg/m<sup>3</sup> (ver Coche 1982; Lovshin 1997; Schmittou 1997).

O sistema de criação de peixes em gaiolas e tanques-rede apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens pode-se citar:

- a) menor variação dos parâmetros físico-químicos da água durante a criação;
- b) maior facilidade de retirada dos peixes para venda (despesca);
- c) menor investimento inicial (60-70 % menor que viveiros convencionais);
- d) possibilidade do uso ótimo da água com o máximo de economia;
- e) facilidade de movimentação e relocação dos peixes;
- f) possibilidade de intensificação da produção;
- g) otimização da utilização da ração, melhorando a conversão alimentar;
- h) facilidade de observação dos peixes, melhorando o manejo;
- i) redução do manuseio dos peixes, facilitando o controle da reprodução (da tilápia);
- j) diminuição dos custos com tratamentos de doenças;
- k) possibilidade de criação de diferentes espécies no mesmo ambiente, permitindo o remanejamento total de toda a criação para outro local, se necessário.

As desvantagens do sistema de criação de peixes em tanques-rede e gaiolas são:

- a) necessidade de fluxo constante de água através das redes, suficiente para manter um bom nível de oxigênio;
- b) dependência total de rações comerciais completas de qualidade superior;
- c) risco de rompimento da tela da gaiola e perda de toda a produção;
- d) possibilidade de alteração do curso das correntes aumentando o assoreamento dos reservatórios;
- e) possibilidade de introdução de doenças ou peixes no ambiente, prejudicando a população natural.

Existe um bom volume de informações a respeito destes aspectos da piscicultura em tanques-rede nos trabalhos de Beveridge (1987), Borghetti e Canzi (1993), Bozano e Ferraz de Lima (1994), Castagnolli e Torrieri Jr. (1980) e Schmittou (1997).

O manejo da qualidade da água é a chave para o sucesso de qualquer empreendimento na piscicultura. Em geral a redução do crescimento, incidência de doenças e parasitas e ocorrência de grandes mortandades de peixes estão associadas a problemas na qualidade da água. As águas naturais contêm gases, íons inorgânicos e substâncias em solução, de origem orgânica ou inorgânica, em uma composição extremamente variada. A introdução de qualquer substância na água altera sua qualidade, e em geral prejudica os organismos aquáticos.

Na criação de peixes em regime intensivo utilizam-se elevadas densidades de estocagem e rações de alta qualidade. Os resíduos deste tipo de criação - alimentos não consumidos e material fecal – aumentam o teor de nutrientes no sistema, principalmente nitrogênio e fósforo, enriquecendo o ambiente. Este enriquecimento é benéfico até certo ponto, e promove aumento na população de peixes do ambiente natural. Entretanto, o super-enriquecimento do ambiente torna-se poluição, uma vez que favorece a proliferação de algas e o acúmulo de lodo anaeróbico, o que diminui a



disponibilidade de oxigênio no meio. Como os peixes confinados em tanques-rede não têm como se deslocar para locais com melhor qualidade da água, é necessário que seja dada atenção especial ao monitoramento da qualidade da água e ao posicionamento dos tanques-rede nos corpos d'água.

## **2 CAPACIDADE DE SUSTENTAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PEIXES EM TANQUES-REDE**

De maneira prática, capacidade de sustentação é a quantidade máxima de biomassa que pode ser produzida por unidade de área em um dado sistema de piscicultura. É importante não confundir a capacidade de sustentação de um ambiente onde estão alojadas gaiolas ou tanques-rede com a capacidade de sustentação das estruturas. Existem duas maneiras básicas de se fazer piscicultura em reservatórios: (1) estocagem dos peixes livremente nos reservatórios ou (2) estocagem dos peixes confinados em tanques-rede, gaiolas ou cercados (Stickney 1998).

A primeira opção é considerada apenas um incremento do estoque natural de peixes do reservatório, enquanto a segunda é considerada uma prática de piscicultura comercial. A escolha da técnica a ser empregada depende da combinação dos usos múltiplos dos reservatórios, ou seja, captação de água para consumo humano, geração de energia elétrica, captação de água para indústria, pesca recreativa, etc. As práticas de manejo em piscicultura, principalmente alimentação e despesca, causam um certo impacto no ambiente e podem alterar a qualidade da água no local, de modo mais ou menos intenso. Em ambientes de usos múltiplos, a adoção de piscicultura em tanques-rede é mais recomendada, porque permite o controle total do estoque, tornando a prática da despesca relativamente fácil e absolutamente completa.

Quando um sistema de produção em tanques-rede é implantado em um reservatório qualquer, deve-se levar em consideração que, normalmente, este ambiente já apresenta uma população de peixes, que pode ou não

estar sendo explorada econômica ou recreativamente. Esta população já representa parte da capacidade de sustentação do corpo d'água considerado. Reservatórios utilizados para piscicultura em tanques-rede apresentam, em geral, grande extensão de área e alto volume d'água. Por isso, o manejo da qualidade da água nestes ambientes é muito difícil. Desta maneira, a capacidade de sustentação considerada para instalação de tanques-rede em reservatórios de usos múltiplos não deve exceder 1 ton./ha.

Entretanto, devemos levar em conta que os regimes de criação de peixes em tanques-rede, bem como os diferentes ambientes onde são conduzidos, apresentam ampla variação. Desta maneira a capacidade de sustentação de cada sistema também varia. Assim, a determinação da capacidade de sustentação de um sistema de criação de peixes em tanques-rede somente pode ser feita pela análise conjunta dos fatores que afetam de maneira imediata a produtividade dos diferentes sistemas: disponibilidade e qualidade do alimento utilizado, dimensão dos tanques-rede e da operação como um todo, e custos operacionais envolvidos.

Em geral, a densidade populacional do fitoplâncton (algas unicelulares) no ambiente aquático é inversamente correlacionada com a qualidade da água e com o crescimento e sobrevivência dos peixes. A densidade populacional do fitoplâncton, expressa como concentração ou acúmulo anual de clorofila *a* [*chl a*] em mg por litro d'água, é função direta da abundância do nutriente mais limitante no meio aquático – o fósforo (P). Tratados internacionais de qualidade da água trazem que o valor máximo permitido (VMP) de concentração de fósforo para corpos d'água estáticos utilizados para piscicultura em tanques-rede, operando no seu limite de segurança ambiental de capacidade de sustentação, é de 250 mg/m<sup>3</sup>/ano. Beveridge (1996) sugere um exemplo de estimativa da quantidade de descarte de resíduos fósforo de sistemas de produção de tilápias em tanques-rede, que possibilitariam estimar a capacidade de sustentação de um dado corpo d'água para instalação de um sistema de produção de tilápias, como segue:

- as rações utilizadas para criação de tilápias contêm 1,3% de P;
- logo, 1 ton. de alimentos para tilápias contém 13,0 kg de P;

- a conversão alimentar média de tilápias criadas em tanques-rede é de 2:1;
- portanto, para produção de 1 ton. de tilápias seriam adicionados no sistema 26,0 kg de P na forma de alimento –  $P_{al}$  (2.000 kg de alimento : 1.000 kg de peixes);
- conteúdo de P do corpo das tilápias é de 0,34% do peso vivo, ou seja, 1 ton. de tilápia retém 3,4 kg de P –  $P_{px}$ ;
- o descarte de fósforo para o ambiente ( $P_{amb}$ ) do sistema considerado seria, no caso, a diferença entre o  $P_{al}$  e  $P_{px}$ , ou seja:

$$P_{amb} = P_{al} - P_{px} \quad \text{ou} \quad P_{amb} = 26,0 - 3,4 \quad \text{ou} \quad P_{amb} = 22,6 \text{ kg de P/ton. de tilápia}$$

Um reservatório de 2 ha de espelho d'água com profundidade média de 3 m armazenaria um volume de 60.000 m<sup>3</sup> de água. O VMP da concentração total de fósforo para garantir a capacidade de sustentação ideal deste reservatório seria de 15,0 kg de P (60.000 m<sup>3</sup> x 250 mg), o que significaria uma capacidade de sustentação de 0,663 ton. de tilápias. Entretanto, segundo a legislação ambiental brasileira, o VMP para descarte do P em sistemas lacustres é de 1,0 mg/L, o que significa 1.000 mg/m<sup>3</sup>. Assim, segundo a legislação brasileira, poderíamos estocar até 2,6 ton. de tilápias/ha.

De maneira prática, podemos tomar por base os limites de capacidade de sustentação definidos por Cole e Boyd (1986) para sistemas de produção em regime intensivo do bagre do canal, na forma do impacto do nível de arraçoamento sobre a concentração de oxigênio dissolvido (OD), de clorofila **a** [*chl a*] e de amônia total (N-NH<sub>3</sub>), como apresentado na Tabela 1.



**Tabela 1** - Impacto do nível de arraçoamento sobre a concentração mínima de oxigênio dissolvido (OD) e concentrações máximas de clorofila *a* [*chl a*] e amônia total (N-NH<sub>3</sub>).

Arraçoamento máximo (kg/ha/dia)	OD mínimo (mg/L)	[ <i>chl a</i> ] máximo (g/L)	N-NH <sub>3</sub> máximo (mg/L)
0	5,1	50	0,9
28	4,2	95	1,0
56	1,9	105	2,6
84	1,0	192	4,2
112	0,5	310	4,1
168	0,0	205	4,5
224	0,0	405	4,7

Adaptado de Cole e Boyd (1986).

Pode ser observado na Tabela 1 que níveis de arraçoamento acima de 84 kg/ha/dia condicionam um aumento exagerado na concentração de *chl a* e N-NH<sub>3</sub> na água, com conseqüente redução dos níveis de OD no sistema abaixo do nível de conforto para os peixes (1,0 mg/L). Uma vez mais tomando como exemplo as tilápias, que no final do período de terminação exibem uma ingestão voluntária de cerca de 1% do peso vivo/dia, exigências metabólicas de OD e taxas de excreção de N-NH<sub>3</sub> muito semelhantes às do bagre do canal, a adição de 84 kg de alimento a um sistema de piscicultura garantiria a alimentação de uma biomassa de 8.400 kg de peixes. Este valor poderia ser considerado capacidade de sustentação máxima para um hectare de espelho d'água.

Finalmente, deve-se considerar que a capacidade de sustentação de um sistema de aquicultura é definida pela interação entre a disponibilidade de alimento, o teor de oxigênio dissolvido na água e o teor de metabolitos excretados pelos peixes. A capacidade de sustentação de um tanque-rede ou gaiola é definida pela capacidade de troca d'água do sistema e pelo

conforto ambiental (agrupamento) permitido aos peixes. Sendo assim, a adoção de um sistema de produção de peixes em tanques-rede não aumenta a capacidade de sustentação de um ambiente, mas permite o manejo da população de peixes ali estocada de maneira racional e econômica, permitindo que reservatórios de baixa produtividade orgânica sejam utilizados em piscicultura.

### **3 DIMENSIONAMENTO E PLANEJAMENTO DE UMA PISCICULTURA**

No planejamento de uma piscicultura, além do conhecimento e entendimento dos conceitos de **capacidade de sustentação** (CS) e **biomassa econômica** (BE), é fundamental conhecer as características de desempenho das espécies a serem criadas. No caso da piscicultura em tanques-rede, a capacidade de sustentação seria a máxima biomassa sustentada por volume de tanque-rede. Independentemente da espécie criada, o crescimento dos peixes é nulo a partir do momento que a capacidade de sustentação for atingida. A capacidade de sustentação só pode ser determinada com base em experiências anteriores feitas em cada propriedade, ou com base em dados de produção obtidos em condições semelhantes.

Existem vários fatores que influenciam a CS e a sobrevivência dos peixes na criação em tanques-rede, sendo que a escolha do espaço, qualidade da água, dimensões do tanque-rede, a alimentação e a densidade de estocagem são os principais fatores que afetam o sucesso da criação de peixes neste sistema. A concentração de oxigênio dissolvido no interior do tanque-rede é um fator determinante da CS. Quanto menor o tanque-rede e maior a densidade de peixes, maior será a renovação e oxigenação da água. Isto resulta em uma maior CS, pois a oxigenação depende também da troca de água promovida pela movimentação dos peixes dentro do tanque-rede ou pela ação de correntes.

A biomassa econômica representa o valor de biomassa que resulta em maior lucro acumulado durante o ciclo de criação. Neste momento deve ser realizada a despesca. A biomassa econômica é calculada com base no ganho em biomassa, no custo de produção e no valor de venda do peixe. O tempo necessário para que um tanque-rede atinja a BE ou a CS depende da taxa ou velocidade de crescimento dos peixes e da biomassa inicial estocada. Dentre os fatores que influenciam a velocidade de crescimento dos peixes, destacam-se: temperatura, disponibilidade de alimento, qualidade do alimento, qualidade da água, tamanho do peixe, espécie de peixe, entre outros.

No sistema de produção de peixes em tanques-rede de pequeno volume (até 4 – 5 m<sup>3</sup>), os peixes são estocados em altas densidades e a CS pode atingir 600 kg de peixe/m<sup>3</sup>. Porém os limites da BE giram em torno de 250 kg /m<sup>3</sup>, variando de 100 a 300 kg/m<sup>3</sup> em função do tamanho das unidades de produção. Tanques-rede de maiores dimensões conseguem sustentar BEs ao redor de 40 a 100 kg/m<sup>3</sup>, sendo que a CS pode ser atingida ao redor de 80 a 120 kg/m<sup>3</sup>. Esta diferença é explicada pelo fato que, quanto menor o volume da unidade de produção, maior é a taxa de renovação de água, o que permite a manutenção de uma qualidade de água melhor no interior dos tanques-rede, sustentando assim uma maior biomassa/volume. Peixes confinados têm movimentação restrita, o que o impede de explorarem o alimento natural e de se locomovorem para áreas com maior disponibilidade de oxigênio em momentos de emergência. Por isso é necessário usar rações nutricionalmente completas na piscicultura em tanques-rede, de modos a assegurar bom ritmo de crescimento e saúde aos animais.

### ***Densidade de estocagem***

A densidade de estocagem é entendida como o número de peixes por unidade de volume de tanque (peixes/m<sup>3</sup>) ou área total alagada (peixes/ha). Pode ser calculada pela divisão da biomassa desejada na despesca pelo peso médio final dos peixes. A densidade varia de acordo com a espécie,

idade, tamanho, manejo, condições ambientais, alimentação e nutrição.

Para fins de exemplo, considere-se que a densidade de estocagem varia somente em função da espécie em criação e da BE do sistema. Tomando-se por base um sistema de produção de piauçu com meta de peso comercial de 1.000 g ou 1.500 g em tanque-rede de grande volume, teríamos:

- volume do tanque-rede: 50 m<sup>3</sup>
- biomassa econômica = 50 kg/m<sup>3</sup>
- densidade de estocagem (DE) em peixes/m<sup>3</sup>

1. peso comercial = 1,0 kg ; DE = 50/1,0 = 50 px/m<sup>3</sup> ou 2500 px./ tanque-rede
2. peso comercial = 2,0 kg ; DE = 50/2,0 = 25 px/m<sup>3</sup> ou 1250 px./ tanque-rede

Com o aumento da densidade de estocagem, a biomassa total também aumenta, assim como a competição dos peixes pelo alimento. Entretanto, se a sobrevivência e conversão alimentar forem mantidas constantes, o custo de produção por kg de peixe de um dado sistema será otimizado. Em contrapartida, com o aumento da densidade de estocagem, o peso individual tende a diminuir e a homogeneidade de peso entre os peixes tende a aumentar. Quanto mais intensivo o arraçoamento, maior a quantidade de dejetos lançados no ambiente, e mais rápido o comprometimento da qualidade da água. Com renovação adequada, a qualidade da água dentro de um tanque-rede não vai diferir muito da qualidade da água do ambiente.

Por esse motivo, a maior preocupação com relação à superpopulação e qualidade da água está no peso de peixes por área total do ambiente ao invés de número ou peso por volume de tanque-rede. A primeira preocupação deve ser o impacto direto da superpopulação sobre a qualidade da água do ambiente e do tanque-rede. Existem limites máximos que devem ser respeitados em relação à quantidade de alimento empregado por unidade de área num sistema de produção. Schmittou (1997) sugere que se adicione até 8,0 kg de ração por ha/dia como limite adequado para evitar eutrofização

de reservatórios e viveiros. O nível máximo de arraçoamento que pode ser praticado de forma segura varia em função da espécie de peixe produzida, da qualidade da ração e da quantidade de fósforo (P) presente na ração.

A produtividade esperada é geralmente igual à CS ótima dos tanques-rede; ambas variam proporcionalmente com a qualidade da água do ambiente e de modo inversamente proporcional ao volume do tanque-rede (Tabela 2). Em resumo, a biomassa total máxima não-impactante por unidade de área para tanques-rede instalados em lagoas e reservatórios é de 300 a 350 kg/ha de área total, podendo ser concentrada na razão de 20 ton. em 1 ha ou 60 ton. em 10 ha de área designada para cultivo em tanques-rede (parque aquícola).

**Tabela 2** - Comparação entre a produtividade ótima de peixes em tanques-rede de pequeno volume densamente estocados em águas abertas com três níveis de enriquecimento de nutrientes.

<b>Nível de enriquecimento da água</b>	<b>Transparência da água <sup>1/</sup></b>	<b>Produtividade ótima esperada/m<sup>3</sup></b>
Oligotrófico	> 200 cm	> 200 kg
Mesotrófico	80 a 200 cm	160 a 200 kg
Eutrófico	30 a 80 cm <sup>2/</sup>	140 a 160 kg

<sup>1/</sup> medida pela visibilidade do Disco de Secchi [ver Esteves (1998) para melhor entendimento]

<sup>2/</sup> não é recomendável conduzir aquicultura em tanques-rede em ambientes onde a visibilidade da água é inferior a 30 cm

## 4 DIMENSÕES E ESTRUTURA DOS TANQUES-REDE

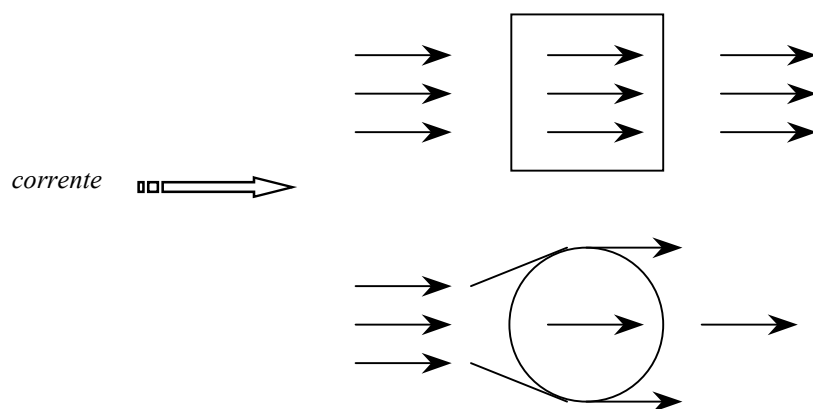
Por definição, tanques-rede ou gaiolas são estruturas fechadas em todos os lados, que retêm os peixes e permitam a troca completa de água na forma de fluxo contínuo. O termo gaiolas é geralmente empregado para designar estruturas confeccionadas com material rígido, como telas de aço galvanizado revestido de PVC, telas de aço inox, polietileno de alta densidade (telas plásticas) entre outros. Tanques-rede são construídos com material flexível: panagens de multifilamento de seda sem nós, panagens de multifilamento recobertas com PVC, entre outros. O volume do tanque-rede, seu formato e o material utilizado na sua construção são fatores fundamentais para garantir sucesso no confinamento de peixes. Em última análise, o projeto e a construção das estruturas vai determinar a viabilidade econômica da exploração da piscicultura em tanques-rede.

A influência da área de superfície e da profundidade dos tanques-rede sobre a saúde e produção dos peixes tem sido pouco estudadas. Tanques-redes de 1 a 4 m<sup>3</sup>, denominados tanques-rede de pequeno volume (TRpv) apresentam maior relação entre sua área de superfície lateral (ASL; m<sup>2</sup>) e seu volume (V; m<sup>3</sup>). Quanto maior a relação ASL:V, maior é o potencial de troca de água do tanque-rede. Se a produtividade ótima de um tanque-rede de 1 m<sup>3</sup> é 200 kg, as produtividades dos tanques-rede com 32 m<sup>3</sup> e com 98 m<sup>3</sup> são de 50 kg/m<sup>3</sup> e 24 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente (Schmittou, 1997). Experiências práticas demonstram que tanques-rede de médio volume (12,0 – 16,0 m<sup>3</sup>) apresentam produtividades que variam de 80 a 150 kg/m<sup>3</sup>.

Tanques-rede com profundidades entre 1,0 m e 2,0 m são mais recomendáveis principalmente porque ocupam uma região da coluna d'água, onde a temperatura é mais estável. Uma distância mínima de 0,75 m deve ser deixada entre o fundo do tanque-rede e o fundo do reservatório, onde podem se acumular restos de ração e fezes, e onde o nível de OD pode ser deficiente.

O uso de estruturas de alto volume normalmente condiciona baixa densidade de estocagem (40 peixes/m<sup>3</sup>) e pode resultar em algumas desvantagens como menor flexibilidade na sua utilização e menor capacidade de sustentação por unidade de volume, em razão da menor renovação de água (20 a 25 kg/m<sup>3</sup>). Algumas espécies de peixes, como os salmões, não se adaptam bem aos TRpv, e podem ser produzidas apenas em tanques-rede de grandes dimensões. Em ambientes com fauna abundante e potenciais predadores, os resultados obtidos com o uso de tanques-rede de maiores dimensões são melhores em função da maior distância que garantem entre os peixes estocados e os predadores externos, diminuindo o estresse dos peixes confinados.

Tanques-rede podem ter forma quadrada, retangular, cilíndrica, hexagonal, entre outras. O formato dos tanques-rede pode interferir na produtividade dos peixes, sendo que as estruturas de formas retangulares e quadrados facilitam a passagem de água homoganeamente por sua superfície lateral, enquanto nas formas cilíndricas parte da corrente tende a circundar a superfície lateral do tanque-rede ao invés de atravessá-lo ( Figura 2). Os tanques-rede devem ser orientados de forma que as correntes promovam a maior freqüência de trocas de água possível.



**Figura 2 - Padrões de troca da água em tanques rede de diferentes formatos.**



### ***Materiais utilizados para a construção de tanques rede***

Os tanques-redes são constituídos basicamente de um sistema de flutuação e de uma estrutura de contenção ou sustentação das redes ou telas. Alguns princípios básicos devem ser seguidos na escolha do material, como: (a) oferecer resistência mínima à passagem de água; (2) ser resistente ao esforço e à corrosão; (3) ser relativamente leve e de fácil manejo; (4) não causar injúrias aos peixes; e (5) apresentar custo acessível.

Tanques-rede podem ser construídas com diversos tipos de materiais, sendo que os mais utilizados são as redes multifilamento sem nó em nylon ou polipropileno, redes multifilamento sem nó recobertas por PVC (Sannet Sansuy®), as telas plásticas rígidas, as telas metálicas com revestimento em PVC (TmrPVC), as telas sanfonadas tipo alambrado de aço inox (TmrInox) e a tela níquel, resíduo da Casa da Moeda do Ministério da Fazenda. Em corpos d'água onde existam peixes como pacu, tambaqui, piauçu, piranhas, traíras e predadores como lontras e jacarés, não é aconselhável o uso de redes de multifilamento e de telas plásticas, pois as malhas são facilmente rompidas pelos invasores. Nesses ambientes é necessário a utilização de materiais mais resistentes, como as telas TmrPVC e TmrInox ou tela níquel.

O uso de tela níquel para construção de tanques-rede de médio e grande volume tem apresentado algumas desvantagens, como dificuldade nas despescas e biometrias, bem como grande ocorrência de injúrias, principalmente no focinho e ao redor da boca dos peixes. Este fato é muito comum em criações de pacu. A aproximação de pessoas estranhas ou invasores faz com que estes peixes forcem as laterais e/ou fundo na tentativa de se protegerem ou fugirem, quando acabam se machucando devido a rigidez e aspereza da tela de níquel.

Os tanques rede de TmrPVC têm apresentado bons resultados em termos de resistência ao ataque de predadores, facilidade de manuseio mesmo em tanques de médio volume (material sanfonado) e durabilidade média de 5 anos. Essa durabilidade está diretamente relacionada com a

manutenção da cobertura do PVC sobre o fio de aço galvanizado. Espécies do gênero *Leporinus* sp, como piauçu e piapara, muito procuradas para pesca recreativa, quando estocadas em tanques-rede confeccionados com este material, usualmente raspam todo o PVC da parte interna do tanque em poucos meses, reduzindo sua durabilidade para menos de 1 ano. Isso ocorre devido ao tipo de dentição e ao hábito “roedor” que estes peixes apresentam. A construção de estruturas em tela de aço inoxidável apresenta-se como alternativa para criação dessas espécies em tanques-rede. Embora o preço deste material seja superior aos demais, a durabilidade média de 15 anos, a resistência a predadores e a relativa facilidade no manejo compensam este custo adicional.

Além da presença de diversas espécies de peixes e animais predadores indesejáveis nos reservatórios ou represas onde são instalados os tanques-rede, a ocorrência de colmatação das telas em função do nível de sólidos em suspensão na água é também um problema comum. Deste modo, é necessário dimensionar cuidadosamente o tamanho da malha e a espessura do fio para que ocorra o maior fluxo de água possível, sem risco de fuga dos peixes e rompimento das telas.

Tanques-rede com malhas reduzidas (<13 mm) são muito utilizados nas fases de alevinagem e recria de várias espécies de peixes, que permanecem nestas malhas até atingirem tamanho adequado para serem estocados em gaiolas de malhas de dimensões maiores (em geral maiores que 17 mm) para terminação. Em geral estes tanques com malhas reduzidas são construídos com redes multifilamento ou tela de plástico rígido e, em locais que apresentam risco de ataque de predadores, são geralmente colocados no interior de outros tanques-rede feitos de material mais resistentes e de malha maior. Normalmente as dimensões dos tanques-rede internos (malha reduzida) e externos (malha grande) são muito semelhantes.

Entretanto, em reservatórios onde ocorrem piranhas vermelhas, *Serrassalmus natereri* ou *S. piraya* (e.g. região Nordeste), espécies extremamente agressivas e que chegam a pesar cerca de 1 kg, é

aconselhável o uso do tanques-rede externos com dimensões maiores que o interno: e.g.: para um tanque-rede interno construído em malha de multifilamento, com dimensões 2,0 m x 2,0 m x 1,5 m, o tanque-rede externo deverá apresentar 0,5 m a mais nas três medidas, ou seja, 2,5 m x 2,5 m x 2,0 m.

Tanques rede de malhas reduzidas apresentam maiores problemas com obstrução da passagem de água nas malhas pelo acúmulo de sedimentos ou crescimento de algas e outros organismos - colmatção. Esse processo é gradual e tanto mais rápido quanto mais alta a temperatura da água, menor o tamanho da malha e mais eutrofizado o ambiente. Mais uma vez, o uso de malhas reduzidas é aconselhável somente durante as fases de alevino ou, possivelmente, de juvenil (Tabela 3).

**Tabela 3** - Adequação do tamanho da malha à espessura de fio para redes multifilamento.

Tamanho da malha	Espessura do Fio
5 mm	210/12
7 mm	210/16
15 mm	210/40

Dependendo da espécie e da malha escolhida para a fase de terminação, o tempo de permanência dos alevinos nestas redes vai variar bastante. No caso de criação de tilápias em altas densidades, tanto nas fases iniciais com o uso de malhas reduzidas, como na fase de terminação, a colmatção é facilmente controlada devido ao hábito que a espécie tem de forragear no perifiton, promovendo uma limpeza adequada das malhas. Para as demais espécies, durante as fases iniciais nos tanques-rede, o problema da colmatção pode ser solucionado através de trocas periódicas das redes, uso de produtos químicos nas panagens (tanque-rede primolitado) ou colocação de uma espécie de peixe que se alimente dos organismos que

crecem nas paredes dos tanques-rede, como descrito por Canzi e Borghetti (1992). Tilápias e curimatás são as espécies mais utilizadas na redução do problema da colmatação, tanto nas fases iniciais como no período de terminação. De maneira geral são estocados 5 a 6 peixes por m<sup>3</sup> de tanque-rede, ou 1 peixe para 4 m<sup>2</sup> da área de superfície das telas ou redes.

No manejo de uma criação pode-se optar por adquirir alevinos maiores e sua introdução direta nos tanques-rede de malhas de 17 mm que são utilizados durante todo o ciclo de terminação. Este tamanho de malha tem apresentado bons resultados, contribuindo para diminuição da entrada de espécies invasoras como lambaris, mandis, piavas, entre outras, que competem com os peixes confinados pelo alimento fornecido, bem como para diminuição do investimento na aquisição das redes internas. Para tanto, é necessário que, antes de tudo, seja feita uma programação minuciosa para a aquisição de alevinos maiores (30 – 70 g), em função da grande variação de preço e disponibilidade sazonal desses peixes no mercado.

O uso de malhas de abertura superior a 25 mm durante o período de terminação reduz o problema de colmatação das redes ou telas. Neste caso é necessário o uso de tanques-rede internos para alevinagem e recria por um período mais extenso, ou seja, até os peixes atingirem peso médio de 70g. A entrada de pequenos peixes é facilitada pelo uso de telas e redes de diâmetro maior, o que pode tornar necessário estocar predadores como o tucunaré ou black bass nos tanques-rede para controlar as espécies invasoras. Este predadores devem ter tamanho menor que os peixes em criação e sua densidade deve ser 2-3 peixes/m<sup>3</sup>.

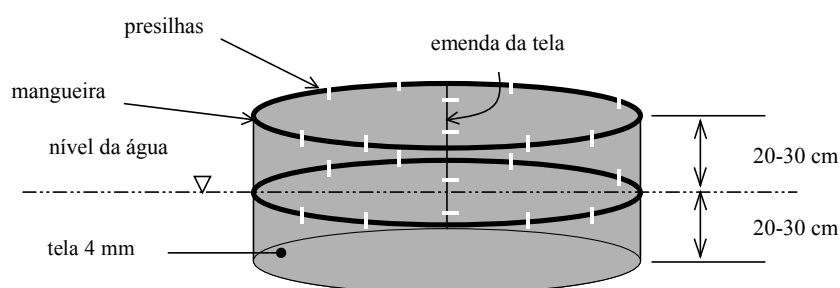
Em muitos projetos de TRpv o próprio material da gaiola confere rigidez estrutural, havendo necessidade de apenas algum acessório para flutuação. Neste caso, em geral são utilizados tubos de PVC selados e preenchidos com espuma, ou tambores de 20 L como flutuadores. Esses tanques-rede podem ser fixados ao longo de cabos de aço, presos às margens dos corpos d'água, ou ancorados individualmente. Mais raramente esses tanques são fixados ao longo de estruturas do tipo passarelas ou cais.

Nos tanques-redes de médio e grande volume são utilizadas passarelas ou plataformas, necessárias para a sustentação dos tanques. Estas estruturas podem ser construídas de vigas metálicas com perfil em “U”, inteiros ou vazados, tubos galvanizados, vigas de madeira, chapas anti-derrapantes dobradas, etc. Neste caso o sistema de flutuação geralmente é composto de tambores de metal ou plástico de 200 L, ou blocos de isopor, mais raramente. Quando as passarelas são ligadas à margem da represa, atividades rotineiras como arraçamento, monitoramento da qualidade da água e despesca são facilitadas. A desvantagem neste caso fica por conta do aumento dos furtos e invasões. Esses tanques-rede podem também ser ancorados individualmente ou unidos, formando monoblocos em linhas, afastados da margem; neste caso as operações rotineiras são feitas com o auxílio de um barco.

Tanques-rede localizados em reservatórios e represas de acesso público devem ser providos de tampas com travas de segurança e cadeados, a fim de minimizar problemas com fuga e roubo de peixes, predação por pássaros ou animais aquáticos, furtos e vandalismo. Neste caso, a fim de evitar o acesso de embarcações à área e possíveis acidentes, é obrigatório a demarcação da área com bóias de sinalização diurna e noturna. Em geral, e dependendo da espécie de peixe produzida, coberturas opacas têm um efeito positivo na produção, pois impede a visão dos peixes em relação à movimentação sobre o tanque e à presença de pássaros, reduzindo o estresse por “medo”. Segundo Schmittou (1997) a redução de exposição à luz direta também melhora o funcionamento do sistema imunológico dos peixes. Em experimentos com bagre americano, este autor demonstrou que a utilização de cobertura opaca nos tanques-rede resulta num aumento de produtividade na ordem de 10%.

Tanto tanques-rede de pequeno como de grande volume, demandam a utilização de comedouros ou anéis de alimentação, que são estruturas flutuantes colocadas no centro dos tanques-rede (Figura 3) com o objetivo de facilitar a apreensão e consumo do alimento pelos peixes, evitando eventuais perdas devido à ação de ondas, do vento ou pela própria

movimentação dos peixes, e ainda evitando que a atividade de manejo alimentar atraia para as proximidades dos tanques-rede espécies invasoras ou predadores. O uso da ração extrusada (flutuante) na piscicultura em tanques-rede torna o uso do comedouro de superfície uma necessidade absoluta. Este comedouro pode ser quadrado, redondo ou retangular e normalmente posicionado até 30 cm abaixo e 20 cm acima do nível da água. Os peixes tem livre acesso ao alimento pela parte de baixo do comedouro. Comedouros de superfície devem abranger cerca de 20% da área dos tanques-rede.



**Figura 3** - Representação artística esquemática do comedouro ou anel de alimentação para tanques-rede.

## 5 LOCALIZAÇÃO DOS TANQUES-REDE NUM AMBIENTE

Para escolha do local e posicionamento dos tanques-rede num corpo d'água, deve-se levar em conta as seguintes exigências: (1) facilidade de acesso aos tanques-rede para o manejo diário; (2) possibilidade de posicionamento dos tanques-rede em regiões onde haja movimentação constante de água – uma ótima condição de renovação estaria em torno de 5 renovações completas/min ou uma velocidade de fluxo d'água de 1 m/s no interior das estruturas; (3) possibilidade de posicionamento dos tanques-rede em linha, de forma que a água proveniente de um tanque-rede não interfira na renovação de água do tanque-rede adjacente; (4) possibilidade

de localização dos tanques-rede em áreas não muito profundas, principalmente no caso de represas eutrofizadas; (5) evitar áreas sujeitas à ação de fortes ventos e ondas; e (6) permitir uma distância mínima entre cada tanque-rede igual a 2-3 vezes o tamanho do próprio tanque-rede.

## **6 INFLUÊNCIA DO TAMANHO DOS TANQUE-REDE NA PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS**

Existem poucas informações sobre a influência da área de superfície e da profundidade dos tanques-rede sobre a saúde e produtividade dos peixes. Gaiolas com menos de 1,5 m de profundidade aparentemente retardam o crescimento e alteram a coloração dos peixes. Vários autores recomendam que o volume médio dos tanques-rede para a produção de tilápias esteja em torno de 5 a 20 m<sup>3</sup>; outros consideram que utilização de gaiolas muito grandes pode resultar na perda das vantagens de facilidade de manejo e flexibilidade de utilização. Além disso, tanques-rede maiores têm menor taxa de renovação de água e, portanto, menor capacidade de sustentação de biomassa por unidade de volume.

As medições dos níveis de oxigênio dissolvido no interior dos tanques-rede normalmente indicam níveis pouco menores que aqueles do meio externo. Isto demonstra que a movimentação dos peixes e a difusão são suficientes para manter o nível de oxigênio adequado dentro das gaiolas. Observações de McGinty (1991) mostram que tilápias criadas em gaiolas de maior dimensão apresentam crescimento superior em comparação a uma mesma densidade em gaiolas menores. Entretanto, a utilização de uma única gaiola de grande capacidade pode ser um grande risco, uma vez que no caso de fuga dos peixes, pode haver perda total do investimento. Por outro lado, a utilização de um número muito grande de gaiolas de tamanho reduzido resulta num problema de utilização e necessidade de mão-de-obra. De qualquer maneira, a existência de um efeito benéfico de tanques-rede de grandes dimensões no crescimento e produção de peixes ainda não foi provado para a maioria das espécies. É certo que a capacidade

de sustentação por unidade de volume de um tanque-rede diminui à medida que o seu tamanho aumenta, provavelmente devido à maior frequência de trocas de água que ocorre num tanque-rede de menor volume comparado a um tanque-rede de maior volume nas mesmas condições.

O formato dos tanques-rede pode interferir na produtividade dos peixes. Tanques-rede retangulares e quadrados possuem uma maior relação superfície/volume quando comparados aos circulares e, instalados perpendicularmente ao sentido da corrente, possibilitam melhor passagem da água. A profundidade é outro fator que pode interferir no desempenho de peixes em tanques-rede. Alguns autores demonstraram que as tilápias apresentam melhor desempenho em tanques-rede com profundidades superiores a 1,5 m, condição em que ocorre uma menor e menos brusca variação da temperatura da água, e permite aos peixes o acesso a locais mais profundos durante o inverno, onde a temperatura é mais estável.

Uma distância mínima de 0,75 m deve ser deixada entre o fundo do tanque-rede e o fundo da represa: local de acúmulo de restos de ração e fezes, e onde o nível de OD pode ser deficiente. Em adição, tanques-rede devem ser posicionados de forma a evitar que um prejudique a passagem da água para outro. Quando os tanques-rede são agrupados, aqueles que ficam na posição central são prejudicados, e em geral o crescimento dos peixes ali estocados é limitado.

## **7 DENSIDADE DE ESTOCAGEM**

Deve-se esperar que as densidades de estocagem variem de espécie para espécie. Este fator, aliado à idade, tamanho, manejo, condições ambientais e alimentação, é crucial para obtenção de crescimento e produtividade ótimos. As densidades nas quais as diferentes espécies podem ser estocadas é um importante fator na determinação da influência do investimento em capital no custo de produção. Se a taxa de sobrevivência e



crescimento não sofrerem alterações, quanto maior a densidade de estocagem, menor será o custo unitário de produção.

Uma densidade de estocagem ótima é representada pela maior quantidade de peixes produzida eficientemente por unidade de volume de um tanque-rede. Produção eficiente não significa o peso máximo que pode ser produzido, mas sim o peso que pode ser produzido com uma conversão alimentar adequada, num período razoavelmente curto e com um peso final aceito pelo mercado consumidor. Com o aumento da densidade de estocagem, a biomassa total também aumenta, porém o peso individual tende a diminuir, diminuindo também o valor comercial. Por outro lado, a homogeneidade de peso entre os peixes aumenta à medida que se eleva a densidade de estocagem (ver Bozano et al. 1999; Carneiro et al. 1999a, b).

Certo é que a densidade de estocagem e, conseqüentemente, a produtividade em tanques-rede depende das condições ambientais, fluxo de água e nível tecnológico empregado na criação. Portanto, para se obter os melhores resultados, é necessário determinar a densidade de estocagem ideal para cada situação. É importante que as observações sobre o desempenho dos peixes sejam sempre acompanhadas do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água. Dessa forma, os resultados semelhantes obtidos em condições ambientais distintas podem ser comparados com maior confiabilidade.

## **8 MANEJO DA ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES EM TANQUES-REDE**

A maioria dos problemas que ocorrem na criação de peixes em tanques-rede está relacionada à nutrição. Os gastos com alimentação em piscicultura intensiva giram em torno de 50 a 70 % dos custos totais de produção. Alimentação e nutrição adequadas são fundamentais para um bom desempenho e sobrevivência dos peixes em tanques-rede. A ração utilizada para peixes criados em tanques-rede e gaiolas deve ser balanceada e nutricionalmente completa. A qualidade da ração e a otimização da taxa de

alimentação e conversão alimentar (relação entre quantidade de alimento consumido por unidade de ganho de peso ou biomassa acumulada – CA) são essenciais para que o sistema de criação de peixes em tanques-rede seja economicamente viável.

A utilização de rações de boa qualidade diminui ainda a eutrofização do ambiente, diminuindo os riscos de um colapso do sistema: quanto mais eutrofizado o ambiente, menor a utilização e aproveitamento das rações fornecidas. Finalmente, deve-se ter em mente que a CA dos peixes é influenciada por vários fatores, como o sistema de criação utilizado, qualidade e forma do alimento, frequência de alimentação, forma de distribuição do alimento, ambiente de criação, tamanho e sexo dos peixes, densidade de estocagem, qualidade e temperatura da água, principalmente. Tome-se outra vez como exemplo a tilápia nilótica, peixe filtrador extremamente eficiente que utiliza o alimento natural como base da sua dieta. A complementação que o alimento natural pode fazer às rações fornecidas para tilápias criadas em tanques-rede normalmente não é suficiente para suprir as exigências em vitaminas, minerais e aminoácidos da espécie.

Em trabalhos testando diferentes taxas de alimentação e uso de alimentador de demanda automático para tilápias em tanques-rede, vários autores demonstraram que taxas de alimentação entre 90 e 100% da saciedade ou ingestão voluntária (IV) promovem crescimento e CA ótimos. Também já foi demonstrado que não existem diferenças significativas em termos de crescimento e CA entre o uso de alimentadores de demanda e a alimentação com quantidades pré-fixadas. O uso de alimentadores automáticos permite uma diminuição de 90% com custos de mão-de-obra. Entretanto o uso de alimentadores automáticos não é encorajado tanto pelo custo adicional de aquisição dos equipamentos, como porque elimina o contato do tratador com o estoque de peixes. Este contato diário do tratador com os peixes garante a observação tanto de problemas de deficiências nutricionais como incidência de doenças, parasitas, etc.

A administração de quantidades menores diárias de ração – 80% IV, por exemplo – poderia resultar em melhores índices de CA, uma vez que as

perdas alimentares poderiam ser reduzidas. Entretanto, a taxa de crescimento seria reduzida também. Taxas alimentares maiores – 100% da IV, por exemplo – geralmente resultam em piores índices de CA, mas garantem melhores taxas de crescimento.

O índice de conversão alimentar é um bom indicador da eficiência nutricional na produção de peixes com o uso de ração, e é influenciado por vários fatores, incluindo a qualidade e quantidade da ração, espécie e tamanho do peixe e qualidade da água. O índice de CA obtido com rações de alta qualidade na terminação da tilápia do Nilo (15 a 500 g) é de aproximadamente 1,2-1,5:1, para o bagre americano 1,4-1,6:1; e para a carpa comum é de 1,5-1,8:1,0.

A qualidade do alimento adquirido e utilizado não pode ser tomada como garantida. O produtor deve agir com cautela nas compras e no manejo da ração uma vez que a alimentação é o item de custeio mais pesado em piscicultura. O piscicultor deve suspeitar de rações baratas oferecidas por fábricas de ração não estabelecidas e pouco confiáveis, e adquirir somente a quantidade de ração que pode ser utilizada num período de 4 a 6 semanas. As rações devem ser sempre armazenadas em locais secos, ventilados, frescos e protegidos da luz.

Nunca é demais enfatizar que o alimento utilizado na criação de peixes em tanques-rede deve ser nutricionalmente completo. A qualidade do alimento é especialmente crítica para peixes onívoros não filtradores, como pacu. Pelo menos até que os peixes atinjam um tamanho médio de 150 g ou pouco mais, o nível de proteína das rações utilizadas em tanques-rede deve estar entre 32% e 36%. Rações de maior nível protéico são mais caras, mas este custo mais alto geralmente é compensado com uma maior produtividade. As rações para piscicultura em tanques-rede devem conter uma suplementação vitamínica e mineral completa, com especial atenção aos níveis de vitamina C e fósforo.

O consumo de alimento em tanques-rede está relacionado principalmente à temperatura da água e ao peso médio dos peixes. A oferta diária de ração deve aumentar à medida que os peixes crescem, e deve ser

ajustada em intervalos semanais ou quinzenais. É bom lembrar que embora a quantidade de ração administrada por dia aumente, as taxas de fornecimento em porcentagem da biomassa diminuem à medida que os peixes crescem. As práticas de alimentação podem apresentar variações muito acentuadas, mas algumas recomendações básicas devem ser seguidas.

No início do ciclo de produção, deve-se praticar uma taxa alimentar diária de cerca de 3% do peso vivo. Quando os peixes estiverem se alimentando ativamente, deve-se passar a fornecer ao lote todo alimento que puder ser consumido num período de 2 a 5 minutos. O período preferido para a alimentação é, usualmente, o meio da manhã (peixes que normalmente se alimentam durante a noite, devem ser treinados a se alimentar durante o dia) mas é recomendável que se pratique um manejo alimentar em pelo menos duas ou até três refeições diárias, com um espaço de até 6 horas entre as refeições. Esta prática de manejo alimentar resulta geralmente em um crescimento mais rápido e melhor eficiência alimentar, especialmente para peixes de pequeno porte, como tilápias e carpas. O excesso de alimentação é indicado pela presença de sobras de ração 10 minutos após terminado o fornecimento, e deve ser evitado a todo custo. Este fator se torna mais importante à medida que o peso total dos peixes se aproxima da capacidade de sustentação, tanto dos tanques-rede quanto do ambiente aquático em que estes estão sendo criados.

Existem algumas recomendações de ordem prática muito importantes para o manejo alimentar dos peixes em tanques-rede:

- a) o comportamento alimentar dos peixes é o melhor indicador do seu estado de saúde e das condições do meio; se os peixes estão se alimentando bem, estão em boas condições de saúde, e vice-versa;
- b) o uso de alimentadores automáticos e de demanda deve ser limitado a situações de absoluta necessidade, em função do custo adicional do equipamento, da ocorrência, em geral, de piores conversões alimentares e da necessidade do produtor observar a condição dos

- peixes, o seu comportamento alimentar e o ambiente aquático diariamente;
- c) se possível pesar e anotar o consumo de ração toda vez que os peixes forem alimentados;
  - d) se não for prático pesar a ração diariamente, um método que relacione o peso da ração com um volume conhecido pode ser usado para medir o peso de ração;
  - e) sempre que ocorrerem mudanças no tipo e marca de ração utilizada é necessário determinar novamente a relação peso-volume e, principalmente, fazer a adaptação gradual do estoque ao novo alimento – substituir diariamente cerca de 20% do alimento cujo fornecimento está sendo interrompido pelo novo alimento;
  - f) o uso de ração extrusada diminui as perdas, melhora a CA e atrai os peixes à superfície, onde o produtor pode observar a sua condição e estado de saúde;
  - g) a escolha de uma ração deve ser determinada não apenas pelo seu preço mas também, principalmente, por sua eficiência econômica.

#### ***O método da saciedade para cálculo e correção da taxa alimentar***

1. Primeiramente, estima-se a quantidade de ração a ser fornecida diariamente com base no peso médio individual estimado e no peso total dos peixes no tanque-rede, utilizando a Tabela 4 como guia.

**Tabela 4** - Guia de taxas de alimentação diária (TA) e frequência (FA) de alimentação para a produção de algumas espécies de peixes comumente criados em viveiros e tanques-rede utilizando uma ração de 32% de proteína em água com temperatura de 26° C e alimentando até o ponto de saciedade (adaptada de Schmittou, 1997).

Peso médio (g)	peixes onívoros (e.g.: carpa comum)		peixes herbívoros e filtradores (e.g.: carpa capim e tilápia do Nilo)	
	TA (%)	FA (x/dia)	TA (%)	FA (x/dia)
25	4,5	3	4,5	3
50	4,0	3	3,7	3
75	3,6	3	3,4	3
100	3,3	3	3,2	3
150	3,1	2	3,0	2
200	2,9	2	2,8	2
250	2,6	2	2,5	2
300	2,4	2	2,3	2
400	2,1	2	2,0	2
500	1,7	2	1,7	2
600	1,4	2	1,4	2

Uma vez calculada a quantidade de ração a ser fornecida por dia, faz-se o ajuste para diferenças na temperatura superficial da água, como segue:

- Temperaturas iguais ou inferiores a 15 °C: alimentar na taxa de 1% PV/dia, 1 vez ao dia, somente 3 dias por semana.
- Temperatura entre 16°C e 19°C: fornecer 60% da quantidade calculada 1 vez ao dia.
- Temperatura entre 20°C e 23°C, fornecer 80% da quantidade calculada 1 ou 2 vezes ao dia.
- Temperatura entre 24°C e 29°C fornecer 100% da quantidade calculada na máxima frequência diária de alimentação recomendada.

- Temperatura entre 30° e 32°C: fornecer 80% da quantidade calculada apenas 1 vez ao dia.
- Temperaturas iguais ou superiores a 33°C: não alimentar ou fornecer a ração na taxa de 1% PV/dia, apenas 1 vez ao dia, somente 3 dias por semana.

*Exemplo:* num sistema de produção estocado com tilápias do Nilo, com peso médio de 50 g e peso total dos peixes no tanque-rede de 50 kg; a uma temperatura de 23 °C; a ração diária a ser fornecida será: 50 kg peixe x 4,0 % taxa de alimentação x 80 % de restrição = 1,6 kg ração/dia.

1. Fornecer de uma vez um peso de ração (flutuante) equivalente a 75% do consumo diário calculado.
2. Esperar até que toda a ração seja consumida e passar a adicionar mais ração, em quantidades equivalentes a aproximadamente 10% da quantidade estimada do fornecimento diário.
3. Repetir este último procedimento até que os peixes deixem de se alimentar; o total de ração fornecida representa o ponto de saciedade.
4. Passar a fornecer esta quantidade de ração que saciou os peixes durante uma semana (próximos 7 dias), em duas a três refeições diárias (30% + 50% + 20%).
5. No oitavo dia, aumentar a quantidade de ração fornecida em 10% e repetir o procedimento.

À medida que aumentamos a frequência de alimentação (vezes por dia), a quantidade de ração necessária para se atingir a saciedade em cada alimentação decresce quase que proporcionalmente. A quantidade de ração necessária por dia para 3 refeições diárias será apenas 5-10% superior ao que seria exigido para um manejo alimentar em apenas uma refeição.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda não é possível afirmar que existe um modelo adequado de produtividade e viabilidade econômica para a piscicultura em tanques-rede ou gaiolas no Brasil. Existem experiências isoladas nas várias regiões brasileiras, algumas mais bem sucedidas que outras, que poderiam servir tanto de casos de estudo para pesquisadores e técnicos como de exemplo para os produtores. A análise da viabilidade técnica e econômica dos projetos de piscicultura em tanques-rede deve ser feita caso a caso, levando-se em conta as peculiaridades geográficas, climáticas e econômicas de cada região.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BEVERIDGE, M. C. M. **Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact.** Rome: FAO, 1984. 131p. (FAO Fisheries Technical Paper, 255).
- BEVERIDGE, M. C. M. **Cage aquaculture.** 2.ed. Surrey: Fishing News Books, 1996. 346p.
- BORGHETTI, J. R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, v.114, p. 93-101, 1993.
- BOZANO, G. L. N.; RODRIGUES, S.R.M.; CASEIRO, A.C.; CYRINO, J.E.P. Desempenho da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (L.) em gaiolas de pequeno volume. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p. 819-825, 1999.
- CAMPBELL, D. Large scale cage farming of *Sarotherodon niloticus*. **Aquaculture**, v.48, p. 57-70, 1985.
- CANZI, C.; BORGHETTI, J.R. Estudo preliminar sobre a utilização de curimatá (*Prochilodus scrofa*) na limpeza de tanques-rede povoados com pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA 7., Peruíbe, 1992. **Resumos.** p.21.



- CARNEIRO, P. C. F.; CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J.E.P. Produção da tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Scientia Agricola**, v.56, n.3, p. 673-679, 1999a.
- CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M.I.E.G.; CYRINO, J.E.P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede: avaliação econômica. **Informações Econômicas**, v.29, n.8, p. 52-61, 1999b.
- CASTAGNOLLI, N.; TORRIERI Jr., O. Confinamento de peixes em tanques-rede. **Ciência e Cultura**, v.32, n.11, p.1513-1517, 1980.
- COCHE, A.G. Cage culture of tilapias. In: PULLIN, R.S.V.; LOWE-McCONNEL, R.H. (Ed.) **The biology and culture of tilapias**. Manilla: ICLARM, 1978. p. 206-246.
- COLE, B.A.; BOYD, C.E. Feeding rate, water quality, and channel catfish production in ponds. **The Progressive Fish Culturist**, v.81, p. 25-29, 1986.
- COLT, J.; MONTGOMERY, J.M. Aquaculture production systems. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4183-4192, 1991.
- CONTE L.; BOZANO, G.L.N.; LIMA, J.A.F. Influência do sistema de alimentação no crescimento da piracanjuba *Brycon orbignyanus*, em gaiolas. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.8, p. 49-59, 1995.
- CYRINO, J.E.P.; CARNEIRO, P.C.F.; BOZANO, G.L.N.; CARNEIRO, A.C. Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede: uma análise dos fundamentos, viabilidade e tendências, baseada em experiências bem sucedidas no Sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., Recife, 1998. **Anais**. p. 409-433.
- DUARTE, S.A.; NELSON, R.G.; MASSER, M.P. Profit maximizing stocking rates for channel catfish in cages. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.25, n.3, p. 442-447, 1994.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência; FINEP, 1988. 575p.

- HEPHER, B. Ecological aspects of warm-water fishpond management. In: GERKING, S.D. (Ed.) **Ecology of freshwater fish production**. Oxford: Blackwell Scientific, 1978. p.447-468.
- KUBITZA, F. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. **Panorama da Aquicultura**, v.9, n.51, p. 44-50, 1999.
- LOVSHIN, L. L. The potential, constraints and trends of intensive fish and shrimp culture into the 21st Century. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. (No prelo)
- LOVSHIN, L. L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, Campinas, 1997 **Anais**. p.137-164.
- McGINTY, A.S. Tilapia production in cages: Effects of cage size and number of non caged fish. **The Progressive Fish Culturist**, v.53, p. 246-249, 1991.
- MEROLA, N. ; SOUZA J.H. de. Preliminary studies on the culture of the pacu, *Colossoma mitrei* in floating cages: Effect of stocking density and feeding rate on growth performance. **Aquaculture**, v. 68, p. 243-248, 1988.
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: EDUEM, 1998. 264p.
- PHILLIPS, M.J.; MUIR, J.F.; BEVERIDGE, M.C.M.; STEWART, J.A. Cage farm management. **Fish Farmer**, v.6, n.4, p. 14-16, 1983.
- SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Campinas: Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja, 1997. 78p.
- STICKNEY, R.R. Lake and reservoir management for aquaculture. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., Recife, 1998. **Anais**. p. 287-293.
- WATANABE, W.O.; CLARK, J.H.; DUNHAM, J.B.; WICKLUND, R.I.; OLLA, B.L. Culture of Florida red tilapia in marine cages: The effect of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture**, v. 90, p. 123-124, 1990.

