

700 718

Biblioteca - Unemat - PLA



00013939

639.3
T832P
25.02

BIBLIOTECA UNEMAT 02	
Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT	
RG N.º	13939
Data	25 / 06 / 2009
☐ Compra ☒ Doação ☐ Permuta	

15
100-100000

COSECO
DE VIVLO GZ.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PÂRAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA
PISCICULTURA E SEUS EFLUENTES

Autor(a): Josilene da Silva Trindade
Orientador(a): Profª. MSc. Adriana Fernandes de Barros

“Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação em Zootecnia, apresentado (a) ao
Departamento de Zootecnia da Universidade
do Estado de Mato Grosso – Campus
Universitário de Pontes e Lacerda, como parte
das exigências para obtenção do título de
BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JULHO/2008

100

100

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PÂRAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA
PISCICULTURA E SEUS EFLUENTES

Autor(a): Josilene da Silva Trindade
Orientador(a): Profª. MSc. Adriana Fernandes de Barros

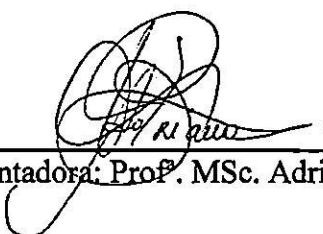
“Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado (a) ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JULHO/2008

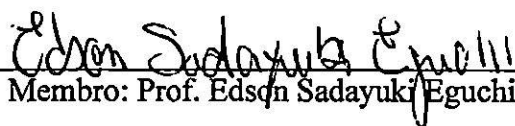
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA
PISCICULTURA E SEUS EFLUENTES

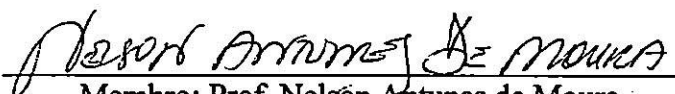
Autora: Josilene da Silva Trindade



Orientadora: Prof. MSc. Adriana Fernandes de Barros



Membro: Prof. Edson Sadayuki Eguchi



Membro: Prof. Nelson Antunes de Moura

PONTES E LACERDA
JULHO/2008

“Dê um peixe a um homem faminto
e você o alimentará por um dia.

Ensine-o a pescar,
e você o estará alimentando
pelo resto da vida.”

Arquimedes

Aos meus pais, Vanderlan e Liene e meu irmão Volney,
que não mediram esforços e
compreenderam a minha ausência.

Aos meus amigos,
pela força, apoio e compreensão
nesta minha caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

À Universidade do Estado de Mato Grosso e seus funcionários, pela colaboração e possibilidade de fazer parte desta Instituição.

Aos professores, eternos mestres, pela dedicação, tolerância e ensinamento, e em especial à minha orientadora Prof^a. MSc. Adriana Fernandes de Barros.

Aos professores MSc. Edson Sadayuki Eguchi e Nelson Antunes de Moura por terem me auxiliado e aceitado participar da minha banca.

Aos meus familiares e a todos que direto ou indiretamente contribuíram para a minha permanência e persistência, minha eterna gratidão.

Aos meus colegas pelo companheirismo e paciência. E em especial Patrícia Leal, Ana Flávia Royer, Gisleiva Pereira, Juliane Martini, Mariana Lisboa, Elieth Cândida, Evanielle Ferreira, Luiz Durvalino, Angélica Mayumi, Valéria Carneiro, Poliana Fante, Luciano Beijo, Nathália Guedes, Rodrigo Nepomuceno, Cleverson Oliveira, Rômulo Júnior, Lair Valente, Cassiano Ricardo, Whevergton Santos, Matuzalém Carvalho, Rândala Coelho, Gaspar Ferreira e também a Nelcimar Vieira, Cláudio Souza, Elismar Roberto, Cláudia Barbosa, Magaly Negreiro, Jaqueline Gomes, Wanderson Marques e Neodir Haefliger.

BIOGRAFIA DA AUTORA

JOSILENE DA SILVA TRINDADE, filha de Vanderlan de Sousa Trindade e Liene Paniago da Silva, nasceu em Barra do Garças – Mato Grosso, aos 11 dias do mês de Abril de 1984.

Em Agosto de 2004 ingressou na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT como acadêmica do Curso de Graduação em Zootecnia.

Em Julho de 2008, submeteu-se à banca examinadora para defesa do Trabalho de Conclusão de Curso.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 ORIGEM DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO DE VIVEIROS	3
2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DA ÁGUA NO VIVEIRO...	4
2.3 PRINCIPAIS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS.....	5
a) <i>Oxigênio Dissolvido (O_2D)</i>	5
b) <i>Potencial hidrogeniônico (ph) e alcalinidade</i>	8
c) <i>Temperatura</i>	10
d) <i>Transparência e turbidez</i>	12
e) <i>Condutividade elétrica</i>	13
f) <i>Compostos Nitrogenados (Amônia, Nitrito e Nitrato)</i>	14
g) <i>Fósforo</i>	16
h) <i>Gás Carbônico (CO_2)</i>	18
2.4 EFLUENTES	18
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
4. LITERATURA CITADA	27

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA E SEUS EFLUENTES

Resumo – Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão bibliográfica sobre a importância da qualidade da água aplicada à piscicultura. A água é o ambiente de criação dos peixes e sua qualidade influencia diretamente no sucesso da produção, que depende primeiramente da fonte de água de abastecimento, do solo onde o mesmo situa, e dentro dos criatórios depende ainda dos manejos que serão realizados. Devido ao grande aporte de rações utilizadas nos sistema de criação, quando essas apresentam baixa qualidade ou são fornecidas inadequadamente para os peixes, podem tornar-se principal fonte poluidora, ocasionando diminuição da concentração do oxigênio, e promovendo o aumento do nitrogênio, fósforo e material sólido em suspensão, e conseqüentemente, acelerando o processo de deterioração da água nos efluentes. No entanto, a adubação e fertilização também influenciam significativamente nos parâmetros limnológicos, de modo que essas alterações podem ser limitantes para criação de peixes. Portanto, podemos concluir que se torna necessário manejo adequado de arraçamento e fertilização ou adubação com controle da qualidade da água, para que os peixes encontrem condições adequadas para expressarem seu desenvolvimento, conseqüentemente melhorando as qualidades do efluente, ou como alternativa pode-se utilizá-los para irrigação de lavouras. Adoção de técnicas de tratamento utilizando macrofitas e criação de espécies que se alimentam da matéria orgânica são alternativas para melhorar as condições do efluente, tornando necessária a realização de trabalhos que analisem sua eficiência na diminuição da concentração de nutrientes resultantes da piscicultura.

Palavras-chave: efluentes, limnologia, peixes, manejo, rações

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados divulgados pela FAO (2007) citados por LOESCHNER (2008), a aquicultura e a pesca respondem juntas por 16% da oferta mundial de proteína animal e movimentam em média 0,6 trilhões de dólares/ano, dos quais o Brasil é responsável por cerca de 6,5 bilhões de reais anualmente.

A atividade da aquicultura no Brasil é recente, mas encontra-se em plena expansão operando em ritmo agro-industrial e com capacidade de ofertar alimentos de boa qualidade e a preços competitivos. Isso devido às condições ambientais favoráveis, sendo que, para a piscicultura, existem espécies com grande potencial para sistemas de cultivo, colocando o Brasil em vantagens em relação a outros países (EMBRAPA, 2008).

A aquicultura tem obtido grande desenvolvimento e é mais uma atividade humana que compete com o recurso de água, sendo um tipo de atividade produtiva que apresenta riscos de deteriorar a qualidade da água e demonstram consumir grande volume, tornando necessária uma discussão dos tipos de ações de comando e controle importantes para adequada gestão ambiental (TIAGO & GIANESELLA, 2003).

A determinação da qualidade da água na implantação e sua manutenção adequada no sistema de criação de peixes é muito importante, e são determinados através de análises químicas, físicas e biológicas, como as algas e microorganismos, possibilitando a escolha de espécies que se adaptem melhor as condições do criatório. No entanto, vários são fatores que interferem nos parâmetros limnológicos, dentre eles o arraçoamento e a fertilização e/ou adubação alteram a composição química pelo aporte de matéria orgânica, que resultam na diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido durante a madrugada, prejudicando a produção aquícola, ocasionando diminuição do

desempenho, susceptibilidade a doenças e mortalidade dos peixes (BOYD & TUCKER, 1998; MEURER, 2005).

De acordo com HENRY-SILVA & CAMARGO (2006) na piscicultura, os efluentes são capazes de aumentar a quantidade de sólidos em suspensão e promover o enriquecimento de nitrogênio e fósforo. Segundo KUBITZA (1997) esses nutrientes em excesso no sistema aceleram a deterioração da água.

Os efluentes dos viveiros apresentam concentração reduzida de oxigênio dissolvido e altas concentrações de nutrientes, matéria orgânica e materiais em suspensão, o que pode acarretar poluição ao serem escoados em cursos d'água naturais, prejudicando as comunidades aquáticas e reduzindo a qualidade da água destinada para outros fins (BOYD & QUEIROZ, 2004; SILAPAJARN & BOYD, 2005).

Além do oxigênio, outros parâmetros físico-químicos e biológicos sofrem alterações e necessitam serem monitoradas no cultivo de peixes como pH, gás carbônico, alcalinidade total, turbidez, condutividade elétrica, compostos nitrogenados e fosfatados, temperatura, transparência e abundância de plâncton.

Diante desses fatores, é que objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais parâmetros limnológicos que exercem influência na piscicultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO DE VIVEIROS

A água é um composto formado por moléculas covalentes, em que um átomo de oxigênio se divide em um par de elétrons com dois átomos de hidrogênio (ESTEVES, 1998). RIBEIRO (1997) acrescenta que, este composto domina completamente a composição química de todos os organismos, e é o meio onde vivem os peixes, sendo então considerado como essência da Terra.

De acordo com ROCHA (2007), a água para abastecimento da piscicultura pode ser proveniente de diversas fontes como rios, córregos, riachos, ribeirões, açudes, reservatórios, represas, etc. Esse autor também salienta da importância do transporte ou remoção da água para os reservatórios, devendo ser realizada por gravidade, evitando despesas de aquisição, operação e manutenção de bombas para abastecimento dos viveiros.

Além desses inconvenientes, SCHMIDT (1988) enfatiza que a circulação da água dentro da bomba destrói o plâncton, tornando-o estéril, o que pode comprometer o desenvolvimento dos peixes, principalmente quando se trata de larvas e juvenis que utilizam o plâncton como principal alimento.

Para PÁDUA (2000) é importante acrescentar que não deve haver uma fonte poluente próxima, para assegurar a ausência de patógenos. Portanto, QUEIROZ & SILVEIRA (2006) recomendam que devem ser realizadas análises da qualidade da fonte de água que abastece o viveiro, quanto à poluição por resíduos domésticos, industriais ou agrícolas, pois água de baixa qualidade compromete a produção.

CENTEC (2004) ressalta ainda que a mesma deva ser em abundância e de boa qualidade, levando em conta as perdas por evaporação, infiltração e eventuais renovações.

2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DA ÁGUA NO VIVEIRO

MINUCCI et al (2005) relatam que no Brasil o sistema de criação mais utilizado é o semi-intensivo , onde a ração é a principal fonte nutricional e sua formulação e processamento determinam a presença de compostos fosfatados e nitrogenados na águas. Os fertilizantes orgânicos e inorgânicos utilizados para estimular a produção natural de alimentos também contribuem para a concentração desses compostos.

ZHOU et al. (1995) acrescentam que a alteração na qualidade da água se dá principalmente por manejo incorreto de adubação e aporte de matéria orgânica oriundos de rações de baixa qualidade ou em excesso, que compromete a saúde dos seres humanos e dos animais pela possível presença de patógenos indesejáveis, que ocasiona queda de produtividade e poluição dos recursos naturais.

O excesso de compostos ricos em nitrogênio e fósforo, provenientes das rações, metabolismo dos peixes ou adição de fertilizantes, fazem com que aumentem excessivamente a quantidade de plâncton, causando redução da quantidade de oxigênio disponível, alterando o pH e possibilitando o aumento de substâncias nocivas aos peixes, ocasionando estresse, comprometendo a criação e se tornando responsável por altos índices de mortalidade (LUCAS, 2000).

A piscicultura pode ser considerada uma atividade de controle indireto, uma vez que para acompanhar o desenvolvimento e bem estar dos peixes é necessário observar parâmetros como: alterações no comportamento do cardume, aceitação e quantidade de alimento consumido e características químicas e físicas da água (GARUTTI, 2003).

Outro autor acrescenta que diferenças ambientais, tamanho, profundidade e vazão do viveiro também influenciam na qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

2.3 PRINCIPAIS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS

a) Oxigênio dissolvido (O_2D)

O oxigênio é o segundo gás mais abundante na água, sendo o parâmetro mais importante para os peixes, pois se o nível de oxigênio dissolvido nos tanques de aquicultura ficar abaixo das exigências dos organismos, pode levá-los à morte. A concentração de oxigênio é expressa em $mg.L^{-1}$, e é mais alto a temperatura de $0^{\circ}C$ e decresce com seu aumento (ARANA, 1997), salinidade da água e redução na pressão barométrica (aumento da altitude) (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

ROSSO et al. (2006) associam a situação de hipoxia, que é o baixo nível de oxigênio dissolvido na água, ao consumo desse gás pelos peixes, a decomposição de matéria orgânica, aumento de temperatura e presença de “blooms” de fitoplâncton.

Esses autores analisaram os fluxos de Na^{+} , Cl^{-} , K^{+} e amônia em jundiás (*Rhamdia quelen*) expostos a concentrações de oxigênio de 6,0 e 2,5 $mg.L^{-1}$ e constataram que a exposição desses juvenis a 2,5 $mg.L^{-1}$ de oxigênio dissolvido promoveu perda de íons que foram estabilizadas rapidamente no caso de Na^{+} e Cl^{-} . No entanto, quando colocados a níveis menos hipotóxicos também ocorre alterações dos fluxos iônicos, não ocasionando relação entre os parâmetros. No caso dessa espécie a osmorregulação parece ser afetada quando expostos a águas normóxicas (com maior oxigenação) e hipotóxicas e vice e versa.

De acordo com ONO (2002), os fitoplânctons são capazes de produzirem através da fotossíntese cerca de 80% do oxigênio necessário para a demanda dos peixes e outros

organismos aquáticos, tornando uma importante fonte desse gás, já que se fossem utilizados apenas o abastecimento de água como fonte de oxigênio, demandaria uma taxa de renovação muito grande, o que além de proibitivo na maioria das pisciculturas, devido à restrição na disponibilidade de água, prejudicaria a calagem e adubação dos viveiros.

Segundo SILVA et al. (2008), a concentração do oxigênio dissolvido durante o dia varia pelo processo físico, químico e biológico, causado pela fotossíntese, através da transformação de gás carbônico e da água em oxigênio e carboidratos pelas algas na presença de luz. À noite, esse oxigênio produzido é consumido pelo processo de respiração, mas a quantidade produzida é maior que a consumida. O período mais crítico é durante a madrugada ou logo pela manhã (Figura 1), daí o fato do maior índice de mortalidade apresentar neste período. Outro fator limitante é a formação de gases nocivos (gás sulfídrico e metano) que são formados em condições anaeróbicas no ambiente aquático.

KUBITZA (1997) enfatiza que a baixa concentração de oxigênio dissolvido pode causar atraso no crescimento, redução na eficiência alimentar, aumento na incidência de doenças e mortes dos peixes, o que resulta na queda da produtividade. Alterações no comportamento do peixe, como grande número na superfície da água, mudança rápida da aparência da cor, de verde para marrom ou cinza. SALARO et al. (2006) acrescentam que a diminuição do consumo de rações e letargia são indicadores de deficiência desse elemento.

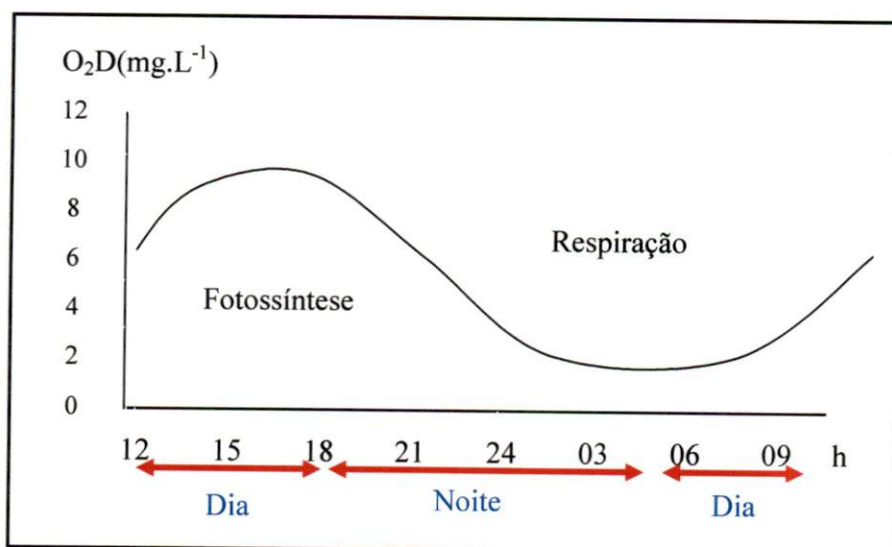


Figura 1 - Flutuação diária de O_2D em sistemas de cultivo. Fonte: Boyd, (1990).

De acordo com dados citados por RIBEIRO (1997), valores entre $0-1 \text{ mg.L}^{-1}$ de oxigênio é letal aos peixes, de $2-3 \text{ mg.L}^{-1}$ permanecem em estresse, e de $4-6 \text{ mg.L}^{-1}$ é considerada a condição ideal para a maioria das espécies cultivadas no Brasil. Para determinar a concentração de oxigênio pode ser utilizado o método químico de Winkler (método calorimétrico, por titulação) e/ou através do uso de aparelhos eletrônicos (oxímetros).

Entre os meios de melhorar a concentração de oxigênio nos criatórios, QUEIROZ (2006) relata que o sistema de aeração mecânica é o mais utilizado. Existem vários modelos de aeradores disponíveis no mercado, dos quais os modelos tipo bomba-aspiradora-propulsora (exemplo Aire- O_2) e aeradores de pás são os mais utilizados. Esse autor citando relatos de BOYD (1997) acrescenta que cada H.P (cavalo vapor) é capaz de aumentar a produção em 500 kg.ha^{-1} quando comparado com viveiros sem sistema de aeração.

Outra maneira prática de promover a oxigenação é através do abastecimento do viveiro tipo escada, de maneira que a água espalhe aumentando a concentração do oxigênio.

b) Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade

O pH é o logaritmo negativo da concentração molar de íons de hidrogênio e expressa a acidez ou alcalinidade de uma solução, influenciado diretamente pela quantidade de H^+ e OH^- , de sais, ácidos e bases presentes ao meio. O pH varia de 1,0 a 14,0, abaixo de 5,0 e acima de 11,0 é fatal a maioria das espécies de peixes, entre 5,0 e 6,0 reduz o desenvolvimento, de 6,5 a 9,5 desenvolvem satisfatoriamente, sendo a faixa de 7,0 a 8,5 a ideal (RIBEIRO, 1997).

A acidez ou alcalinidade de um líquido está definida pelo tipo de substâncias que ela possui, portanto, o pH é um parâmetro muito importante nos ambientes aquáticos, pois pode ser a causa de muitos fenômenos químicos e biológicos, mas pode também ser consequência de outros fenômenos. Como exemplo, o pH alcalino é responsável pelo aumento da porcentagem de amônia não ionizada, mas este pH pode ser resultado da abundância de fitoplâncton nos ambientes de cultivo (ARANA, 1997).

Em estudo dos parâmetros físico-químicos da água, TOLEDO & CASTRO (2001) avaliaram temperatura, oxigênio e pH, através da medição diária dos parâmetros físico-químicos, em intervalos de 4 horas, com acompanhamento nictemeral. Foram realizadas aplicações de fertilizantes e calcário, para determinar sua influência sobre a água do viveiro. Os resultados médios obtidos durante o período de amostragem foram entre 21,7 e 35,6 °C para temperatura, 0,30 mg.L⁻¹ e 10 mg.L⁻¹ para oxigênio e 4,7 a 8,9 para pH, onde os menores valores ocorreram no período entre às 04:00 e 08:00 horas principalmente em dezembro, provavelmente em função do aumento da luminosidade. De acordo com os dados obtidos nesta localidade, torna-se necessário realizar correção constante do pH e evitar problemas ocasionados pela formação de *blooms* de fitoplâncton e incidência de macrófitas aquáticas, otimizando as condições de cultivo através de estudos sobre a manutenção da produção primária.

O pH em tanques de piscicultura é influenciado pela concentração de íons H^+ resultantes da dissociação do ácido carbônico (H_2CO_3), das reações de íons carbonato e bicarbonato, fotossíntese e respiração, manejo (adubação e calagem) ou pela poluição (RIBEIRO, 1997). Quando há predominância de íons OH^- (hidroxila) provenientes da hidrólise dos bicarbonatos (HCO_3^-), produz o efeito tampão da mistura carbonato-ácido carbônico, dificultando altas flutuações do pH, mantendo em níveis específicos. Define-se então pH ácido quando há predominância de íons hidrogênio H^+ , básico quando há predominância de hidroxila OH^- , sendo que quando há equivalência entre esses íons é considerado neutro (PÁDUA, 2002).

A variação diária do pH é maior em águas com baixa alcalinidade, sendo que em viveiros de água doce o mínimo aceitável é de 20 mg.L^{-1} de $CaCO_3$ e em água salobra sempre maior que 50 mg.L^{-1} (PÁDUA, 2007).

A alcalinidade relaciona-se com a concentração de bases tituláveis na água, como os íons carbonatos e está ligada a capacidade da água manter o equilíbrio ácido-base, com a finalidade de controlar o pH e se associa ao tipo de solo e à origem da água (SALARO, 2006).

ROJAS et al (2001) avaliando a influência dos níveis de alcalinidade na sobrevivência e crescimento das larvas de Curimbatá (*Prochilodus lineatus*) nos tratamentos A, B e C com 15,76; 32,37 e 55,28 mg $CaCO_3/L$ respectivamente, observaram que a sobrevivência das larvas foi semelhante nos três tratamentos. E quanto a manutenção das larvas o tratamento B com valores médios de alcalinidade de $32,37 \pm 3,73\text{ mg } CaCO_3/L$ e de cálcio de $15,73 \pm 1,23\text{ mg } Ca^{+2}/L$ é recomendada, por proporcionar melhor desempenho em crescimento, expresso em comprimento total e em peso seco.

Avaliando larvas Tilápia do Nilo de *Oreochromis niloticus* ROJAS & ROCHA (2004) encontraram melhor crescimento total ($3,14 \pm 0,21$ cm), peso seco ($67,66 \pm 14,95$ mg), peso úmido ($415,40 \pm 90,75$ mg) e fator de condição relativo (1,043) quando o valor médio de alcalinidade foi de $32,58 \pm 5,64$ mg CaCO_3/L , que proporcionou valor de cálcio de $13,27 \pm 1,44$ mg Ca^{+2}/L .

c) *Temperatura*

A temperatura é um parâmetro físico fácil de ser analisado e é um dos principais limitantes em uma variedade de processos biológicos e influencia em fatores como, velocidade de reações químicas simples e também na distribuição ecológica de uma espécie animal (ARANA, 1997).

VIEIRA et al. (2008) consideram o nível de temperatura ótimo entre 25 e 28°C para a maioria das espécies, pois a mesma interfere em fatores como a solubilidade de gases, velocidade de reações químicas, metabolismo dos peixes e circulação de água.

A temperatura influencia no tratamento do viveiro, uma vez que em águas quentes os fertilizantes se dissolvem mais rápido, os biocidas atuam melhor, diminui a toxidez e a taxa de consumo de oxigênio é maior (MELO, 1998).

RIBEIRO (1997) relata que a radiação incidente na água se transforma em energia calorífica e nela se propaga através da condução. TAVARES (1999) acrescenta que a redistribuição do calor pela massa de água, que evita queda brusca de temperatura, é feito através do vento por promover turbulência na água.

KUBITZA (1999) enfoca que para determinar a viabilidade do cultivo de uma espécie é importante conhecer a faixa de temperaturas mínimas e máximas da água, e a exigência depende da espécie de peixe e fase (ovo, larva, pós-larva ou juvenil) de desenvolvimento em que se encontra.

CARNEIRO & MIKOS (2005) utilizando viveiros com temperatura média de $25,2 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$, para determinar se há diferença no ganho de peso, conversão alimentar e taxa de crescimento específico em espécies de jundiá com 1,88g, alimentados 1, 2, 3 e 4 vezes ao dia, não detectaram diferença significativa. No entanto, CANTON et al. (2007) comparando os mesmos parâmetros com essa espécie com peso médio inicial de 7,47g em temperatura média de $18,1 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ constataram que o ganho de peso e a taxa de crescimento apresentaram diferenças significativas entre os juvenis alimentados 1 a 4 vezes ao dia. Então, para esta espécie e a essa temperatura média da água, a alimentação de juvenis recomendada é de pelo menos 2 vezes ao dia. Isso demonstra a importância de analisar a espécie e a fase em que a mesma se encontra e suas exigências, quanto às influências de fatores ambientais, já que a mesma espécie apresentou diferenças significativas quando mantidas em temperaturas diferentes.

MEURER et al. (2005) considerando os níveis de arraçoamento de 1, 4, 7, 10, 13 e 16% do peso vivo para lambari do rabo amarelo (*Astyanax altiparanae*) e ração com 30% de proteína digestível e 3.000kcal.kg^{-1} de energia digestível e os parâmetros físico-químicos médios da água foram de $24,5^{\circ}\text{C}$; $25,1^{\circ}\text{C}$; $8,4\text{ mg.L}^{-1}$; 7,9 e 160, $9\mu\text{S.cm}^{-1}$, respectivamente, para temperaturas matutina e vespertina, oxigênio dissolvido, pH e condutividade, concluíram de acordo com os resultados obtidos que o melhor nível de arraçoamento para juvenis de lambari do rabo amarelo (*Astyanax altiparanae*) à temperatura média de 25°C é de 11,5% do peso vivo.

HAYASHI et al. (2004) analisando a faixa ideal de melhor desempenho de juvenil dessa mesma espécie, com água à temperatura média de $25,5^{\circ}\text{C}$, concluíram que a faixa ideal de alimentação foi de 4 vezes por dia, demonstrando a influência da temperatura no número e nível de arraçoamento diário para essa espécie.

Conforme relatam esses autores, a temperatura influencia na exigência e consumo de ração de acordo com a idade e espécie dos peixes, SALARO et al. (1999) e VIEIRA et al. (2008) salientam que o manejo alimentar dos peixes deve ser considerado de acordo com a mudança de temperatura, sendo que nos dias chuvosos, nublados ou muito frios deve ser reduzido ou até cessado o fornecimento de ração, pois peixes de clima tropical, por exemplo, diminuem o consumo quando a temperatura da água fica abaixo de 20°C.

ARANA (1997) cita em seu trabalho que em zona temperada as condições climáticas são mais favoráveis que em regiões frias tropicais, e a faixa térmica dos peixes de águas temperadas é de 4 a 25°C, dos peixes de águas frias 4 a 15°C e de águas de clima tropical de 25 a 35°C. Portanto, existe uma temperatura adequada para crescimento ótimo de determinada espécie. Enfatizando que a temperatura constante possibilita previsão adequada do comportamento dos animais, facilitando seu cultivo.

A medição da temperatura da água pode ser feita através de termômetro de mercúrio na escala Celsius ou através de um termistor, mais conveniente e mais preciso.

d) Transparência e turbidez

Na piscicultura a transparência é uma forma indireta de estimar o nível de eutrofização da água, e a determinação é feita utilizando Disco de Secchi (ESTEVES, 1998). Os valores de transparência para piscicultura tradicional estão entre 30 e 60cm e de 60 a 200cm para tanques redes, (Figura 2) sendo que valores abaixo do indicado podem ser ocasionados pelo excesso de peixes, plâncton, argila, matéria orgânica e outras substâncias (KUBITZA, 2003; SALARO et al., 2006). Portanto, a comunidade de plâncton e a qualidade do alimento natural para peixes planctófagos podem ser estimadas através da transparência da água (MELO, 1998).

CYRINO & KUBITZA (1996) afirmam que a turbidez está relacionada diretamente com a quantidade de partículas em suspensão e quando é resultado da presença de plâncton é desejável na água.

OKUMURA (2008) ressalta que dependendo das partículas podem provocar irritação branquial, e até mesmo infecções bacterianas locais, além disso, quando em excesso diminui a luminosidade do ambiente e nível de oxigênio, devido a prejuízos na realização do processo de fotossíntese, possibilitando aumento na temperatura da água pelo incremento da absorção calórica.

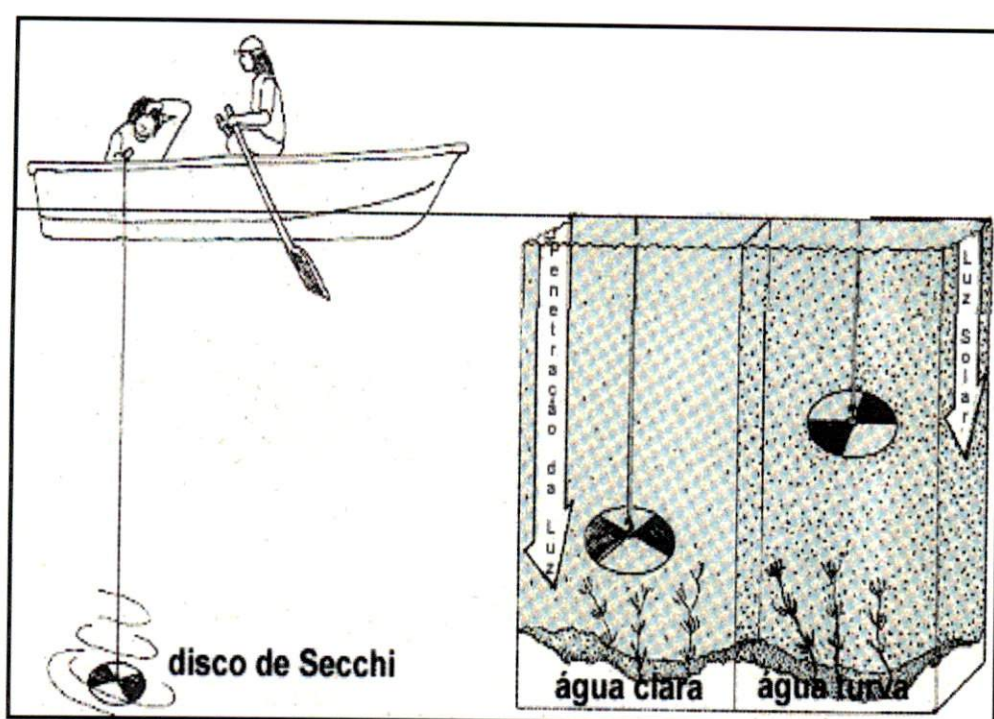


Figura 2. Disco de Secchi

Fonte: www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/secc.htm

e) Condutividade elétrica

De acordo com SILVA et al. (2008), a condutividade é uma importante indicadora de fontes de poluição do sistema, por se capaz de fornecer informações sobre o metabolismo.

MELO (1998) afirma que “a condutividade da água é a medida de sua habilidade em conduzir corrente elétrica”, e quando em baixa são pobres em substâncias eletrolíticas dissolvidas. RIBEIRO (1997) acrescenta que, valores altos indicam altas taxas de decomposição e a maior capacidade da água em conduzir eletricidade se dá quando há maior concentração iônica, sendo a faixa ideal entre 20 e 100 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$.

TOLEDO et al. (2003) em estudo sobre a avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros relatam que, os corpos d'águas adjacentes causam alterações na dinâmica do ecossistema devido ao aumento de nutrientes dissolvidos na água provenientes da adição de fertilizantes e uso de rações. Quanto ao pH, condutividade elétrica, turbidez e transparência houve diferenças significativas quando comparado a água do efluente e do reservatório ($p>0,05$) e quanto ao corpo d'água receptor as alterações não foram significativas, sendo necessário realizar mais pesquisas no setor.

f) Compostos Nitrogenados (Amônia, Nitrito e Nitrato)

A amônia (NH_3^+) é originada da decomposição da matéria orgânica, como restos de rações, fertilizantes, fezes dos peixes e decomposição microbiana. Sua forma não ionizada pode atingir concentrações tóxicas, pois se difunde facilmente através das membranas respiratórias causando danos ao epitélio branquial, dificultando as trocas gasosas entre o animal e a água (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; PIEDRAS et al., 2006).

MELO (1998) relata que a forma íon amônio (NH_4^+), quando não elevado, não oferece riscos de toxidez. A temperatura e o pH da água são responsáveis pela regulação da proporção das concentrações de amônia e íon amônio e quando o pH aumenta uma unidade, a amônia aumenta 10 vezes mais sua concentração. O nível tóxico da amônia situa-se entre 0,6 $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ e 2,0 $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$.

No entanto, em determinação da CL_{50} (concentração letal) com exposição de 96 horas a amônia não ionizada de larvas recém-eclodidas de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) PIEDRAS et al., (2006), constataram que as mesmas apresentaram mortalidade de 50% quando expostas durante esse período na concentração de $0,71 \text{ mg.L}^{-1} \text{ NH}_3^{+}\text{-N}$.

Quando avaliado a tolerância de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*) a concentrações crescentes de amônia na água, pode-se constatar que as concentrações de glicose plasmática e os níveis de amônia aumentaram proporcionalmente, comprovando que as larvas dessa espécie são tolerantes a altas concentrações de amônia na água (CAVERO et al., 2003). Levando-nos a relatar que a concentração letal da amônia vai depender da espécie, fase de desenvolvimento e condições ambientais nos sistemas de criação.

Considerando a excreção de peixes como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) rica em amônia, ISMIÑO-ORBE et al. (2003) realizaram um estudo para avaliar a taxa de excreção deste produto. Essa espécie apresentou de dois a cinco picos de atividade de excreção em período de 24 horas, aumentando até 10 vezes a taxa de excreção. O modelo de regressão linear utilizado demonstrou que 95,2% da taxa diária de excreção de amônia aumentou com a massa do peixe e diminuiu com o aumento da temperatura.

SALARO et al. (2006), relatam que nado sem coordenação, peixes trêmulos e quando capturados, não conseguem saltar, ficar de “barriga para cima” e queda no consumo de ração são sinais de intoxicação por amônia, SIPAÚBA-TAVARES (1994) acrescenta que causa elevação do pH sanguíneo, reduz a concentração interna de íons, aumenta o consumo de oxigênio nos tecidos e aumenta a suscetibilidade à doenças.

O nitrito é resultado da transformação de parte da amônia dos viveiros pela ação das bactérias *Nitrosomonas*, o mesmo é encontrado em grandes concentrações, porém,

só passa a ser tóxico para os peixes quando sua concentração na água fica acima de 0,5 mg.L⁻¹ (OSTRENSKY & BOEGER, 1998), podendo causar morte dos organismos por asfixia já que tem a capacidade de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo em meta-hemoglobina, tornando-a incapaz de transportar oxigênio (ARANA, 1997). No entanto, a intoxicação por nitrito pode ser minimizada através da adição de cloro na água (VIEIRA et al., 2008).

KUBITZA (1999) enfatiza que a bactéria *Nitrobacter* também participa do processo de nitrificação e quando o nível do oxigênio dissolvido estiver baixo, prejudica o desempenho dessa bactéria, e conseqüentemente, há acúmulo de nitrito na água.

ARANA (1997) define o nitrato como produto final da oxidação da amônia, e ocorre pela transformação da amônia em nitrito e deste em nitrato por ação das bactérias *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, respectivamente, desde que na presença de oxigênio, como descrito anteriormente.

g) Fósforo

Segundo SIPAÚBA-TAVARES (1994), o suprimento do fósforo regula a produtividade das águas naturais, pois é incorporado à cadeia alimentar, por ser nutriente essencial para a manutenção do plâncton. ESTEVES (1998) complementa a importância desse elemento no metabolismo dos seres vivos como fonte de armazenamento de energia e estruturação da membrana celular.

PÁDUA (2008) afirma que esse nutriente é encontrado nos sistemas aquáticos mais comumente sob a forma de ortofosfato, sendo a mais utilizada pelos vegetais, além disso, participa do metabolismo respiratório e fotossintético. A oxigenação da água é um fator que reduz a concentração do fósforo sendo, portanto, aconselhável utilizar aeradores quando este elemento estiver em níveis muito alto, com a finalidade de fixar

esse nutriente no sedimento e no substrato, através da adsorção ficando indisponível. Porém, deve-se considerar juntamente com ele a fixação de outros micronutrientes que permanecem no substrato.

A eutrofização de mananciais de água é acelerada pelo aumento na quantidade de fósforo adicionada, e apresenta estreita relação com o escoamento superficial deste elemento, em função da intensificação dos sistemas de produção de culturas e animais (SHICAKE et al., 2006). Portanto MANSOR (2008) enfoca que por esse nutriente ser limitante para o crescimento das algas, a melhor maneira de minimizar a eutrofização é controlar os níveis de P nas águas superficiais.

Em monitoramento de variáveis limnológicas na canaleta de abastecimento, meio e saída de água dos viveiros com e sem peixes, MINUCCI et al. (2005) analisando os valores de O₂D, condutividade elétrica, amônia, fósforo total e clorofila *a* observaram que houve diferenças quando comparados à água da canaleta e viveiro, sendo que a adubação (esterco de galinha, super fosfato simples e calagem) influenciou na amplitude de variação da concentração de amônia, fósforo total (7,3 a 276,6 µg.L⁻¹) e clorofila *a*. A presença ou não de peixes não diferiu quanto aos parâmetros, exceto para transparência, sendo as variáveis adequadas à criação do piaçu (*Leporinus macrocephalus*).

KUBITZA (2004) relata que o maior aporte de nutrientes e de material orgânico (via ração e fertilizantes) em condições de temperaturas da água de 25 e 35°C, depleção de N pelo excesso de fitoplâncton, estratificação da água e freqüente ocorrência de baixo oxigênio dissolvido, favorece o aparecimento de florações de cianobactérias e crescimento de actinomicetos resultando na ocorrência do off-flavor, que são odores/sabores indesejáveis adquiridos pelos peixes durante o cultivo, com mais freqüência nos cultivos intensivos.

Esse fator pode representar uma grande perda diária da produção alimentícia, resultando em prejuízo econômico e perda da confiabilidade de mercado consumidor, portanto deve se atentar para a manutenção dos níveis ideais ou toleráveis dos nutrientes na água, observando quaisquer alterações e se necessário realizar análises e correções dos níveis desses na água do viveiro.

h) Gás Carbônico (CO₂)

PÁDUA & FILHO (2008) relatam que o gás carbônico é encontrado em equilíbrio com os carbonatos e bicarbonatos nas águas naturais, porém fatores como a temperatura e pressão atmosférica quando elevadas, reduzem a capacidade de permanência desse elemento nas águas. E, quanto maior a concentração do CO₂, menor será a do oxigênio, o que influencia na presença de seres autótrofos (vegetais), e na formação do ácido carbônico que é o responsável pela redução do pH.

Na planície pantaneira, principalmente no rio Paraguai, ocorre o fenômeno da dequada, que resulta na diminuição da concentração de oxigênio e aumento do CO₂ resultantes da oxidação da matéria orgânica que entram em contato com a água no período chuvoso, prejudicando o desenvolvimento da piscicultura, principalmente em sistemas de tanque-rede (ROTTA, 2007).

2.4 EFLUENTES

A deterioração da qualidade da água é acelerada com a desnecessária incorporação de carbono, N e P no sistema, resultando em impactos no ambiente. Devido essa preocupação em alguns países estabeleceram uma regulamentação quanto aos níveis máximos de P-total, nitrogênio amoniacal, nitrito, DBO e DQO entre outros

parâmetros, sendo que no Brasil está regulamentado é válida para qualidade dos efluentes urbanos e industriais com tendência a expandir aos efluentes aquícultuais (KUBITZA, 1997).

CASTELLANI & BARRELLA (2006) avaliando a qualidade dos efluentes de pisciculturas através de características físicas e químicas, observaram que estes apresentaram características distintas das águas de abastecimento, apresentando maiores quantidades de nutrientes como fósforo total, amônia, nitrato e nitrogênio total, sendo que as pisciculturas de maior porte apresentaram maior impacto, provavelmente pela maior quantidade de ração utilizada.

Conforme relatos de PILLAY (1992) citado por MATOS et al. (2000) na aquícultura incluindo a piscicultura, os problemas estão relacionados principalmente quanto ao uso de corpos d'água, sedimentação e obstrução dos fluxos de água, hipernutrição e eutrofização, descarga de efluentes de viveiros/tanques e resíduos químicos utilizados nos diferentes tipos de cultivo.

Segundo SIPAÚBA-TAVARES et al. (1999) a coluna de água é enriquecida com material orgânico e inorgânico que resultam em problemas com aumento na produção bacteriana e demanda de oxigênio dissolvido durante o processo de decomposição, que pode ser amenizada aumentando o fluxo de água, reduzindo o tempo de residência e liberando a matéria orgânica e outros componentes que estejam alterando a qualidade da água.

No entanto, esse manejo estaria minimizando o impacto por diminuir a concentração desses componentes, mas ao mesmo tempo aumentaria a quantidade de efluentes, necessitando utilizar maior quantidade de recurso hídrico, contrapondo a política de conscientização da adoção de sistemas de criação com conservação ambiental.

Em avaliações da utilização de macrófitas aquáticas na remoção de nitrogênio e fósforo em efluentes de tanque de criação de tilápias do Nilo, HENRY-SILVA & CAMARGO (2006) concluíram a eficiência das mesmas, tornando possível a utilização do efluente tratado nas próprias atividades aquícolas.

MINUCCI (2001) observando os parâmetros da qualidade da água, em estudo realizado sobre influência da densidade populacional de Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em sistema semi-intensivo, demonstrou que esse fator não influencia significativamente na qualidade limnológica, com exceção da turbidez. E em relação a qualidade do efluente, viveiro e afluente, houve diferenças significativas quanto condutividade elétrica, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, fosfato inorgânico, clorofila, sendo estes mais homogêneos e menores no afluente e mais elevados e heterogêneos nos viveiros e efluentes. Portanto a densidade populacional deve ser considerada, já que altera a qualidade limnológica do efluente.

Em estudo sobre o impacto ambiental em sistema de consorciação de piscicultura e suinocultura, realizado por PALHARES et al. (2006) na região oeste de Santa Catarina, pode se observar que os resultados dos parâmetros de temperatura, pH e nitrato, não causavam problemas de impacto ambiental, já a concentração de oxigênio dissolvido apresentou-se abaixo do valor permitido em época de altas temperaturas e as concentrações de fósforo total e coliformes termotolerantes apresentaram acima do estipulado por lei. Portanto, torna-se necessário fazer mudanças no manejo e não descartar os efluentes do viveiro, uma vez que os valores foram comparados com o estipulado pela legislação e apresentaram-se alterados.

Em pesquisa para avaliar o efeito do manejo de viveiro sobre a alimentação, crescimento, produtividade, sobrevivência, qualidade da água e do efluente, durante a recria do tambaqui (*Colossoma macropomum*), SILVA et al. (2007) aplicaram três

diferentes tratamentos nos viveiro onde foram adicionados calagem e fertilizantes no primeiro (LimFer), calagem (Lim) no segundo e ainda um terceiro natural (Nat), fornecendo alimentação com 34% de PB, três vezes ao dia. Quando avaliado crescimento e produtividade não houve diferenças significativas. Já quanto a alcalinidade, dureza e CO₂, os viveiros LimFer e Lim apresentaram-se maiores. Quando comparado a qualidade do efluente quanto à demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, ortofosfato, amônia e nitrito, o efluente do tratamento LimFer apresentou-se significativamente maior, já que o crescimento e produtividade apresentaram-se similares entre os manejos, a fertilização deve ser evitada, uma vez que produz um efluente mais impactante.

Em trabalho realizado por PALHARES & CALIJURI (2004) em sistemas de pesque-pague com relação à qualidade do efluente, o mesmo apresentou concentrações de nitrito e fósforo total maiores que a indicada pelo corpo receptor. De acordo com o sistema de criação avaliado, onde os tanques são dispostos tipo “escada”, contendo apenas uma entrada e uma saída de água, concluiu-se que com sistema de tratamento simplificado é possível reduzir as concentrações de elementos impactantes.

Segundo PINHEIRO & BACK (1999) em trabalho sobre a influência das diferentes formas de manejo de adubação sobre a qualidade de efluentes de viveiros de peixes, onde foram realizado monitoramento de adubação, ração, dejetos de marrecos e suínos e na rizicultura, demonstraram que ocorreram alterações quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos quando comparado os níveis de coliformes fecais, turbidez, N-total, P-total, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais entre o efluente e afluente. Em que constatou-se que o sistema de adubação com ração é menos prejudicial à qualidade da água do que os sistemas utilizando dejetos orgânicos.

Em estudo para avaliação da qualidade da água quanto a variáveis limnológicas e a composição fitoplanctônica de viveiro, LACHI & SIPAÚBA-TAVARES (2008) verificaram que o mesmo apresentou elevada carga de nutrientes, altos teores de clorofila *a* e altos valores de condutividade elétrica, dureza totais e sólidos totais solúveis provenientes da descarga do viveiro anterior, tornando-se necessária reavaliação da utilização deste viveiro com a finalidade de irrigação, pelas condições eutróficas da água, presença de cianobactérias potencialmente tóxicas e manejo empregado.

PILARSKI et al. (2004) analisando amostras de músculo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) criadas viveiros fertilizados com dejetos de suínos, comparando com viveiro onde os peixes foram alimentados apenas com ração comercial. Observando a presença de bactérias e os parâmetros limnológicos dos dois tratamentos e os viveiros quando comparados o que foi fornecido ração comercial com os que foram fertilizados com dejetos de suínos, esses apresentaram efeito significativo, ou seja, houve alterações, mas em níveis toleráveis, sobre oxigênio dissolvido, turbidez, alcalinidade total e amônia. Isso se dá pelo aporte de matéria orgânica, mas conforme os resultados obtidos todos os viveiros se enquadram na classificação de águas interiores estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

ZANIBONI FILHO (1997) relata que existem várias alternativas para o tratamento do efluente da piscicultura, dentre elas o uso de lagoas aeradas, tratamento através de canteiros com macrófitas aquáticas, uso de lagoas de evaporação e até mesmo o uso agrícola da referida água residuária. ROSTON (1994) destaca o sistema de leitos cultivados com macrófitas aquáticas *Typha spp.* (Taboa), que podem ser utilizados como sistema de tratamento primário e secundário, bem como polimento terciário de efluente em sistema conjugado.

Os leitos cultivados contribuem para a manutenção da qualidade da água por atuar na remoção e retenção de nutrientes, no processamento da matéria orgânica e resíduos químicos e na redução da carga de sedimentos descartada nos corpos receptores. Conforme a água flui pelo substrato a vegetação forma uma barreira, diminuindo a velocidade do curso d'água rumo ao corpo receptor, possibilitando a precipitação dos sedimentos e poluentes, fazendo com que estes sejam capturados pela vegetação e em seguida metabolizados (CHERNICHARO, 2001).

ROQUETE PINTO (2007) ressalta como alternativa para tratamento de efluentes, a utilização de aguapé (*Eichhornia crassipes*), que é uma planta aquática flutuante com grande capacidade de proliferação, capaz de extrair os nutrientes necessários para sua sobrevivência e despoluir corpos d'água, filtrando material particulado através de suas raízes, inclusive absorvendo metais pesados como prata, chumbo, mercúrio, cádmio e outros. Também promove a oxigenação do corpo hídrico, feita tanto pela parte aérea quanto pela ação bioquímica das bactérias que compõem o complexo ecossistema das raízes.

Ainda de acordo com a autora essa planta possui vantagens por ser de baixo custo, remover simultaneamente substâncias tóxicas e metais pesados, além de possibilitar assimilação de algumas substâncias poluentes para reciclagem pela indústria, como o caso da prata. Porém por ser uma planta de grande capacidade de proliferação e grande resistência, deve ser feito o controle da área disponível através de cercas e recomenda que 70 plantas por m² seja o ideal. O excesso da planta pode ser retirado, feita a secagem e processamento para ser utilizado como adubo.

HUSSAR et al (2005) avaliando o desempenho de leitos cultivados no tratamento de água de escoamento de tanque de piscicultura através de experimento utilizando caixas de cimento-amianto, preenchidas com brita nº 3 e cultivadas macrófitas aquáticas

emergentes (*Typha* spp.) em sistema de monocultivo, observaram que reduções na turbidez e cor foram satisfatórias, pH apresentou-se favorável aos processos de nitrificação e desnitrificação e alcalinidade irrelevante. Já a redução do oxigênio dissolvido, associa-se à utilização pelo sistema radicular das macrófitas e desnitrificação, problema esse que pode ser solucionado através de mecanismos de aeração.

Quando HUSSAR et al (2004) avaliando a remoção de macronutrientes em caixas de cimento-amianto, preenchidas com brita nº 3 e cultivo de macrófitas emergentes (*Typha* spp.) observaram que, a remoção de Nitrogênio Total (36,15%) apresentou-se inferior a encontrada por outros autores, Fósforo Total (43,30%) foi satisfatória, já o Enxofre (28,20%), Cálcio (26,30%), Magnésio (16,20%) e Potássio (31,61%) apresentaram baixo desempenho do sistema de remoção.

Considerando a água como um fator limitante e requerido no processo de produção piscícola, onde ocorre a deposição de resíduos orgânicos e metabólicos nos viveiros, resultantes da adição de fertilizantes, excreção dos peixes e restos de ração, além de metabólicos e compostos nitrogenados e fosfatados que diluem no meio. CHAVES & SILVA (2006) atentaram para a importância da utilização de forma integrada da piscicultura com a agricultura irrigada, onde eles enfatizam as olerícolas por parecerem mais apropriadas, e conseqüentemente, esse sistema resulta em maior diversidade de produtos e melhor aproveitamento de recursos, pelo fato de produzir duas culturas com a mesma água.

PEREIRA et al (2003) comparando desempenho de produção de alface irrigada com efluente com água de poço tubular, observaram efeito significativo na interação substrato x água para matéria fresca da parte aérea, sendo então viável irrigar alface com efluente de piscicultura.

MAIA et al (2008) avaliando a interação entre os biofertilizantes e os tipos de água (efluente de viveiro e poço) encontraram resultados significativos quanto altura e diâmetro de alface sob a influência do efluente de viveiro de peixe.

Em estudo da eficiência de duas espécies de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*) no tratamento de efluentes de um viveiro de manutenção de reprodutores de camarões-canela (*Macrobrachium amazonicum*). HENRY-SILVA & CAMARGO (2008) observaram que as mesmas foram eficientes na remoção de nitrogênio e fósforo, não apresentando diferença significativa entre as duas espécies vegetais quanto a quantidade de nutrientes removidos.

Segundo ONO & KUBITZA (2003) é importante tomar algumas medidas de reaproveitamento da água de drenagem através da redução da emissão de efluentes que, ao mesmo tempo reduz a descarga de sólidos no ambiente natural, economiza com adubos e fertilizantes, diminui riscos de entrada de patógenos e promove a aceitação e valorização dos produtos, oriundo de um sistema de produção que integra produção e conservação ambiental.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A piscicultura é uma atividade que se encontra em plena expansão, principalmente pelo fato do peixe ser um alimento saudável e rico em nutrientes. Porém, uma das grandes dificuldades no cultivo dessas espécies é a manutenção da qualidade da água.

Para a implantação de um sistema de criação é importante atentar para a qualidade da água que abastece o viveiro, para que se faça a escolha correta da espécie que irá implantar no sistema de forma que não acarretará muitos custos de produção.

Torna-se importante a realização de trabalhos demonstrando a viabilidade na utilização de espécies que aproveitam a matéria orgânica em decomposição como alimento, sendo uma alternativa da diminuição dos impactos resultantes da piscicultura.

As rações e os fertilizantes têm sido considerados as principais fontes da deterioração da qualidade da água, no entanto, práticas de manejo adequadas e fornecimento de rações de boa qualidade diminuem essa influência impactante. Outra forma de amenizar a contaminação desses ambientes é a utilização desses efluentes de forma integrada em agricultura irrigada, como hortaliças em geral.

O produtor deve atentar para o manejo correto do sistema atentando para detalhes que influenciarão na qualidade e quantidade produzida, inclusive quanto ao número de peixes/m² para cada espécie, já que é um fator que irá influenciar a alteração limnológica na piscicultura.

4. LITERATURA CITADA

- ARANA, L.V. **Princípios Químicos de Qualidade da Água em Aquicultura**. Editora da UFSC. Florianópolis, 1997. 166 p.
- 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.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p. 25-43, 2004.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.
- CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSSI, D. M. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4. p.749-753, 2007.
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.187-191, 2005.
- CASTELLANI, D.; BARRELLA, W. Impactos da Atividade de Piscicultura na Bacia do Rio Ribeira de Iguape, SP – Brasil. **Boletim Instituto da Pesca**, v.32: p. 161-171, 2006.
- CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A. M. et al. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5. p 513-516, 2004.
- CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A., VOLPATO, G. **Dicas em Piscicultura: perguntas e respostas**. Botucatu, 2000. 247 p.
- CHAVES, S. W. P.; SILVA, I. J. O. **Integração da Piscicultura com a Agricultura Irrigada**. Thesis. São Paulo, 2006. Ano III, v.6, p 9-17.
- CYRINO, J. E. P.; KUBITZA, F. **Piscicultura**. Sebrae. Cuiabá, 1996. 82 p.
- CHERNICHARO, C. A. DE L. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. 2 ed.; Belo Horizonte, MG: UFMG: Projeto PROSAB; 2001, 544 p.
- EMBRAPA – Meio Ambiente. **Estratégias**. Disponível em: <www.cnpma.embrapa/projetos>. Acesso em: 04/04/2008.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª edição. Interciência. Rio de Janeiro, 1998. 602 p.
- GARUTTI, V. **Piscicultura Ecológica**. Unesp. São Paulo, 2003. 332 p.

- HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Eficiência de Macrófitas Aquáticas no Tratamento de Efluentes de Viveiro de Tilápia do Nilo. **Scientia Agrícola**, v.63, n.5, p.433-438, 2006.
- HUSSAR, G. J.; CONCEIÇÃO, C. H. Z.; PARADELA, A. L. et al. Uso de leitos cultivados de vazão subsuperficial na remoção de macronutrientes de efluentes de tanques de piscicultura. **Engenharia Ambiental**, v.1, n. 1, p. 025-034, 2004.
- HUSSAR, G. J.; PARADELA, A.L.; JONAS, T. C.; RODRIGUES, J. P. Tratamento da água de escoamento de tanque de piscicultura através de leitos cultivados de vazão subsuperficial: análise da qualidade física e química. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 046-059, 2005.
- INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO - CENTEC. **Piscicultura**. Edições Demócrito Rocha. Fortaleza, 2004. 72 p.
- ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, p.1243-1247, 2003.
- KUBITZA, F. "Off - flavor" nos peixes cultivados. **Panorama da Aqüicultura**. V. 14, n. 84, p. 15/25, 2004.
- KUBITZA, F. **Qualidade da Água na Produção de Peixes**. Jundiaí, 1999. 97 p.
- KUBITZA, F. Qualidade do Alimento, Qualidade da Água e Manejo Alimentar na Produção de Peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. USP. **Anais...** Piracicaba, 1997.
- LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da Água e Composição Fitoplanctônica de um Viveiro de Piscicultura Utilizado para Fins de Pesca Esportiva e Irrigação. **Boletim Instituto da Pesca**, v.34, p. 29-38, 2008.
- LOESCHNER, V. **Divulgação técnica SFA/MS**. Disponível em: <www.portalms.com.br>. Acesso em: 04/04/2008.
- LUCAS, M. A. **Espécies Comercializáveis e Dificuldades Quanto à Legislação da Atividade de Aqüicultura**. In: I Workshop sobre Qualidade de Água na Aqüicultura. CEPTA. Pirassununga, 2000. p. 77-81.
- MAIA, S. S. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; SILVA, F. N.; ALMEIDA, F. A. G. Efeito de efluente de viveiro de peixe na composição de biofertilizantes na cultura da alface. **Revista Verde**. V.3, n.2, p.36-43, 2008.

- MANSOR, M. T. C. **Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na Bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, Limeira-SP.** Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000357167>>. Acesso em: 25/10/2008.
- MATOS, A.C.; BOLL, M.G. ; TESTOLIN, G. **Qualidade da água de cultivo de peixes e a legislação.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUÍCULTURA, 11, 2000, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Simbraq, 2000. não paginado, CD – ROM.
- MELO, J. S. C. **Área e Construção de Viveiros na Piscicultura.** In: Textos Acadêmicos. UFLA/FAEPE. Lavras, 1998. p 5-42.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. et al. **Nível de Arraçoamento para Alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*).** **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.34, n.6, p.1835-1840, 2005.
- MINUCCI, L. V. **Análise das variáveis limnológicas da nascente ao efluente dos viveiros estocados com diferentes densidades de piaçu (*Leporinus macrocephalus*).** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU, Uberlândia, 2001. 98 p.
- MINUCCI, L. V.; PINESE, J. F.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Análise Limnológica de Sistema Semi-intensivo de Criação de *Leporinus macrocephalus* (Pisces, Anostomidae).** **Bioscience Journal,** v.21, n.1, p. 123-131, 2005.
- OSTRENKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura – Fundamentos e Técnicas de Manejo.** Agropecuária. Guaíba, 1998. 211 p.
- OKUMURA, M. P. M. **A Água Onde o Peixe Vive.** Uniban. São Paulo. Disponível em: <www.bichoonline.com.br/artigos/Xmp0001.html>. Acesso em: 28/04/2008.
- PÁDUA, H. B. **Águas com dureza e alcalinidade elevada.** Bonito, 2002. Disponível em: <www.jundiai.com.br/abrappesq/apostila_helcias.doc>. Acesso em: 04/07/2008.
- PÁDUA, H. B. **Alcalinidade, Condutividade e Salinidade em Sistemas Aquáticos.** Disponível em: <www.pisciculturfb.com/artigos>. Silvria, 2007. Acesso em: 09/04/2008.
- PÁDUA, H. B. **Principais Variáveis Físicas e Químicas da Água na Aquicultura.** In: I Workshop sobre Qualidade de Água na Aquicultura. CEPTA. Pirassununga, 2000. p. 17-23.
- PÁDUA, H. B. **Fosfato em Sistema Aquático.** In: IPAq, Instituto de Pesquisas em Aquicultura e Aquariologia. Disponível em: <www.ipaq.org.br>. Acesso em: 30/04/2008.

- PÁDUA, H. B.; FILHO, M. dos S. P. **Gás Carbônico - CO₂ em Sistemas Aquáticos.** In: IPAq, Instituto de Pesquisas em Aquicultura e Aquariologia. Disponível em: <www.ipaq.org.br> . Acesso em 30/04/2008.
- PALHARES, J. C.; MATTEI, R. M.; PAIVA, D. P. **Impacto Ambiental de um Sistema de Consorciação Piscicultura/Suinocultura Localizado no Oeste Catarinense.** Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/resultados/2005/suinos06.pdf>. Acesso em: 06/05/2008.
- PALHARES, J. C.; CALIJURI, M. do C. Monitoramento da Qualidade de Água Utilizada por um Pesque-pague no Município de Jaboticabal – SP. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Doc_Resumos, [2004]. CD-ROM. Aquacultura. AQUA-033.
- PEREIRA, E. W. L.; AZEVEDO, C. M. S. B.; FILHO, J. L.; DUDA, G. P. Utilização de viveiro de peixes na irrigação de alface cultivada em diferentes tipos de substrato. **Caatinga**, v. 16, p. 57-62, Mossoró, 2003.
- PIEDRAS, S. R. N.; POUEY, J. L. O. F.; MORAES, P. R. R., et al. Lethal Concentration (CL50) of un-ionized Amônia for Pejerrey Larvae in Acute Exposure. **Sciencia Agricola**, v.63, n.2, p.184-186, 2006.
- PILARSKI, F.; TOMAZELLI JÚNIOR, O.; CASACA, J. M., et al. Consórcio suíno-peixe: aspectos ambientais e qualidade do pescado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v 33, n.2, p.267-276, 2004.
- PINHEIRO, A.; BACK, C. N. **Influência do Manejo sobre a Qualidade das Águas Efluentes dos Viveiros de Peixes.** In: Resumos do VII Congresso Brasileiro de Limnologia. Florianópolis, 1999. Disponível em: <www.geocities.com/acquapiscis/armaneflu.html>. Acesso em: 08/05/2008.
- QUEIROZ, J. F.; SILVEIRA, M. P. **Recomendações Práticas para Melhorar a Qualidade da Água e dos Efluentes dos Viveiros de Aquicultura.** Embrapa. Jaguariúna, 2006. 14 p. Disponível em: <www.cnpma.embrapa.br/public/conta.php3?flag=105>. Acesso em: 25/04/2008.
- RIBEIRO, R. P. **Ambiente e Água Para a Piscicultura.** In: I Workshop Internacional de Aquicultura. São Paulo, 1997.
- ROCHA, D. **Aquicultura e Ranicultura: a água utilizada na piscicultura.** Publicado: 16/05/2007. Disponível em: <www.zootecniabrasil.com.br/sistema/modules/wfsection/article.php?articleid=17 - 18k ->. Acesso em: 22/06/2008.
- ROJAS, N. E. T; ROCHA, O. AMARAL, J. A. B. O efeito da alcalinidade da água sobre a sobrevivência e o crescimento das larvas do Curimatá, *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae), mantidas em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca.** Nº 27 p.155 - 162, São Paulo, 2001.

- ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 26, n.º. 2, , p. 163-167, 2004
- ROSSO, F. L.; BOLNER, K. C. S.; BALDISSEROTTO, B. Ion fluxes in silver catfish (*Rhamdia quelen*) juveniles exposed to different dissolved oxygen levels. *Sociedade Brasileira de Ictiologia*, v.4, n.4, p.435-440, 2006.
- ROSTON, D. M. Uso de várzeas artificiais para tratamento de efluente de tanque séptico. Anais: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Nº 94, p.7-210, Campinas, 1994.
- ROTTA, M. A. A Piscicultura em Tanque-rede como Alternativa no Pantanal. Disponível em: <www.reefbrazil.org>. Publicado em 31/07/2007. Acesso em: 30/04/2008.
- ROQUETE PINTO, C. L. Uso do Aguapé: um Sistema Integrado Para o Tratamento de Efluentes e Aproveitamento da Biomassa. Disponível em: <<http://viversustentavel.wordpress.com/2007/07/01/aguape-tratamento-de-efluentes-e-biomassa/>>. Publicado em 01/07/2007. Acesso em: 05/10/2008.
- SALARO, A. L.; OKANO, W. Y.; ZUANON, J. A. S. et al. Qualidade da Água na Criação de Peixes. In: Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. FEP MVZ Editora. Belo Horizonte, 1999. p. 1-8.
- SCHMIDT, A. A. P. Piscicultura: A Fonte Divertida de Proteínas. 2ª edição. Ícone. São Paulo, 1988. 88 p.
- SILAPAJARN, O.; BOYD, C. E. Effects of channel catfish farming on water quality and flow in an Alabama Stream. *Reviews in Fisheries Science*, v. 13, p.1-32, 2005.
- SILVA, V. K.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. Qualidade da Água na Piscicultura. Disponível em: <www.editora.ufba.br/BolExtensao/pdfBE/bol_94.pdf>. Acesso em: 30/04/2008.
- SILVA, A. M. D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.5, p.733-740, 2007.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. Boletim técnico n. 1. Funep. UNESP, 1994. 70 p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; MORAES, M.A.G.; BRAGA, F.M.S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. *Revista Brasileira de Biologia*, v.59, n.4, p.543-551, 1999.
- SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHNOW, L. I. Produção animal, manejo de fósforo e qualidade da água no Brasil: opções para o futuro. *Scientia Agricola*, v.63, n.2, p.194-209, 2006.

- SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHNOW, L. I. Produção animal, manejo de fósforo e qualidade da água no Brasil: opções para o futuro. **Scientia Agricola**, v.63, n.2, p.194-209, 2006.
- SCORVO FILHO, J. D. **O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências.** In: Zootec – Zootecnia e o Agronegócio. Brasília, 2004. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/agronegocio_aquicultura.pdf>. Acesso em: 02/07/2008.
- TIAGO, G. G; GIANESELLA, S. M. F. O uso da água pela aquicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. Aprovado em 30/07/03. **Boletim do Instituto de Pesca**, 29(1): p.1-7, 2003.
- TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K. F. et al. Avaliação do Impacto Ambiental Causado por Efluentes de Viveiros da Estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.2, n.1. p.13-31, 2003.
- TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D. Parâmetros físico-químico da Água em Viveiros da Estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.1, n.3. 9 p.,2001.
- VIEIRA, J. S.; GOMIERO, J. S. G.; DIONÍZIO, M. A. et al. **Aspectos Gerais da Piscicultura.** In Boletim de Extensão. Editora Ufla. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/bolExtensao/pdfBE/bol_04.pdf>. Acesso em: 25/04/2008. 28 p.
- ZANIBONI-FILHO, E. O desenvolvimento da Piscicultura Brasileira sem a Deterioração da Qualidade da Água. **Revista Brasileira de Biologia**, n.57, p. 3-9, 1997.
- ZHOU, H.Y.; CHEUNG, R. Y. H.; WONG, M. H. Bioaccumulation of organochlorines in freshwater fish with different feeding modes cultured in treated wastewater. **Water Resource**, v.33, n.12, p.2747-2756, 1999.