

CIRCULAR TÉCNICA

31

Jaguariúna, SP
Abril, 2021

Recomendações práticas para avaliação da qualidade da água na produção de tilápia em tanques-rede

Julio Ferraz de Queiroz
Célia Maria Dória Frasca-Scorvo
João Donato Scorvo Filho
Patrícia Helena Nogueira Turco
Marcos Eliseu Losekann
Márcia Mayumi Ishikawa
João Manoel Cordeiro Alves

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



Recomendações práticas para avaliação da qualidade da água na produção de tilápia em tanques-rede¹

Introdução

A produção de peixes em tanques-rede em reservatórios rurais já existentes na propriedade é uma atividade que pode contribuir para o aumento da renda do pequeno produtor. De acordo com Leonardo e Bacarin (2014) essa atividade é capaz de gerar receitas adicionais, e assim, aperfeiçoar o uso dos reservatórios e reduzir o tempo de retorno do capital investido. Kubitzka (2007) relata que a piscicultura em tanques-rede em represa rural é plenamente compatível com a maioria das outras formas de uso dos açudes rurais. Ainda, segundo Kubitzka (2007) outra grande vantagem do uso de açudes privados para piscicultura em tanques-rede é obter mais facilidades de licenciamento ambiental do empreendimento.

Diante disso, muitos produtores rurais têm investido na criação de peixes com o objetivo de aumentar a renda de suas propriedades, e isto tem gerado uma demanda crescente por insumos, equipamentos e recomendações práticas de manejo. Para atender a essa demanda, entre 2007 e 2014 foram realizadas pesquisas sobre a produção de tilápia em tanques-rede em reservatório rural no Polo Regional do Leste Paulista, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), em Monte Alegre do Sul, SP. Avaliaram-se os efeitos de diferentes densidades de estocagem, a frequência alimentar, linhagens e percentuais de proteína bruta na ração para produção de tilápia em tanques-rede (Frasca-Scorvo et al., 2019).

¹ **Julio Ferraz de Queiroz**, Oceanólogo, doutor em Ciências Agrárias, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. **Célia Maria Dória Frasca-Scorvo**, Zootecnista, mestre em Aquicultura, pesquisadora da Agência Paulista de Tecnologias dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, Monte Alegre do Sul, SP. **João Donato Scorvo Filho**, Zootecnista, doutor em Aquicultura, pesquisador aposentado da Agência Paulista de Tecnologias dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, Monte Alegre do Sul, SP. **Patrícia Helena Nogueira Turco**, Administradora rural, doutora em Energia na Agricultura, pesquisadora da Agência Paulista de Tecnologias dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, Monte Alegre do Sul, SP. **Marcos Eliseu Losekann Zootecnista**, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. **Márcia Mayumi Ishikawa**, Médica veterinária, doutora em Parasitologia Veterinária, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. **João Manoel Cordeiro Alves**, Zootecnista, mestre em Aquicultura, gerente de produtos da Guabi Nutrição e Saúde Animal S.A., Campinas, SP.

Embora as pesquisas desenvolvidas na APTA tenham considerado os principais aspectos do manejo produtivo para a produção de tilápia em tanques-rede em reservatórios rurais, esta Circular Técnica tem como objetivo complementar essas informações e apresentar recomendações práticas aos produtores. Para isso, os resultados dos trabalhos desenvolvidos em Monte Alegre do Sul, SP, e suas interações com relação à escolha da área, à qualidade da água e ao manejo produtivo, aqui são discutidos e agrupados em um conjunto de tabelas autoexplicativas, vinculando-se com as principais indicações de boas práticas de manejo (BPM). As BPM consistem em um conjunto de ações concretas, objetivas e específicas que tem por finalidade aumentar e assegurar a competitividade e a sustentabilidade dos sistemas de produção (Queiroz, 2016). A adoção de BPM é considerada uma das estratégias mais eficientes para reduzir eventuais impactos ambientais negativos causados pelos sistemas de produção de peixes, camarões e outros organismos aquáticos (Boyd et al., 2013).

As tabelas 3 a 7 apresentam recomendações às principais BPM sugeridas pelos autores desta Circular Técnica, e que os piscicultores poderão adotar e, assim, solucionar problemas decorrentes do manejo produtivo inadequado e de alterações na qualidade da água. Essas alterações podem ser: variações bruscas na temperatura, redução da concentração de oxigênio dissolvido, diminuição do pH dos sedimentos do fundo dos reservatórios, aumento da turbidez e redução da transparência da água. Além disso, ao final é apresentado um conjunto de BPM que pode ser adotado pelos piscicultores da região.

Escolha do local e da qualidade da água

A escolha do local para a instalação dos tanques-rede tem influência direta sobre a qualidade da água e o sucesso da produção. Dentre os principais aspectos relacionados à escolha do local para a produção de tilápia em tanques-rede, em reservatórios rurais no estado de São Paulo, destacam-se o clima do local, o abastecimento da água, as atividades desenvolvidas na área de entorno dos reservatórios, e a proximidade de fontes de poluição. Para instalar os tanques-rede é preciso considerar vários aspectos importantes que são válidos para reservatórios de pequenas e grandes dimensões, tais como, profundidade mínima, instalação e fixação dos tanques-rede, circulação da água entre os tanques-rede, formato e dimensão dos tanques-rede, relação

entre a área de superfície lateral e o volume, e tipo e dimensão da rede (Sandoval Junior et al., 2019) (Figuras 1 e 2).

O monitoramento e a avaliação da qualidade da água para a criação de peixes em tanques-rede têm grande influência no desempenho produtivo e na rentabilidade do negócio. Os valores das variáveis da qualidade da água devem estar dentro dos limites preconizados pela resolução CONAMA n° 357 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005), como também de acordo com as recomendações da literatura especializada, (Tabelas 1 e 2).

Entretanto, é preciso observar que as coletas das amostras de água para determinadas análises devem ser feitas em intervalos mais curtos que um mês, porque variações abruptas na temperatura da água irão interferir diretamente na composição química e biológica da água, na saúde e no desempenho produtivo dos peixes.

A melhor estratégia é monitorar diariamente, se possível no mesmo horário, as seguintes variáveis de qualidade de água com uma sonda multiparâmetros: temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), pH (unidades de pH), turbidez (UNT) e transparência (cm) com um disco de Secchi.

Foto: Marcos Eliseu Losekann



Figura 1. Vista geral de um reservatório rural em área com preservação adequada da cobertura vegetal, e com vários tanques-rede instalados de forma correta com distanciamento mínimo entre as linhas de 5 metros para permitir uma boa circulação da água entre eles.



Figura 2. Detalhe de um tanque-rede com destaque para a estrutura metálica utilizada para contenção dos peixes e flutuadores e, em especial, para a cor da água clara, de excelente qualidade do reservatório.

Tabela 1. Relação de alguns padrões de qualidade de água para água doce (classe 2) de acordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA, Resolução No. 357/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005) ***

Variável	Água Doce Classe 2
Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	≤ 30
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) (mg L^{-1})	$\leq 5,0$
Fósforo total (mg L^{-1})	$\leq 0,030$ ambientes lênticos $\leq 0,050$ ambientes intermediários
Nitrato (NO_3 mg L^{-1})	10,0
Nitrito (NO_2 mg L^{-1})	1,0
Nitrogênio amoniacal total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) (mg L^{-1})	3,7 mg L^{-1} N ($\text{pH} \leq 7,5$) 2,0 mg L^{-1} N ($7,5 < \text{pH} \leq 8,0$) 1,0 mg L^{-1} N ($8,0 < \text{pH} \leq 8,5$) 0,5 mg L^{-1} N ($\text{pH} \geq 8,5$)
Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	$\geq 5,0$
pH (unidades de pH)	6,0 a 9,0
Sólidos dissolvidos totais (mg L^{-1})	500
Turbidez (UNT)	≤ 100

Observação ***: tabela resumida com os principais parâmetros de qualidade de água para a piscicultura.

Tabela 2. Relação de algumas variáveis de qualidade de água e dos limites aceitáveis para as concentrações de substâncias inorgânicas dissolvidas na água adaptada/resumida de Boyd e Tucker (1998).

Variáveis/ Substâncias	Forma encontrada na água	Concentração desejada
Cálcio	Dureza ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	20 a 150
	Íon de cálcio (Ca^{2+})	5 a 100 água doce < 500 água salobra
Magnésio	Íon de magnésio (Mg^{2+})	5 a 100 água doce < 1.500 água salobra
Alcalinidade	Alcalinidade total ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	20 a 150
	Bicarbonato (HCO_3^-) (mg L^{-1})	20 a 300 viveiros com ração
	Carbonato (CO_3^{2-}) (mg L^{-1})	0 a 20
Carbono	Dióxido de carbono (CO_2) (mg L^{-1})	1 a 10
Clorofila a	Clorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0 a 500
Coliformes	Coliformes fecais (NMP/100ml)	< 1.000
Condutividade	Condutividade específica ($\mu\text{S/cm}$)	< 1.000
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) (mg L^{-1})	$\leq 20,0$
DQO	Demanda química de oxigênio (DQO) (mg L^{-1})	40 a 80
Fósforo	Fósforo total (mg L^{-1})	< 0,5
Hidrogênio	H^+ [-log (H^+) = pH]	7,0 a 9,0
Nitrogênio	Nitrogênio total (N mg L^{-1})	5,0 a 6,0
	Nitrogênio amoniacal total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) (mg L^{-1})	< 0,5
	Amônio (NH_4^+) (mg L^{-1})	0,2 a 2,0
	Amônia não ionizada (NH_3) (mg L^{-1})	< 0,1
	Nitrato (NO_3^-) (mg L^{-1})	0,2 a 10,0
	Nitrito (NO_2^-) (mg L^{-1})	< 0,3
Oxigênio	Oxigênio dissolvido (O.D.) (mg L^{-1})	5,0 a 15,0
Sólidos Totais Dissolvidos	Sólidos totais dissolvidos (mg L^{-1})	50 a 500
Temperatura	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	20 a 30
Transparência	Transparência (cm) disco de Secchi	30 a 50 viveiros
		50 a 100 reservatórios
Turbidez	Turbidez (UNT)	25 a 50 viveiros
		< 100 reservatórios

Manejo produtivo e desempenho zootécnico

O desempenho zootécnico depende diretamente do manejo produtivo, da qualidade da água e da saúde dos peixes. A densidade de estocagem, o manejo alimentar e a genética dos peixes são fundamentais para garantir o sucesso da produção (Frasca-Scorvo et al., 2011). Na região de Monte Alegre do Sul, SP, e em locais onde podem ocorrer grandes variações na temperatura da água durante o ano, o ciclo produtivo é mais longo e pode avançar até estações do ano como outono, ou até mesmo durante o inverno, o que demonstra a importância do uso de linhagens que também possuam características para adaptação a essas condições menos favoráveis.

Embora algumas pesquisas indiquem quais são as melhores práticas para o manejo produtivo com relação à densidade de estocagem, frequência alimentar, linhagens e percentual de proteína bruta na ração é preciso considerar que qualquer alteração na qualidade da água irá afetar, diretamente, os indicadores zootécnicos da produção de tilápia em tanques-rede, e ao bem-estar animal com consequentes prejuízos à sua saúde (Frasca-Scorvo et al., 2017a, 2017b, 2018).

Em geral, algumas variáveis de qualidade de água podem apresentar alterações bruscas em função das características do local com destaque para a temperatura, a concentração de oxigênio dissolvido, o pH e a alcalinidade total, a turbidez, e a transparência. Dessa forma, esta Circular Técnica tem como objetivo indicar quais são as causas dessas alterações e seus impactos na qualidade da água, de modo a orientar os piscicultores na seleção das BPM mais eficazes para evitar e resolver esses problemas.

Vale ressaltar a relação direta da qualidade da água com a saúde dos peixes e a qualidade do produto final. A deterioração na qualidade da água provoca estresse nos peixes e predispõe-se ao desenvolvimento de doenças, ou mesmo redução do seu desempenho produtivo. A prática de biometrias periódicas é um procedimento muito importante, pois pode fornecer informações sobre o estado de saúde dos peixes e auxiliar o piscicultor no manejo dos viveiros e no monitoramento da qualidade da água. Por exemplo, o monitoramento da parasitofauna dos peixes pode ser realizado durante a biometria ou mesmo no momento da despesca (Ishikawa et al., 2020).

Nas tabelas 3 a 7, a seguir, são apresentados os valores/limites, os problemas e as BPM para solucionar as alterações causadas pelas principais variáveis de qualidade de água que afetam a produção de peixes em tanques-rede nos pequenos reservatórios rurais da região do Leste Paulista.

Tabela 3. Temperatura da água

Problemas		BPM
Temperatura da água abaixo de 18° C		
<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de ração e da taxa de crescimento dos peixes • Custo de produção alto devido à duração mais longa do ciclo de produção • Desestratificação térmica da coluna de água • Diminuição da concentração de oxigênio dissolvido causado pelas sobras de ração 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar linhagens com melhoramento genético e adaptadas às características da região de Monte Alegre do Sul, SP. • Concentrar a produção de peixes nos períodos do ano mais quentes • Usar aeradores mecânicos para circular e misturar a água dos reservatórios (Queiroz; Boeira, 2016) • Reduzir a quantidade de ração se for observadas sobras no interior dos tanques-rede (Queiroz, 2016) 	
Temperatura da água acima de 30 °C		
<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório muito raso e ausência de estruturas para reduzir a incidência de sol na superfície da água do reservatório e no interior dos tanques-rede • Aumento da toxicidade da amônia não ionizada 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar, se possível, a altura da coluna da água do reservatório e instalar proteção contra o sol nos tanques-rede • Fazer trocas parciais de água dos reservatórios quando possível (Queiroz; Boeira, 2016) 	

Tabela 4. Oxigênio dissolvido (O.D.)

Problemas		BPM
Queda abrupta da concentração de O.D. abaixo de 3,0 mg L⁻¹ ou inferior		
<ul style="list-style-type: none"> • Chegada de uma frente fria, ocorrência de vários dias com céu nublado, redução da concentração de O.D., morte súbita do fitoplâncton e grande mortalidade dos peixes • Desestratificação térmica abrupta da coluna de água • Taxa muito baixa de circulação da água entre os tanques 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir a quantidade de ração para prevenir o crescimento intenso de fitoplâncton • Instalar aeradores mecânicos nos reservatórios para misturar as diferentes camadas de água • Posicionar os tanques-rede no sentido perpendicular à corrente predominante de água e manter uma distância de pelo menos 5,0 metros entre as linhas • Monitorar a concentração de oxigênio dissolvido no final da tarde (deve ser no mínimo de 5,0 mg L⁻¹) (Queiroz; Boeira, 2016) 	
O.D. frequentemente abaixo de 3,0 mg L⁻¹		
<ul style="list-style-type: none"> • Água usada para abastecimento do reservatório com baixa concentração de oxigênio dissolvido, ou excessiva turbidez de argila • Alta demanda de O.D. causada pelo acúmulo de sedimentos com alta concentração de matéria orgânica no fundo dos reservatórios 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a qualidade da água utilizada para abastecimento dos reservatórios e eliminar a entrada de sólidos suspensos nos reservatórios • Secar, revolver e remover os sedimentos acumulados no fundo dos reservatórios entre diferentes ciclos de cultivo (Boyd; Queiroz, 2004) 	
O.D. acima de 12,0 mg L⁻¹ durante a tarde		
<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de ocorrência de doenças - <i>gas bubble disease</i> – especialmente em reservatórios com menos de 2 metros de profundidade • Baixa concentração de O.D. durante a noite causada pelo consumo de O.D. pelo fitoplâncton em viveiros e reservatórios onde a transparência da água é menor do que 30 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir barreiras com cobertura vegetal nas áreas ao redor dos reservatórios, ou canais de derivação da água para reduzir a entrada de matéria orgânica transportada pelo escoamento superficial • Usar aeradores para circular a água dos viveiros e reservatórios 	

Problemas	BPM
pH abaixo de 6,0 <ul style="list-style-type: none">• Baixa alcalinidade total e dureza total• Acúmulo de nutrientes no fundo dos reservatórios devido ao arraçoamento excessivo	<ul style="list-style-type: none">• Fazer a calagem dos reservatórios (Queiroz et al., 2004; Queiroz; Boeira, 2006a)
pH acima de 8,5 <ul style="list-style-type: none">• Excesso de fitoplâncton e pH alto no período da tarde• pH alto suficiente para matar ou causar estresse intenso nos peixes• Aumento da toxicidade da amônia não ionizada	<ul style="list-style-type: none">• Reduzir a quantidade de ração oferecida aos peixes quando a visibilidade do disco de Secchi for inferior a 30 cm• Usar algicidas em quantidades indicadas por profissional especializado para reduzir o excesso de fitoplâncton nos reservatórios

Tabela 6. Turbidez e Transparência

Problemas		BPM
Turbidez < 25 NTU e Transparência > 100 cm		
<ul style="list-style-type: none"> • Água clara e transparente devido à pequena concentração de sólidos suspensos na água utilizada para abastecimento • pH baixo dos sedimentos do fundo dos reservatórios e troca de água excessiva • Baixa produtividade primária, redução da quantidade de alimento natural e crescimento lento dos peixes • Alcalinidade total inferior a 50 mg L⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a quantidade de ração de acordo com o consumo, e se a visibilidade do disco de Secchi for superior a 30 cm • Fazer, se possível, a calagem dos reservatórios para aumentar o pH e a alcalinidade (Queiroz; Boeira, 2006a) • Reduzir a troca de água para prevenir a diluição e a descarga de nutrientes para fora dos reservatórios 	
Turbidez > 100 NTU e Transparência < 20 cm		
<ul style="list-style-type: none"> • Água barrenta/cinza devido ao excesso de sólidos em suspensão na água usada para abastecimento e de sedimentos trazidos pelo escoamento superficial após chuvas fortes • Redução das taxas de fotossíntese e da concentração de O.D. na água dos reservatórios e estresse dos peixes • Aumento da turbidez e acúmulo de sedimentos finos no fundo dos reservatórios • Redução da concentração de O.D. e do pH de manhã cedo e do crescimento dos peixes • Aumento da toxicidade da amônia não ionizada e do estresse dos peixes 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger o ponto de captação da água e instalar estruturas para contenção do escoamento superficial para o interior dos reservatórios - canais, tanques de decantação, cobertura vegetal nos diques (Queiroz; Rotta, 2016) • Renovar a água dos reservatórios desde que a água usada para abastecimento não contenha uma concentração alta de sólidos suspensos após períodos de chuvas fortes • Controlar a quantidade de ração oferecida aos peixes e monitorar a transparência da água com disco de Secchi, e instalar os tanques-rede apenas nos reservatórios onde a transparência da água for maior do que 30 cm durante todo o ano • Reduzir a densidade de estocagem e a quantidade de ração oferecida aos peixes 	

Tabela 7. Amônia

Problemas	BPM
<p>Abaixo de 0,5 mg L⁻¹</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água utilizada para abastecimento não contém grande concentração de matéria orgânica e sólidos em suspensão • Ração selecionada e armazenada de forma correta • Densidade de estocagem e taxas de arreamento adequadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Manter a cobertura vegetal das áreas próximas às fontes de abastecimento e do entorno dos reservatórios, e construir barreiras e valetas para evitar a entrada de água no interior dos reservatórios transportada pelo escoamento superficial • Realizar biometrias quinzenais para verificar o ganho de peso, ajustar a taxa de alimentação e avaliar o estado de saúde dos peixes • Monitorar o consumo de ração e a visibilidade pelo disco de Secchi
<p>Entre 0,5 e 2,0 mg L⁻¹</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Fundo dos reservatórios não foi corretamente seco e revolvido entre os ciclos de cultivo • Toxidez crônica da amônia: estresse dos peixes, crescimento lento, ocorrência de doenças e mortalidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Secar, revolver e remover o excesso de sedimentos acumulados no fundo dos reservatórios entre os ciclos de produção para prevenir o acúmulo de matéria orgânica (Queiroz; Boeira, 2006b) • Reduzir a quantidade de ração oferecida aos peixes quando a visibilidade do disco de Secchi for inferior a 30 cm
<p>Acima de 2,0 mg L⁻¹</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Densidade de estocagem muito alta, excesso de ração e acúmulo de resíduos na água e nos sedimentos do fundo dos reservatórios • Toxidez aguda da amônia, estresse dos peixes, crescimento lento, ocorrência de doenças e mortalidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir a densidade de estocagem para menos de 150 peixes/m³ e a quantidade de ração para menos de 40kg/ração/dia em reservatórios sem aeração • Trocar a água dos reservatórios somente quando a concentração de amônia estiver acima de 2,0 mg L⁻¹ (Queiroz; Boeira, 2007, 2008)

Considerações Gerais

A temperatura da água tem influência direta sobre o consumo de ração; portanto, a ocorrência de variações abruptas pode causar mudanças no hábito alimentar dos peixes e acúmulo de sobras de ração nos reservatórios. Uma das regras básicas que os piscicultores devem adotar para evitar esse problema é ajustar a quantidade de ração e a frequência alimentar conforme as condições locais e as variações da temperatura. Peixes são animais pecilotérmicos e não controlam a temperatura corporal, de modo que são afetados diretamente pelas variações de temperatura, podendo diminuir sua resistência a doenças, e ocasionar surtos de doenças e até a ocorrência de grandes mortalidades (Piscicultura..., 2016).

Em geral, deve-se reduzir a quantidade de ração quando a temperatura da água estiver abaixo de 18° C e acima de 30° C. Nos períodos mais frios com temperaturas abaixo de 20° C deve-se observar o comportamento dos peixes e o consumo de ração, e, se houver sobras, deve-se reduzir a quantidade de ração oferecida aos peixes.

É preciso observar que em algumas situações, as práticas para monitorar a concentração de oxigênio dissolvido e a transparência da água não são efetivas para indicar problemas futuros causados por quedas abruptas da concentração de oxigênio dissolvido e da necessidade de aeração de emergência. A redução da transparência da água está relacionada com o aumento da densidade de fitoplâncton, que interfere diretamente na concentração de oxigênio dissolvido. Nesses casos, recomenda-se a instalação de aeradores mecânicos nos reservatórios onde a densidade de estocagem dos peixes nos tanques-rede for superior a 150 peixes/m³, e também onde não houver uma boa circulação de água entre os tanques-rede.

A definição do melhor manejo alimentar é que cada produtor, em particular, deve determinar os custos com mão de obra, especialmente durante os finais de semana para avaliar se o ganho de peso final irá compensar os custos extras decorrentes da remuneração com o tratador dos peixes. Recomenda-se, portanto, efetuar uma avaliação econômica detalhada, considerando um ciclo completo de produção, com peso final comercial, para confirmar qual a frequência alimentar que irá proporcionar maior rentabilidade ao produtor. Scorvo Filho et al. (2010) consideraram que a ração representa de 40 a 60%

do custo total de produção, valor relativamente alto, quando comparado aos demais itens. Portanto, é preciso dar uma atenção especial à qualidade da ração e ao manejo alimentar.

Conclusões

Pode-se concluir que o uso de densidades de estocagem entre 100 e 150 peixes/m³ para as linhagens Gift e Supreme, associadas à oferta de ração duas vezes ao dia, durante os sete dias da semana, alimentadas com ração comercial contendo 32% de PB, permitem obter não só um melhor desempenho zootécnico e econômico. Além disso, contribuem para a manutenção da qualidade da água, em locais com temperaturas mais amenas, e em reservatórios com alto fluxo de água, ou grande proporção entre o volume de água ocupado pelos tanques-rede e o volume total do reservatório.

Esses resultados demonstraram que a tilápia apresentou grande potencial para a criação em tanques-rede em reservatórios rurais em função da sua rusticidade, resistência ao manuseio, às alterações climáticas e na qualidade da água, além dos baixos custos de produção e excelente qualidade da carne; porém, é preciso seguir algumas regras básicas para assegurar bons resultados.

As recomendações finais aos produtores da região de Monte Alegre do Sul e de regiões com características similares são as BPM que seguem, e que podem ser consideradas como práticas gerais para a produção de tilápia em tanques-rede em reservatórios rurais.

Boas Práticas de Manejo (BPM)

- Monitorar, diariamente, as seguintes variáveis: temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), pH (unidades de pH) e transparência (cm) com disco de Secchi.

- Registrar, diariamente, a temperatura máxima e mínima (°C) do ar, em local próximo aos tanques-rede. Secar os reservatórios, na medida do possível, entre os diferentes ciclos de cultivo e coletar amostras dos sedimentos do fundo para determinar a necessidade de calagem (Figura 3).
- Utilizar linhagens com melhoramento genético, adaptadas às características climáticas da região, especialmente para a região de Monte Alegre do Sul, SP, com os procedimentos rotineiros de manejo adotados pelos produtores locais. (Figura 4).
- Considerar que a duração do ciclo de produção é maior em regiões de clima mais frio, ao contrário de outras regiões onde a temperatura da água fica mais próxima da faixa de conforto dos peixes.
- Observar o comportamento dos peixes e o consumo de ração nos dias com temperaturas da água abaixo de 20° C. Se houver sobras, reduzir ou até mesmo suspender a quantidade de ração oferecida aos peixes.
- Realizar, pelo menos a cada 15 dias, biometrias para ajustar a quantidade de ração que deve ser oferecida aos peixes. Os peixes devem ser mantidos em jejum durante 12 horas antes da biometria, e após esse período retirar em torno de 50 peixes de cada um dos tanques-rede para pesagem. A oferta diária de ração deve aumentar à medida que os peixes crescem. Sendo assim, esta quantidade deve ser ajustada em intervalos de 7 a 14 dias. Para tanto, é necessário fazer uma pesagem de uma amostra de peixes para ajustar a quantidade de ração que é calculada com base no número de peixes contidos nos tanques-rede, multiplicado pelo peso médio dos peixes (Frasca-Scorvo et al., 2011) (Figuras 5, 6 e 7).
- Avaliar o desempenho zootécnico com base nos seguintes indicadores:
 - a) ganho de peso total;
 - b) ganho de peso/dia;
 - c) biomassa final;
 - d) conversão alimentar aparente;
 - e) taxa de sobrevivência.
- Observar se há sintomas de estresse ou de doenças nos peixes, especialmente nos períodos de mudanças bruscas de temperatura e, caso possível, encaminhar peixes doentes a um laboratório especializado em diagnóstico de doenças.

- Avaliar, durante a biometria, a saúde e os ectoparasitos de três a cinco peixes de cada tanque-rede. Essa avaliação não é invasiva e, por isso, não é necessário anestésiar os peixes, apenas uma contenção adequada é suficiente (Ishikawa et al., 2016). Embora, a biometria seja realizada a cada 15 dias, a avaliação da saúde pode ser realizada mensalmente. Caso seja observada uma redução no desempenho dos peixes, recomenda-se eutanasiar um peixe de cada um dos tanques-rede, por aprofundamento anestésico, utilizando-se óleo de cravo na concentração de 250 mg L⁻¹ (Vidal et al., 2008) para avaliação dos órgãos internos e pesquisa de ecto e endoparasitos.
- Monitorar, diariamente, com disco de Secchi a transparência (cm) da água dos reservatórios com grande quantidade de tanques-rede, que deve ser mantida entre 50 e 100 cm.
- Evitar trocar a água dos reservatórios após períodos de chuvas fortes para impedir a entrada de grande quantidade de sólidos em suspensão e aumento da turbidez, causados pelo acúmulo de sedimentos contidos nas fontes de água usadas para abastecimento dos reservatórios.
- Anotar todos os gastos para determinar o custo de produção e, em especial, os gastos com a ração, pois entre os itens que compõem o custo operacional total, o mais significativo é a ração (Turco et al., 2013).
- Efetuar uma avaliação econômica considerando-se um ciclo completo de produção com peso final comercial, para confirmar qual a frequência alimentar que irá proporcionar maior rentabilidade ao piscicultor. Para isso, deverá ser avaliado o custo operacional de produção que compõe o custo operacional efetivo (COE) e o custo operacional total (COT) (Turco et al., 2014).



Foto: Célia Maria Doria Frasca Scorvo

Figura 3. Coleta de amostras de sedimentos do fundo do reservatório da APTA em Monte Alegre do Sul para determinar a necessidade de calagem.



Foto: Célia Maria Doria Frasca Scorvo

Figura 4. Detalhe de alevinos de tilápia de boa qualidade para criação em tanques-rede.



Foto: Patrícia Helena Nogueira Turco

Figura 5. Detalhe da retirada dos peixes com puçá para a biometria – medida de comprimento (cm) e peso (gramas).



Foto: Patrícia Helena Nogueira Turco

Figura 6. Etapas do processo de biometria – coleta dos peixes dos tanques-rede com puçá e medições do comprimento (cm) e do peso (gramas) dos peixes.



Foto: Patrícia Helena Nogueira Turco

Figura 7. Devolução dos peixes usados na biometria nos tanques-rede.

Agradecimentos

Ao estimado colega e amigo Dr. Roberto Cesnik (in memoriam) pelos sábios conselhos, amizade fraterna, colaboração técnica e a atenção constante com todos durante os momentos em que tivemos a felicidade em trabalhar juntos.

Ao apoio técnico científico dos colegas do Polo Regional do Leste Paulista e à coordenação da APTA pelo uso das instalações e laboratórios. À Empresa Aquabel pela doação dos alevinos da linhagem Supreme e à empresa Guabi Nutrição Animal, que forneceu as rações para a realização de alguns experimentos.

Essas pesquisas foram financiadas pelos Projetos Ecopeixe da FINEP e Aquabrasil da Embrapa, e contaram, também, com o apoio financeiro do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

Referências

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (org.). **Tópicos especiais em piscicultura tropical intensiva**. Jaboticabal: Associação Brasileira de Aquicultura e Biologia, 2004. v. 1, p. 25-43.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; McNEVIN, A. Perspectives on the responsible aquaculture movement. **World Aquaculture**, v. 44, n. 4, p. 14-21, 2013.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic, 1998. 700 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. Seção 1, p. 58. 2005.

FRASCA-SCORVO, C. M. D.; LOSEKANN, M. E.; QUEIROZ, J. F. de; SCORVO Filho, J. D.; TURCO, P. G. N. **Avaliação da frequência alimentar no desempenho de tilápia em uma represa rural**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2017a. 17 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 75).

FRASCA-SCORVO, C. M. D.; QUEIROZ, J. F. de; LOSEKANN, M. E. Boas práticas de manejo (BPM) aplicadas à qualidade da água da aquicultura em viveiros e tanques-rede instalados em reservatórios. In: AYROZA, L. M. da S. (Coord.). **Piscicultura**. Campinas: CATI, 2011. p. 161-174.

FRASCA-SCORVO, C. M. D.; QUEIROZ, J. F. de; LOSEKANN, M. E. Manejos de tilápia em tanques-rede em represa rural do leste paulista: estudo de caso. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 16, n. 2, p. 1.5, jul./dez. 2019.

FRASCA-SCORVO, C. M. D.; QUEIROZ, J. F. de; LOSEKANN, M. E.; SCORVO FILHO, J. D.; TURCO, P. H. N.; LUIZ, A. J. B. **Efeito da frequência alimentar no desempenho produtivo de diferentes linhagens de tilápia**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2017b. 18 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76).

FRASCA-SCORVO, C. M.; SCORVO FILHO, J. D.; TURCO, P. H. N.; ALVES, J. M. C.; QUEIROZ, J. F. de; LOSEKANN, M. E. **Desempenho zootécnico da tilápia em tanques-rede em represa rural com diferentes concentrações de proteína bruta**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2018. 20 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 79).

ISHIKAWA, M. M.; QUEIROZ, J. F. de; NASCIMENTO, J. L. do; PÁDUA, S. B. de; MARTINS, M. L. Uso de biomarcadores em peixe e boas práticas de manejo sanitário para a piscicultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2020. 28 p. il. color. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 126).

ISHIKAWA, M. M.; SILVA, M. S. G. M. e; PÁDUA, S. B. de; OLIVEIRA, J. A.; DIAS, D. V. L.; SOUZA, B. H. **Procedimentos básicos para monitoramento da parasitofauna de peixes.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 5 p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 24).

KUBITZA, F. Tanques rede em açudes particulares: oportunidade e atenções especiais. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 2, p. 14-21, 2007.

LEONARDO, A. F. G; BACCARIN, A. E. Desempenho produtivo de tilápias do Nilo criadas em tanques rede em represa rural no Vale do Ribeira. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 3, p. 256-261, 2014. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1412077218.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2021.

PISCICULTURA: qualidade e temperatura da água são fundamentais no inverno. [S. l.]: Sociedade Nacional de Agricultura, 2016. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/piscicultura-qualidade-e-temperatura-da-agua-sao-fundamentais-no-inverno/>. Acesso em: 21 out. 2020.

QUEIROZ, J. F. de. **Boas práticas de manejo (BPM) para a aquicultura em viveiros escavados e em reservatórios.** Jaguariúna: Embrapa meio Ambiente, 2016. 8 p. il. color. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 25). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1056919/1/2016CT02.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia nos viveiros de aquicultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 5 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 44). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/7538/1/comunicado_44.pdf. Acesso em: 12 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo para manter concentrações adequadas de oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 9 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 54). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172486/1/2017CT03.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Calagem e controle da acidez dos viveiros de aquicultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006a. 8p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 14). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/12267/1/circular_14.pdf. Acesso em: 12 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Determinação do percentual de troca de água em função do acúmulo de amônia (NH₃) nos viveiros de piscicultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 4 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 47). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172486/1/2017CT03.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Recomendações práticas para o manejo de sedimentos do fundo dos viveiros de aquicultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006b. 6 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 37). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/7461/1/comunicado_37.pdf. Acesso em: 12 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C.; SILVA, M. S. G. M. e. **Coleta e preparação de amostras de sedimentos de viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 5 p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 17). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5820/1/comunicado_17.pdf. Acesso em: 12 jan. 2021.

QUEIROZ, J. F. de; ROTTA, M. A. **Boas práticas de manejo para piscicultura em tanques-rede**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 10 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 26). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153208/1/2016CT03.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SANDOVAL JUNIOR, P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O. de (coord.). **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Brasília, DF: Codevasf, 2019. 80 p.

SCORVO FILHO, J. D.; FRASCA SCORVO, C. M. D.; ALVES, J. M. C.; SOUZA, F. A. de. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 112-118, 2010. Suplemento especial.

TURCO, P. H. N.; DONADELLI, A.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; SCORVO FILHO, J. D.; TARSITANO, M. A. A. Análise econômica da produção de tilápias em tanques-rede de pequeno volume: manejo de ração com diferentes teores de proteína bruta. **Informações Econômicas**, v. 44, n. 1, p. 5-11, 2014.

TURCO, P. H. N.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; DONADELLI, A.; SCORVO FILHO, J. D.; LOSEKANN, M. E. Análise do custo e rentabilidade da produção de tilápia em tanques rede em represa rural com diferentes manejos alimentares. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 51., Belém, PA, 2013. **Novas fronteiras da agropecuária no Brasil e na Amazônia: desafios da sustentabilidade: anais**. Belém, PA: SOBER, 2013. 7 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/967973/1/2013AA31.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

VIDAL, L. V. O.; ALBINETI, R. C. B.; ALBINETI, A. C. L.; LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:
Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
CEP: 13918-110, Jaguariúna, SP
Fone: +55 (19) 3311-2610
Fax: +55 (19) 3311-2640
www.embrapa.br/meio-ambiente
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
1ª edição eletrônica (2021)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Ana Paula Contador Packer

Secretária-Executiva

Cristina Tiemi Shoyama

Membros

*Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto,
Maria Cristina Tordin, Daniel Terao, Victor Paulo
Marques Simão, Geraldo Stachetti Rodrigues,
Vera Lucia Ferracini, Marco Antonio Gomes*

Revisão de texto

Nilce Chaves Gattaz

Normalização bibliográfica

Victor Paulo Marques Simão, CRB-8/5139

Tratamento das ilustrações

Silvana Cristina Teixeira

Projeto gráfico

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Silvana Cristina Teixeira

Foto da capa

Marcos Eliseu Losekann