

Gestão de Efluentes de Piscicultura de Peixes Ornamentais

Bruno Affonso dos Santos e Júlio Carlos Afonso

*Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, UFRJ
E-mail: julio@iq.ufrj.br*

Submetido em 18/04/2014; Versão revisada em 13/05/2014; Aceito em 15/05/2014

Resumo

Parâmetros físico-químicos (sólidos sedimentáveis, alcalinidade, CO_2 e O_2 dissolvidos, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato, DQO, temperatura e pH) para atestar a qualidade da água usada nos tanques de criação de uma aquacultura intensiva de peixes ornamentais, e a influência de seu efluente no corpo receptor foram avaliados. A aquacultura impactou em especial o parâmetro fosfato no corpo receptor. pH, fosfato, nitrogênio amoniacal, nitrito e O_2 dissolvido foram parâmetros críticos nos tanques de criação. A aeração noturna melhorou bastante a qualidade do efluente tratado.

Palavras-chave: aquacultura; efluentes; tratamento de resíduos

Abstract

EFFLUENT MANAGEMENT OF ORNAMENTAL FISH AQUACULTURE. Physico-chemical parameters (settleable solids, alkalinity, dissolved CO_2 and O_2 , nitrite, nitrate, ammoniacal nitrogen, phosphate, COD, temperature and pH) for attesting the quality of the water used in the fish tanks of a super-intensive ornamental fish aquaculture, and the influence of its effluent on the final receptor body were evaluated. The aquaculture most impacted the phosphate concentration in the receptor body. pH, phosphate, ammoniacal nitrogen, nitrite and dissolved oxygen were critical parameters in the fish tanks. A night aeration system increased the quality of the treated effluent.

Keywords: aquaculture; effluents; waste treatment.

INTRODUÇÃO

Piscicultura ou aquacultura é a atividade de produção animal que hoje mais cresce mundialmente (taxas anuais acima de 10%). Essa atividade econômica está hoje voltada tanto para a produção de espécies comestíveis (como camarões e trutas) como de espécies conhecidas como ornamentais. Em 2030, estima-se que serão necessários 30 milhões de toneladas de pescado para atender à população mundial, ao mesmo tempo em que a

qualidade do pescado possui normas cada vez mais exigentes e detalhadas. A obtenção de um produto de elevado valor agregado através de um sistema de criação em cativeiro exige um controle constante da qualidade da água. Mais do que ser o suporte de vida dos peixes, a água é o meio disseminador dos nutrientes e dos resíduos produzidos por eles.

A piscicultura comercial adota tipicamente um modo de produção intensivo em monocultivo e uma alimentação através de rações que atendem às

exigências nutricionais (TIMMONS et al, 2002).

A criação de peixes ornamentais movimenta cerca de US\$ 3 bilhões por ano e uma indústria que ultrapassa US\$ 15 bilhões. Cingapura é o maior exportador de peixes ornamentais do mundo, e os Estados Unidos é o maior mercado (VIDAL Jr, 2007). Apesar de o Brasil ser considerado o maior celeiro de peixes ornamentais de água doce do mundo, ele convive com problemas como a pesca predatória, a exportação irregular e o contrabando (SALGAO et al, 2007). Em 2005 nosso país foi o segundo maior exportador da América do Sul e o décimo sétimo do mundo, alcançando mais de US\$ 4 milhões (VIDAL Jr, 2007). A produção de peixes ornamentais é quase totalmente voltada para espécies de águas continentais e o mercado interno, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro (SALGADO et al, 2007).

A criação intensiva, devido à sua alta taxa de povoamento e à alimentação artificial, gera uma grande quantidade de resíduos, que podem estar na forma sólida, em suspensão, ou dissolvidos (fezes, ração não consumida, descamações, muco, agentes terapêuticos). Os parâmetros físico-químicos da água são alterados, por isso, deve-se monitorá-la constantemente e os resíduos removidos à medida que possam representar riscos à criação (TIMMONS et al, 2002).

Dentre as espécies dissolvidas na água oriundos da atividade metabólica dos peixes e da degradação das proteínas da ração não consumida, destaca-se o nitrogênio amoniacal (REN et al, 2012), encontrado na forma de NH_3 (amônia) e de NH_4^+ (íon amônio). A primeira é altamente tóxica; sua concentração depende do pH e da temperatura da água. Concentrações acima de $0,6 \text{ mg L}^{-1}$ são letais para peixes ornamentais (BOYD, 1984). O limite recomendada pela EIFAC (*European Inland Fisheries Advisory Commission*) é $0,025 \text{ mg L}^{-1}$ (BOYD, 1984). O efeito tóxico do NH_3 se agrava em baixas concentrações de oxigênio dissolvido (BOYD, 1984; LOSORDO et al, 1999). O nitrito (NO_2) resulta da oxidação do NH_3 por bactérias,

principalmente *nitrosomonas*. Em uma concentração $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, o sangue adquire uma cor castanha devido à oxidação do Fe(II) da hemoglobina, formando a meta-hemoglobina, incapaz de transportar o oxigênio, matando os peixes por asfixia (TIMMONS et al, 2002).

Além do impacto sobre a qualidade da água, outros impactos ambientais devidos à piscicultura são a sedimentação, a obstrução dos fluxos d'água e a eutrofização (TIMMONS et al, 2002). Nos últimos anos, vários órgãos envolvidos com a piscicultura passaram a acreditar que a aplicação de boas práticas de manejo com base na Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) melhora a qualidade e reduz o volume de efluentes hídricos (WASSERMAN et al, 2010).

A literatura científica apresenta poucos estudos envolvendo a qualidade da água de piscicultura de peixes para consumo humano (TIMMONS et al, 2002; BOYD, 1998). No caso dos peixes ornamentais, praticamente nada parece ter sido publicado a respeito. Este trabalho é um estudo-modelo de gestão de uma atividade de piscicultura intensiva de peixes ornamentais, focando a água utilizada. Além de monitorar os parâmetros essenciais para atestar a qualidade da mesma para a sustentação da piscicultura, buscou-se avaliar a influência da água oriunda dos tanques de criação sobre o corpo receptor. A partir daí, será possível propor formas efetivas de tratamento desse efluente para enquadramento nas normas vigentes no Brasil para efluentes hídricos.

PARTE EXPERIMENTAL

A fazenda de criação de peixes onde este trabalho foi realizado fica em Cachoeiras de Macacu, Estado do Rio de Janeiro, a 105 km da capital fluminense. Ela se situa a uma altitude de 40 m em uma região na base da cadeia de montanhas que compõe a Serra dos Órgãos. As médias pluviométricas anuais se situam entre 1700 e 2100 mm (WASSERMAN et al, 2010), divididos em dois

períodos: um de alta pluviosidade (outubro/novembro até março/abril), e outro mais seco (a partir de abril/maio).

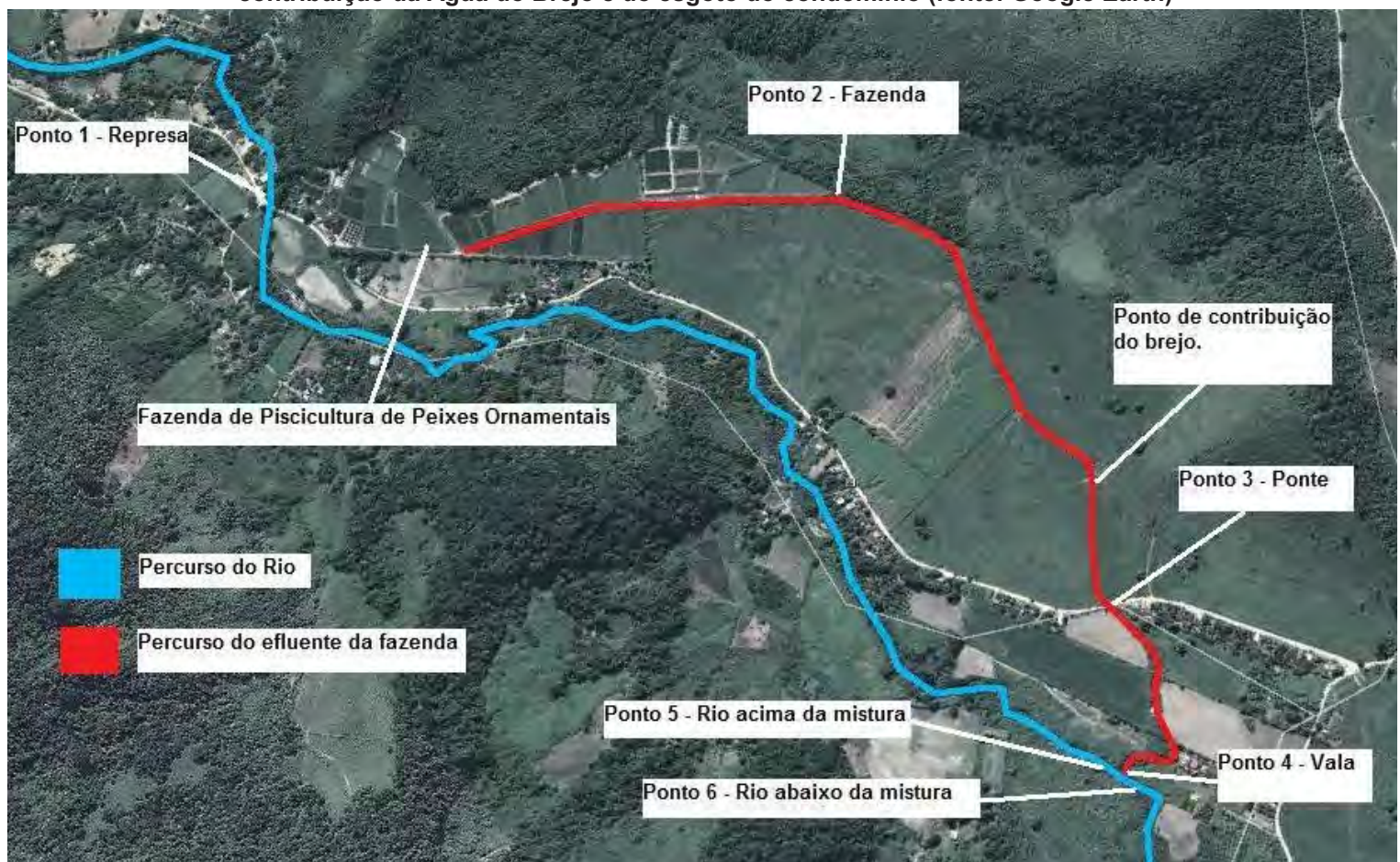
A água provém do Rio do Estreito. A principal espécie cultivada é *Carassius auratus*, espécie ornamental conhecida como japonês, peixe dourado ou Kinguío. O consumo atual de água da fazenda é de 130 L s^{-1} , usada nos tanques de reprodução, engorda, alevinos, armazenamento e venda. Os alevinos permanecem nos viveiros por dois meses alimentando-se inicialmente de zooplâncton, tendo a dieta complementada mais tarde por ração. O ponto crítico é a despesca dos viveiros de alevinos: são liberados em 24 h entre 1 e 3 milhões de L de água, com alta concentração de fitoplâncton e lodo.

Para a caracterização dos efluentes da piscicultura, foram retiradas amostras dos tanques de engorda e dos alevinos. Para o estudo dos impactos sobre o corpo receptor (Rio do Estreito) foram definidos os pontos de amostragem

mostrados na figura 1. As amostras foram coletadas a cada 15 dias entre outubro de 2008 e outubro de 2009, durante as primeiras horas da manhã.

- 1 – Represa – ponto de captação da água do Rio do Estreito para uso na fazenda de piscicultura;
- 2 – Fazenda – ponto na saída da fazenda onde convergem todos os seus efluentes;
- 3 – Ponte – ponto próximo a uma estrada, localizado à jusante do ponto anterior. Os efluentes da fazenda percorrem uma área de pasto onde recebem a contribuição de águas de um brejo;
- 4 – Vala – Localizado a jusante do ponto anterior, apresenta pequenas quedas d'água e a contribuição de águas de esgoto sem tratamento oriundo de um pequeno condomínio de casas;
- 5 – Rio acima do ponto de mistura – amostragem de água do Rio do Estreito antes de o efluente supracitado chegar ao rio;
- 6 – Rio abaixo do ponto de mistura – amostragem de água do Rio do Estreito, à jusante do local onde ele

Figura 1: Localização dos pontos de amostragem e dos pontos de contribuição da Água do Brejo e do esgoto do condomínio (fonte: Google Earth)



recebe o efluente proveniente da fazenda e as contribuições do brejo e do esgoto.

Métodos analíticos

Os parâmetros analisados foram: Temperatura; pH; DQO; Sólidos sedimentáveis; Oxigênio e Dióxido de carbono dissolvido; Alcalinidade ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$); Dureza total ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$); Fosfato; Amônia total; Nitrito; Nitrato. Todos os métodos analíticos empregados seguem as normas internacionais de análise de águas (STANDARD METHODS, 1998; SNELL and SNELL, 1941). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Algumas verificações foram feitas *in loco* (oxigênio dissolvido e temperatura) e as demais em um laboratório montado na fazenda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação de parâmetros físico-químicos

Sólidos sedimentáveis: Nas amostras coletadas nos pontos fazenda (2), ponte (3) e vala (4), não havia quantidade apreciável de sólidos sedimentáveis após 1 h (mesmo no período de chuva). Os viveiros da fazenda possuem tempos de residência da água muito grandes, comportando-se como decantadores, sendo seus efluentes límpidos. A contribuição do brejo também é de águas límpidas. No caso do esgoto do condomínio, a água passa por uma fossa que atua como decantador antes de chegar à vala.

Temperatura: A temperatura variou entre 18 °C nos meses mais frios e 28 °C nos meses mais quentes. As temperaturas acima do ponto de mistura (5) são sempre maiores do que na represa (1), indicando que a temperatura da água aumenta conforme o rio segue seu curso natural exposto ao sol. Os pontos fazenda (2) e ponte (3) apresentaram uma média geral de temperatura 2 a 4 °C mais alta do que a verificada no ponto represa (1) no mesmo período. A temperatura do rio abaixo do ponto de mistura (6) é levemente maior (0,1 a 0,4 °C) do que a temperatura

acima do ponto de mistura. É plausível que o lançamento do esgoto da comunidade (em geral, o esgoto doméstico apresenta temperaturas um pouco mais altas que as águas naturais - WASSERMAN et al, 2010) e as águas dos viveiros têm um tempo de retenção longo, o que faz com que sua temperatura aumente devido à exposição ao sol. Para o peixe ornamental cultivado, que prefere temperaturas na faixa de 20 °C, são empregadas telas sobre os viveiros a fim de reduzir a insolação em meses em que as temperaturas da água são altas (> 25 °C - fevereiro a abril, quando há uma diminuição nas chuvas e ainda está quente, e setembro a outubro, quando a pluviosidade ainda está baixa e as temperaturas começam a subir).

Alcalinidade: Este parâmetro não é citado na Resolução 357 do CONAMA, mas é importante devido ao efeito tamponante do íon HCO_3^- que impede variações bruscas de pH das águas dos viveiros. A alcalinidade apresentou valor médio de 20 mg L^{-1} para todas as amostras do rio (pontos 1, 5 e 6). Nos tanques de armazenamento da fazenda a alcalinidade sempre apresentou níveis semelhantes aos do rio devido à alta taxa de troca. A alcalinidade nos viveiros atingiu cerca de 40 mg L^{-1} devido à adição de CaCO_3 para aumentar a dureza (maior disponibilidade de cálcio) e a alcalinidade (efeito tamponante). Os efluentes da fazenda (ponto 2) têm alcalinidade próxima àquela dos viveiros. Após receber a contribuição da água do brejo (ponto 3), a alcalinidade sofreu forte redução (5 e 10 mg L^{-1} no inverno e verão, respectivamente), devido aos ácidos húmicos (BOYD, 1984, 1998).

pH: A Figura 2 mostra as variações do pH nos locais amostrados durante o período de estudo. Os valores de pH mais altos são sempre das amostras do rio no ponto represa (1). No período de chuva a incorporação das águas que carregam ácidos húmicos de matéria orgânica em decomposição no solo, contribui para reduzir o pH das águas do rio; a

mais frio, ocorre o oposto. A baixa incidência de chuvas faz com que o esgoto não tratado impacte o rio diretamente. As águas no ponto 6 sempre apresentam os menores valores de O_2D .

Ao comparar os pontos fazenda (2) e ponte (3), nota-se que os valores no ponto ponte sempre foram os menores (2,7 a 5 $mg\ L^{-1}$), provavelmente indicando que a contribuição da água do brejo (rica em matéria orgânica) eleva o consumo de oxigênio devido à atividade bacteriana. Os registros de O_2D no ponto fazenda variaram entre 3,5 e 5,2 $mg\ L^{-1}$; os valores mais baixos foram registrados nos meses mais quentes e de maior pluviosidade. Nesse caso, afóra fatores como temperatura da água e aumentando a atividade bacteriana (TIMMONS et al, 2002), deve-se considerar o metabolismo de peixes (que passam a consumir mais oxigênio), e a menor insolação devido ao céu coberto por nuvens no período chuvoso, reduzindo a fotossíntese do fitoplâncton.

O efluente da fazenda apresenta valores de O_2D mais baixos do que o ideal, principalmente no verão. O fato do efluente da fazenda apresentar deficiência de oxigênio indica que os tanques dos viveiros também apresentam a mesma deficiência. Esse problema pode afetar a produtividade porque a baixa concentração de O_2D estressa os peixes, aliada à redução da atividade de bactérias decompositoras, com consequente acúmulo de

metabólitos e risco de surgimento de doenças e parasitas que podem comprometer a população de um tanque ou mesmo da fazenda inteira (TIMMONS et al, 2012; ALABAMA, 2002).

DQO: No ponto represa (1) a DQO média variou de 5 $mg\ L^{-1}$ (inverno) a 10 $mg\ L^{-1}$ (verão). Os pontos de coleta rio acima (5) e abaixo do ponto de mistura (6) apresentaram, respectivamente, variações de 8 a 14 $mg\ L^{-1}$ (inverno e verão) e 10 a 17 $mg\ L^{-1}$ (inverno e verão). A DQO média obtida no ponto fazenda (2) é de 10 a 15 $mg\ L^{-1}$ (inverno e verão). Os pontos ponte e vala (3 e 4) apresentaram valores muito próximos com resultados variando de 12 (inverno) a 18 $mg\ L^{-1}$ (verão). Assim, observa-se uma leve contribuição do efluente da fazenda, do esgoto e do brejo à DQO do rio (ponto 6).

Fosfato: A Figura 3 mostra os dados de determinação de fosfato nas amostras coletadas. Em todos os pontos de amostragem a concentração de fosfato aumentou no período chuvoso (verão) e diminui no período mais seco (inverno). Isso se dá devido à solubilização de fosfato de matéria orgânica em decomposição da floresta próxima ao Rio do Estreito pela água da chuva. Durante os meses de inverno, o rio apresenta concentrações de fosfato compatíveis com rios de classe 1 (concentrações menores que 0,1 $mg\ L^{-1}$), segundo a Resolução 357

do CONAMA, porém nos meses de verão, o próprio rio apresenta concentrações de fosfato superiores à classe 3 (acima de 0,15 $mg\ L^{-1}$, proveniente do material orgânico da floresta). Os resultados dos pontos de coleta fazenda (2), ponte (3) e vala (4) apresentam variações semelhantes àsquelas do rio nos períodos chuvosos e secos, mas seus resultados para fosfato são maiores do que para as amostras do rio, refletindo

Figura 3: Concentração de fosfato nos locais amostrados

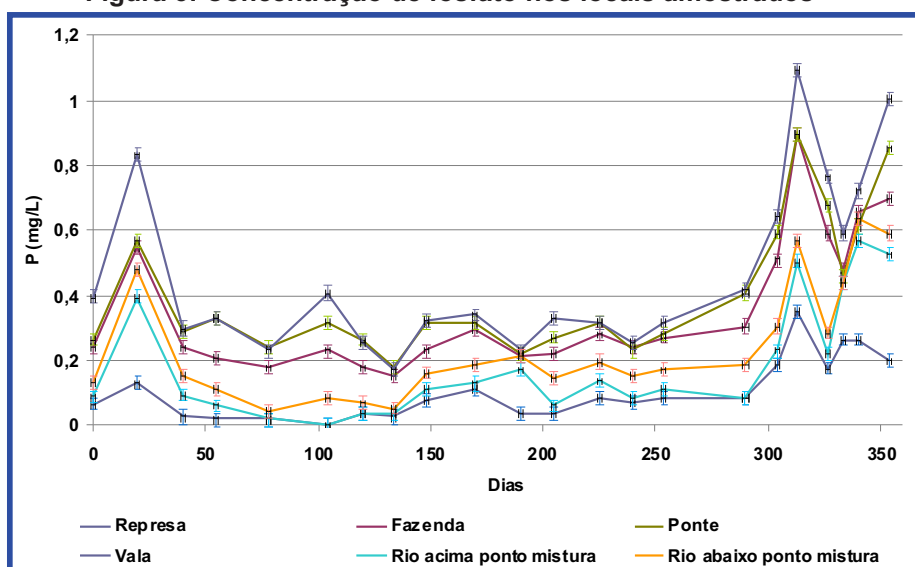
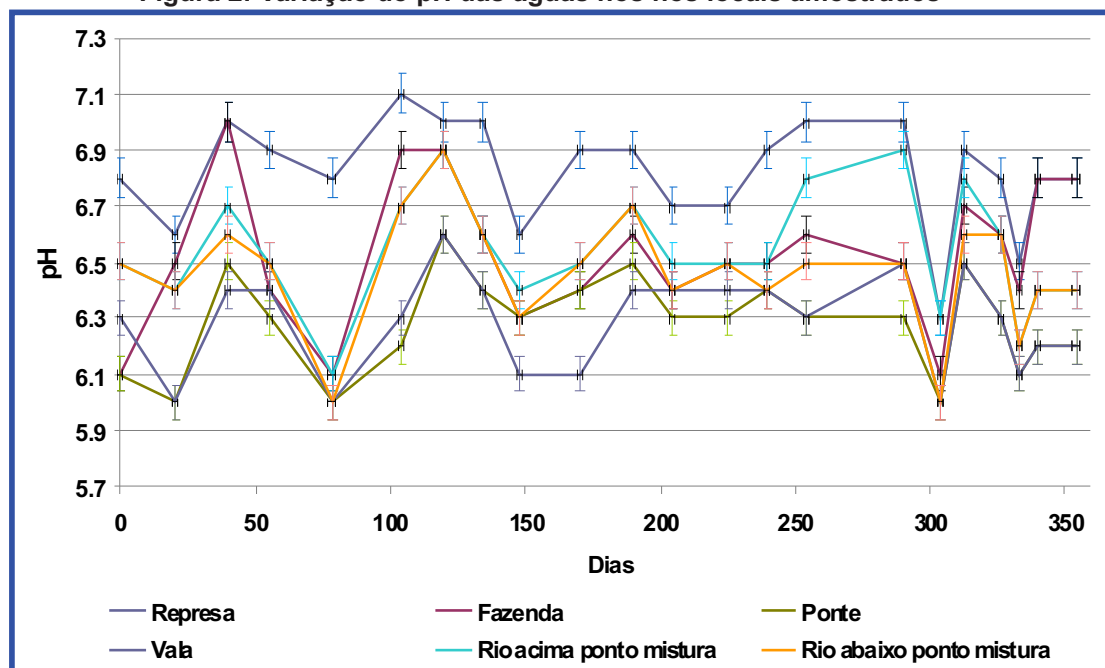


Figura 2: Variação do pH das águas nos locais amostrados



Determinação de espécies químicas solúveis

Dióxido de carbono

Todas as amostras do rio (1, 5 e 6) não apresentaram concentrações de CO_2 maiores que 5 mg L^{-1} . Somente nos tanques de engorda da fazenda a concentração atingiu valores próximos a 10 mg L^{-1} , o que não representa risco para

variação de pH do corpo receptor torna-se mínima nessa época devido ao grande aumento de volume nesse período.

Os pontos no rio acima (5) e abaixo da mistura (6) têm valores quase iguais na maior parte do verão, mantendo-se assim durante parte do inverno. Entre os meses de julho e outubro observou-se um distanciamento das curvas de pH desses dois pontos devido ao menor volume de água do rio, levando a maiores variações no pH deste por conta da água proveniente da vala (ponto 4).

Na fazenda, os tanques de engorda e armazenamento apresentam pH sempre um pouco mais baixo relativo ao ponto represa (1) devido ao CO_2 produzido pelos peixes dos tanques; porém, os viveiros apresentam pH em torno de 8,0 a 8,5, por conta da adição de CaCO_3 (a alcalinidade é a mais alta de todas as amostras analisadas), faixa essa não adequada às bactérias nitrificantes (7,0 a 7,5 – TIMMONS et al, 2002). O ponto ponte (3) é frequentemente o de pH mínimo. A acidez das águas do brejo provém dos ácidos húmicos (WASSERMAN et al, 2010), apesar de seu lançamento no rio praticamente não influenciar o volume total deste. Por isso, o efluente da fazenda não influencia o pH final do corpo receptor.

os peixes (TIMMONS et al, 2002). Nos viveiros o CO_2 é consumido pelo fitoplâncton produzindo elevação no pH. Essa elevação do pH aliada ao consumo do CO_2 faz com que não haja praticamente CO_2 dissolvido nos viveiros de criação.

Oxigênio dissolvido (O_2D): As leituras de O_2D foram feitas no horário de coleta das amostras (início da manhã), quando a concentração de oxigênio é a mais baixa por ser consumido durante a noite.

O rio apresentaram valores entre 6,0 e 9,5 mg L^{-1} de O_2D (os valores mais altos foram sempre registrados na represa [1]). Durante o período chuvoso todas as amostras, incluindo as da fazenda, apresentaram os menores valores para esse parâmetro, explicado pela maior temperatura (menor solubilidade do O_2), maior atividade bacteriana (maior consumo) e maior aporte de águas que arrastaram material orgânico da floresta em decomposição (folhas, galhos etc.).

No período de maior pluviosidade os dados do ponto acima do ponto de mistura (5) se distanciaram do ponto represa (1) e se aproximaram do ponto abaixo do ponto de mistura (6). Esse fato e a temperatura mais elevada aumentam a atividade microbiana e, assim, o consumo de O_2 . No período

contribuições da atividade de piscicultura, do esgoto e do brejo. Isso se reflete no maior teor de fosfato nas águas após a mistura (ponto 6) em relação ao ponto represa (1), qualquer que seja o período considerado. Essas contribuições são menos significativas no verão devido ao maior volume de água do rio (efeito de diluição). Os valores para fosfato no ponto fazenda estão acima dos padrões preconizados na Resolução 357 do CONAMA para águas doces, salinas e salobras. Assim, o parâmetro fosfato deve ser considerado crítico (WASSERMAN et al, 2010; ALABAMA, 2002) pela fazenda na gestão de seus efluentes.

Nitrito: Na Figura 4, as curvas que representam os pontos de amostragem do rio (1, 5 e 6), têm valores médios de $5,5 \times 10^{-3}$, $1,1 \times 10^{-2}$ e $1,3 \times 10^{-2} \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. Esses valores não representam perigo à vida aquática. O ponto represa (1) apresenta valores maiores no período mais chuvoso, o que evidencia uma contribuição natural de matéria orgânica em decomposição carregado das florestas pela chuva. As curvas dos pontos de amostragem rio acima (5) e abaixo do ponto de mistura (6) indicam uma contribuição tanto dos efluentes da fazenda como do brejo e do esgoto.

A curva que representa o ponto fazenda (2) apresenta quase sempre os maiores valores (em média, $0,09 \text{ mg L}^{-1}$), muito próximo ao limite de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ em que algumas espécies de peixe de água fria (como a truta) começam a apresentar sinais de estresse (TIMMONS et al, 2002). Ao que tudo indica,

Figura 4: Análise de NO_2^- nas amostras coletadas

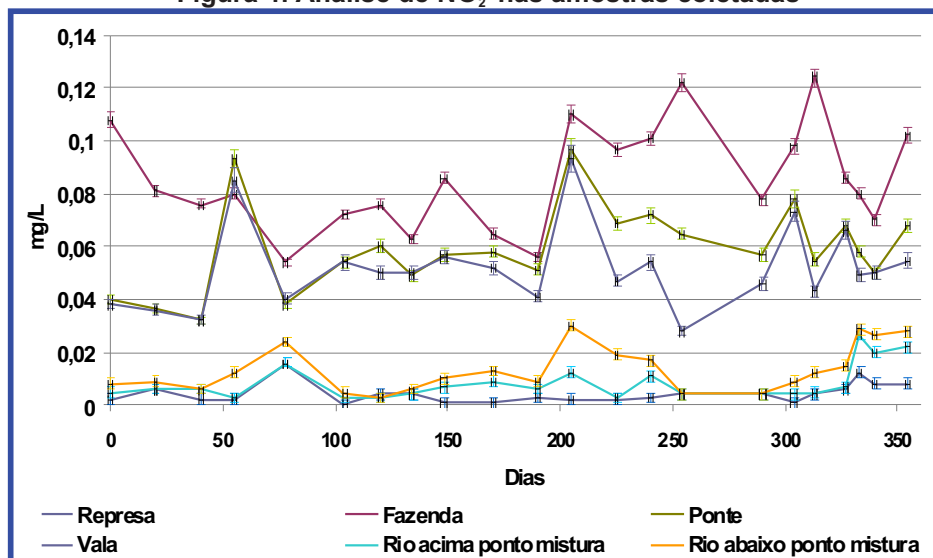
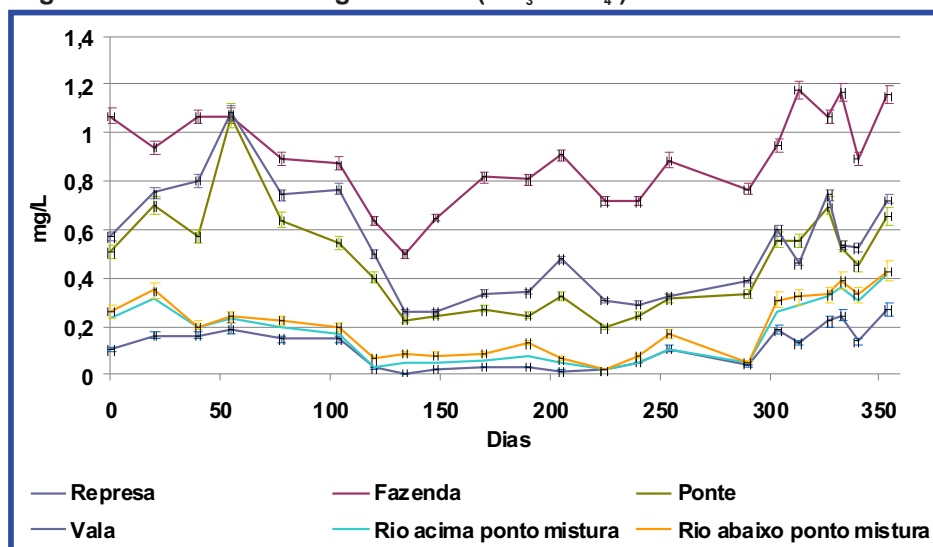


Figura 5: Análise de nitrogênio total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) nas amostras coletadas



a nitrificação não está ocorrendo de forma satisfatória. É possível que a baixa concentração de O_2D seja o fator limitante no caso em estudo. Os valores de pH nos viveiros (acima de 8 em média) também não são favoráveis ao desenvolvimento das bactérias nitrificantes (TIMMONS et al, 2002).

Os valores registrados para os pontos ponte (3) e vala (4) são geralmente próximos e também bem maiores que nas amostras do rio. As maiores reduções na concentração de NO_2^- observadas nos pontos fazenda e ponte ocorreram no período de maior pluviosidade, o que pode representar ou atividade microbiana (transformação de nitrito em nitrato) ou diluição devido a uma maior contribuição da água do brejo. Embora a Figura 4 mostre que a

água do rio abaixo do ponto de mistura (6) sofra uma clara contribuição dos efluentes da fazenda, do brejo e do esgoto, as concentrações observadas em todos os pontos do rio (máximo de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$) se encontram abaixo do padrão estabelecido para os rios classe 1 (Resolução 357 do CONAMA).

Nitrato: Em todas as amostras coletadas a concentração do íon NO_3^- se situou abaixo de 1 mg L^{-1} . Assim, esse parâmetro não foi crítico para a piscicultura durante o período deste estudo.

Nitrogênio amoniacal total: Em todos os pontos de amostragem o nitrogênio amoniacal total esteve abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução 357 do CONAMA (Figura 5). O pH mais alto registrado nas análises foi 7,1 (Figura 3). De acordo com a Resolução supracitada, o limite é $3,7 \text{ mg L}^{-1}$ para $\text{pH} < 7,5$. Durante o período chuvoso o valor médio da concentração de nitrogênio amoniacal total no ponto represa (1) se situou próximo a $0,2 \text{ mg L}^{-1}$. No período mais seco observou-se uma queda na concentração de nitrogênio amoniacal total em todo o rio. O ponto de coleta fazenda (2), sempre apresentou os valores de concentração mais elevados (em torno de 1 mg L^{-1} no período de chuva, e $0,8 \text{ mg L}^{-1}$ no período mais seco). O ponto de coleta ponte (3) apresenta concentrações de nitrogênio amoniacal total menores que no ponto fazenda; esse resultado indica que, durante o percurso até a ponte, ocorreu nitrificação do NH_3 (as bactérias o transformam em NO_2^- e logo depois em NO_3^- – a concentração de NO_2^- diminuiu entre os pontos de coleta fazenda e ponte – Figura 6). O resultado para nitrogênio amoniacal é muito parecido com o do NO_2^- (Figura 4): a fazenda é o principal gerador de efluentes contendo nitrogênio amoniacal e NO_2^- .

As altas concentrações de NH_3 relativas às de NO_2^- e NO_3^- nos efluentes da fazenda indicam que a nitrificação não estão ocorrendo de forma satisfatória nos viveiros, que são os maiores contribuintes. Baixas concentrações de O_2D ($2\text{-}5 \text{ mg}$

L^{-1}) também foram observadas nos viveiros, que interferem na oxidação dos compostos orgânicos e nitrogenados, afetando negativamente o desenvolvimento dos peixes, que passam a viver sob estresse (BOYD, 1984, 1998). Por isso, a gestão de efluentes de uma piscicultura, principalmente quando o objetivo é a recirculação de água (LOSORDO et al, 1999), exige a reação do nitrogênio amoniacal (WASSERMAN et al, 2010), seja por métodos eletroquímicos (ALABAMA, 2002) como de adsorção.

Proposta de gestão dos efluentes hídricos

Este estudo indicou que o único parâmetro que necessita de ajustes para fins de tratamento dos efluentes da fazenda de acordo com a Resolução 357 do CONAMA é o fosfato. Contudo, o sistema de viveiros da fazenda apresenta menores concentrações de O_2D , (ela nunca deve ficar abaixo de 4 mg L^{-1} à noite – BOYD, 1998), elevadas concentrações de NH_3 e NO_2^- , e o pH mínimo se situa em torno de 8,5, inadequado às bactérias nitrificantes (TIMMONS et al, 2002). Essa faixa de pH, além de prejudicar o desenvolvimento dos peixes, eleva perigosamente a concentração de NH_3 (BOYD, 1984).

Propôs-se efetuar uma aeração mecânica em um viveiro e monitorar seu efluente. A aeração mecânica é a principal medida para manter a qualidade da água de uma piscicultura (SALGADO et al, 2007; BOYD, 1998), pois mantém concentrações adequadas de O_2 ; a circulação da água causada pela aeração a torna mais homogênea, evita a estratificação térmica (formação de camadas de temperaturas diferentes) e a ocorrência de zonas anaeróbicas na água de fundo do lago, favorece a oxidação da matéria orgânica pelas bactérias (reduzindo, portanto, a DQO) e diminui a concentração de compostos potencialmente tóxicos como NH_3 e NO_2^- pela ação das bactérias nitrificantes. O aerador testado (do tipo roda de pás) foi acionado de meia-noite até às 7 h.

Tabela 1: Dados comparativos para um viveiro sem aeração e outro que foi aerado durante a noite

Parâmetro	Viveiros sem aeração	Viveiro com aeração
Nitrogênio amoniacal total (mg L ⁻¹)	0,8 a 1,0	0,2
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,09	0,02
Fosfato (mg L ⁻¹)	0,18 a 0,90	0,03
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	3,5 a 5,2	6,0
DQO (mg L ⁻¹)	10 a 15	4

Essa aeração suplementar foi aplicada a um dos viveiros por um período de crescimento de peixes (2 meses). A Tabela 1 acima mostra os resultados comparativos entre os viveiros com e sem aeração noturna.

A aeração melhorou sensivelmente os parâmetros de aferição da qualidade do efluente da fazenda, confirmando a literatura (BOYD, 1998; ALABAMA, 2002). Num país de características climáticas como o nosso, a aeração se constitui num investimento e numa ferramenta de valor tanto para a melhoria da qualidade do efluente da piscicultura, como para o aumento da sua produtividade.

CONCLUSÕES

O único parâmetro afetado pela atividade de piscicultura no Rio do Estreito foi o fosfato. Entretanto, na atividade em si, detectou-se uma baixa concentração média de oxigênio dissolvido no efluente da fazenda e um pH médio elevado nos viveiros, indicando uma deficiência de oxigênio nos viveiros de criação e uma menor atividade das bactérias nitrificantes, com consequente acúmulo de NH₃ e NO₂⁻. O teste de aeração noturna de um viveiro melhorou muito a qualidade do efluente, inclusive para fosfato. Por outro lado, o efluente da fazenda em seu percurso sofre uma forte atividade bacteriana, que consome grande parte do NH₃ e do NO₂⁻ presentes.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Mário Porto, proprietário da fazenda, pela permissão de realizar este estudo.

REFERÊNCIAS

ALABAMA Aquaculture Best Management Practices:

Managing Ponds to Improve Quality of Overflow Effluent. Auburn University and USDA/Natural Resources Conservation Service: Alabama, 2002, n° 9.

BOYD, C. E. Water quality in warmwater fish ponds. Agricultural Experiment Station: Alabama, 1984.

BOYD, C.E.; Pond water aeration systems Aquacult. Eng. Vol 18, p.9-40, 1998.

LOSORDO, T. M.; Masser, M. P.; Rakocy, J. Recirculating aquaculture tank production systems – management of recirculating systems. Southern Regional Aquaculture Center, The US Department of Agriculture: Washington, 1999, Publication 452.

REN, J. S.; Stenton-Dozey, J.; Plew, D. R.; Fang, J.; Gall, M. An ecosystem model for optimising production in integrated multitrophic aquaculture systems. Ecol. Model. Vol. 246, p. 34-36, 2012.

SALGADO, C. M.; Silva, T. C; Souza, G. C. A.; Freitas, H. C.; Caracterização temporal e espacial da precipitação do entorno do município de São Gonçalo (RJ) considerando a série histórica de 1968 a 2002. Revista Sociedade & Natureza vol. 19, p. 19-31, 2007.

SANTOS, B. A. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

SNELL, F. D.; Snell, C. T. Colorimetric Methods of Analysis, 3rd Ed.. D. Van Nostrand Company, New York, 1941, vol. I, p. 629-634.

STANDARD METHODS for the examination of water and wastewater (Leonore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton eds.), 20th ed., the American Public Health Association: Washington, 1998, p. 2-8 – 2.9, 2.24 – 2.27, 2-29 – 2.43, 2-60 – 2.61, 4-103 – 4-114, 4-129 – 4-136, 4-139 – 4-142.

TIMMONS, M. B.; Ebeling, J. M.; Wheaton, F. W.; Summerfelt, S. T.; Vinci, B. J. Sistemas de Recirculación para La Acuicultura. Fundación Chile: Santiago, 2002.

VIDAL Jr, M. V. in III Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca, Resumos, Belo Horizonte, 2007.

WASSERMAN, J. C.; Barcellos, R. G. S.; Fernandez, A. P. P.; Filgueiras, C. M.; Scarton, J. C. E.; Giacomini, J.; Cortês, M. B. V.; Aguiar, V. M. in Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu (Hora, A. F.; Hwa, C. S.; Hora, M. A. G. C. Eds.). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010, p. 8-16 e 200-278.