

**Avaliação da qualidade de água de tanques de piscicultura por meio de  
parâmetros químicos e biológicos**  
**Evaluation of water quality of pisciculture tanks by mean of physical-chemical  
and biological parameters**

JULIANA CECCON VOLL. Graduada em Ciências Biológicas pela UNINGÁ.  
LUCIANA SEGURA DE ANDRADE. Professora Mestre do Curso de Ciências  
Biológicas da Faculdade UNINGÁ.  
JULIANA MASSARIM. Graduada em Ciências Biológicas pela UNINGÁ.

Dados da autora responsável: JULIANA CECCON VOLL. Rua Pioneiro João Zavatine, 1589, Bairro Residencial Copacabana, Cep 87023-430, Maringá-PR-Brasil, e-mail:jpcecon@yahoo.com.br.

**RESUMO**

Este trabalho foi realizado entre abril e agosto de 2007, em uma piscicultura da cidade de Munhoz de Melo, Paraná. Para avaliação da qualidade de água utilizou-se como ferramenta a densidade de moluscos bioindicadores e testes químicos nos tanques de cultivo da estufa e produção, no efluente comum destes e no local de captação da água dos tanques. Com exceção da amônia para o tanque da estufa (1,2 mg/L), os valores obtidos para pH (7,2-8,6), amônia (0,0-1,2 mg/L), dureza carbonatada (40 – 70 mg/L), dureza geral (60 – 100 mg/L) e nitrito (0,0 - 0,8 mg/L) não apresentam alterações significativas que possam indicar impacto ambiental no sistema de cultivo empregado e sobre o corpo d'água receptor de efluente, pois, estes valores, encontram-se dentro dos limites máximos estabelecidos por lei. No tanque da estufa, onde se verificou a presença de bioindicadores, a concha de um representante de cada espécie foi coletada para classificação taxonômica. Foram identificados os gêneros *Melanooides*, *Pomacea* e *Biomphalaria*. Acredita-se que estes organismos sejam tolerantes às baixas concentrações de oxigênio provocadas por matéria orgânica presente em quantidades excessivas na água. Portanto a presença de moluscos neste tanque indica um possível desequilíbrio do meio, mas não implica em um impacto relevante.

**Palavras-chave:** Qualidade de água. Efluentes de Piscicultura. Bioindicadores.

**ABSTRACT**

This work was realized between April and August of 2007, in a pisciculture in the city of Munhoz de Melo, Paraná. For the evaluation of the water quality bioindicators mollusks density was used as a tool, as well chemical tests in the cultivation tanks (hothouse and production), in the effluent and in the capitation place of the water that goes to the tanks. Except by the ammonia for the tank of the hothouse (1.2 mg/L), the values obtained for pH (7.2-8.6), ammonia (0.0-1.2 mg/L), carbonate hardness (40-70 mg/L), general hardness (60-100 mg/L) and nitrite (0.0-0.8 mg/L) do not point to significative alterations that can indicate ambiental impact in the used cultivation system and in the body of water receptor of effluents since they are inside the limits found at law. At the tank of the hothouse, the only one where the presence of bioindicators were observed, the shell of a representant of each specie was collected for taxonomic classification. It was identficated the genus *Melanooides*, *Pomacea* and *Biomphalaria*. It is believed that these organisms are tolerant to low oxygen concentrations that are caused by the organic matter that are present in excessive quantity in water. Therefore the presence of mollusks in this tank indicates a possible unbalance of the aquatic ecosystem, but it doesn't imply in a significative impact.

**Key-words:** Water quality. Pisciculture effluent. Bioindicators.

**INTRODUÇÃO**

A água é um mineral que pode ser encontrado no estado líquido, gasoso e sólido e devido às suas propriedades físicas não se encontra pura na natureza, mas sim como uma dissolução de elementos químicos em diferentes tipos de concentrações. Essas características propiciam a vida e influenciam no desenvolvimento e biodiversidade dos organismos aquáticos (TUCCI, 2002).

Dentre os recursos naturais, a água é indubitavelmente o mais utilizado, considerado indispensável e insubstituível para a sobrevivência dos seres vivos. A disponibilidade de água doce no planeta, embora aparentemente abundante, é limitada. O total de água doce no mundo é de 2,5%, desses, 68,9% constituem as calotas polares e geleiras que cobrem cumes de montanhas, 29,9% estão presentes nas águas doces subterrâneas, 0,9% compõem a umidade de solo e água de pântanos e cerca de 0,3% formam os rios e lagos. As águas salgadas constituem 97,5% da água total no mundo, que formam os oceanos (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2002). Como se pode observar, a disponibilidade de água doce é extremamente baixa. Embora esta condição caracterize um problema sério, a utilização desse recurso natural, que é renovável, porém finito, não dispõe de um controle rigoroso e um uso racional, capazes de evitar uma possível escassez de água e solucionar problemas vinculados à sua poluição e grande demanda. Entretanto nos últimos anos esses problemas receberam uma atenção especial, já que devido ao rápido crescimento populacional, as demandas por recursos hídricos estão cada vez maiores.

Segundo Tundisi (1999) e Straskraba e Tundisi (1999), a deterioração dos recursos hídricos está vinculada principalmente às múltiplas atividades humanas, tais como a expansão industrial e agrícola, que de forma intensificada se desenvolveram próximas às bacias hidrográficas do planeta. Contribuição extra, o aumento da população humana e sua distribuição irregular, aliados ao rápido desenvolvimento industrial e agrícola, comprometem a disponibilidade de água para vários fins. Tal degradação não apenas ameaça a disponibilidade de água e sua qualidade para o homem, como também coloca em risco a vida de todos os animais que dependem direta ou indiretamente desses ecossistemas.

De acordo com Branco (1970), a poluição é caracterizada, ecologicamente, por alterações químicas e físicas do meio, tornando-o impróprio à vida de muitas espécies ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de outras. A poluição além de destruir a vida de organismos desajusta o equilíbrio ou ciclo biológico pré-existente no ambiente afetado e conseqüentemente nos ambientes vizinhos ou que com ele realizam troca de materiais, gerando um outro equilíbrio ou ciclo. A constituição desses novos ciclos se refere ao desaparecimento das condições de desenvolvimento normal da flora e fauna primitivas e o aparecimento de novas condições que favorecem o surgimento de uma nova fauna e flora instáveis.

Efluentes líquidos de atividade piscícola geram problemas como elevação de temperatura, aumento da deposição de resíduos sólidos, aumento de matéria orgânica e conseqüente alteração de pH. Estes fatores desencadeiam uma série de desequilíbrios que alteram a estabilidade do ecossistema, dentre estes se podem citar: (1) a elevação de temperatura contribui para que ocorram reações químicas que potencializam ações tóxicas e/ou alteram o estado físico da água, como por exemplo, diminuição na concentração de oxigênio dissolvido que diminui a viscosidade do ambiente, este mesmo ambiente poderá se tornar ainda mais degradado com a deposição de resíduos sólidos, que ocasionará assoreamento com possível soterramento de organismos ou impossibilitando reações fotossintetizantes (devido à turbidez) e favorecendo o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas; (2) quando estes efluentes alteram pH e coloração da água, a mesma fica impossibilitada de ser utilizada tanto para consumo quanto para irrigação agrícola, uma vez que a disponibilidade ou não de íons  $H^+$  livres podem aumentar a toxicidade de compostos, afetando diretamente a fauna local e saúde

humana (MCDONALD; HOBE; WOOD, 1980; ESTEVES, 1988; LAMPERT; SOMMER, 1997; MOREIRA et al., 2001; LOPES; SILVA; BALSISSEOTTO, 2001; RANZINI-PAIVA; TAKEMOTO; LIZAMA, 2004).

Atualmente, para avaliar a qualidade de água em atividades de aquicultura e principalmente o impacto ambiental gerado pelos seus efluentes, além da avaliação física e química, vêm sendo utilizados indicadores ambientais, que são capazes de detectar níveis diferenciados de carga orgânica e acumular metais pesados denunciando a presença destes no seu habitat. Os indicadores ambientais ou bioindicadores são organismos ou comunidades de organismos que reagem de forma específica as alterações ambientais, ou seja, são capazes de modificar suas funções vitais normais ou sua composição química em resposta a tais alterações. O papel dos bioindicadores na avaliação dos efeitos da poluição é fundamental, uma vez que a compreensão humana da amplitude dos danos ecológicos é parcial, mesmo que para isso esforços científicos estejam incluídos, conseqüentemente nossa contribuição para amenizar ou até mesmo solucionar o problema é limitada. Um grande número de estudos tem sido desenvolvido na área, principalmente nos países Europeus, onde, inclusive, iniciaram-se as pesquisas com espécies indicadoras, e os resultados obtidos comprovam a eficácia do uso de bioindicadores na avaliação do impacto da poluição sobre diferentes ecossistemas (KLUMPP et al., 2001; GOULART; CALLISTO, 2003; SILVEIRA, 2004; CALLISTO; MORENO, 2006).

Este trabalho teve como finalidade a avaliação da qualidade de água em tanques de piscicultura e do efluente comum a todos eles, a fim de identificar possíveis impactos ambientais. Esta avaliação envolveu a leitura de resultados obtidos através de testes químicos realizados no efluente antes de sua descarga, na captação da água e em dois diferentes tanques da piscicultura, bem como a observação da presença de organismos bioindicadores, sua contagem e identificação.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado em abril de 2007, em uma piscicultura da cidade Munhoz de Mello, Paraná. A estação produtora (Figura 1) possui 52 tanques de alevinagem e produção de peixes, totalizando aproximadamente 60.000 m<sup>2</sup> de lamina d'água.

A qualidade da água foi avaliada por meio de testes químicos da marca Hagen teste Freshwater Master Test Kit, mensurando dados de nitrito, amônia, pH, dureza geral e carbonatada, em dois diferentes tanques de cultivo (tanque de produção e tanque da estufa), no local de captação da água que vai para os tanques e nos efluentes destes (Figura 2). Para os testes foram utilizados kits comerciais, portanto não houve repetição na coleta de dados. A água foi coletada por meio de recipientes apropriados e analisada no próprio campo da coleta.

Para avaliação da qualidade de água também foram realizadas observações de presença e contagem de organismos bioindicadores. Para a contagem foi demarcada uma área de um metro quadrado em três diferentes pontos dos tanques, na ocorrência de animais, conchas vazias foram coletadas para fazer a identificação dos gêneros.



**Figura 1.** Vista geral da Piscicultura Piracema- Munhoz de Mello – PR.  
Fonte: (PISCICULTURA...,online 2007).



**Figura 2.** Vista geral dos pontos de coleta de água. 1 (Captação de água); 2 (Tanque de produção); 3 (Efluente); 4 (Tanque da estufa).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### FATORES FÍSICO-QUÍMICOS:

Os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados na água dos tanques de piscicultura estão apresentados nas tabelas 1 e 2. As análises foram determinadas em condições de tempo bom com a temperatura da água em média 19°C.

**Tabela 1** – Características físico-químicas da água em 29/04/2007 com temperatura da água igual a 20°C.

Ponto da coleta	pH	Dureza carbonatada (mg/L)	Dureza geral (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)
Captação	7,2	40	80	0,6	0,0
Tanque de produção	8,6	70	100	1,2	0,1
Efluente	7,4	50	60	0,0	0,0
Tanque da estufa	7,6	40	60	0,0	0,0

**Tabela 2** – Características físico-químicas da água em 04/08/2007 com temperatura da água igual a 18°C

Ponto da coleta	pH	Dureza carbonatada (mg/L)	Dureza geral (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)
Captação	7,2	40	60	0	0,0
Tanque de produção	7,4	60	60	0,6	0,1
Efluente	7,4	70	80	0	0,1
Tanque da estufa	7,4	70	80	0,6	0,8

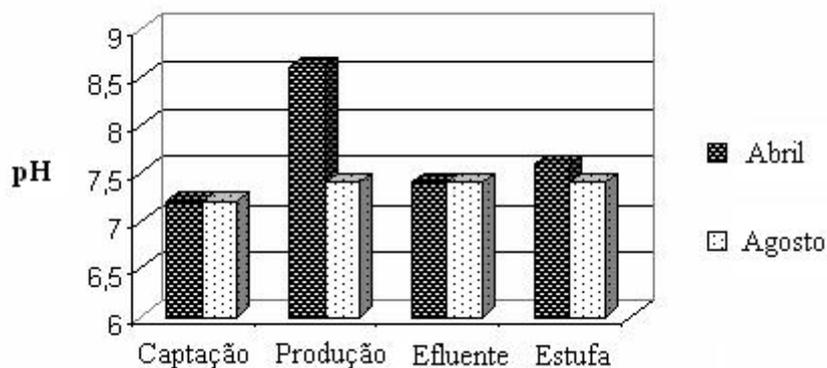
Na caracterização da água dos viveiros utilizou-se a classe 2 e 3 da Resolução CONAMA 20 de 1986 Brasil (2004), que estabelece valores para águas destinadas (Tabela 3), dentre vários fins de utilização humana, à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

**Tabela 3** – Valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 20.

Parâmetros químicos	Limites máximos permitidos
pH	6,0 a 9,0
Amônia não ionizável	0,02 mg/l NH <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Nitrito	1,0 mg/l N

Fonte: CONAMA Nº 20 (BRASIL, 1986).

O maior valor de pH (8,6) ocorreu no mês de abril no tanque de produção (Figura 3), o qual se mostrou relativamente mais alto do que o valor encontrado neste mesmo tanque no mês de agosto e do que os valores encontrados nos outros pontos em ambos os meses. Para os demais os valores de pH variaram entre 7,2 e 7,6 (Tabelas 1 e 2).



**Figura 3.** Valores obtidos para pH em diferentes pontos de coleta, nos meses de abril e agosto de 2007.

De acordo com Castellani e Barrella (2006), em pesquisa realizada com várias pisciculturas, o pH da água dos viveiros é corrigido com a prática da calagem (tratamento à base de  $\text{CaCO}_3$ , que tem como finalidade neutralizar o pH e eliminar algas que em dias curtos realizam pouca fotossíntese e consomem mais oxigênio, deplecionando a quantidade deste gás para os peixes), e a qualidade da água do viveiro é melhorada com a instalação de aeradores. O alto valor de pH encontrado no mês de abril se deve provavelmente à calagem realizada antes do inverno, uma vez que o calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) reage com os íons  $\text{H}^+$  presentes na água, aumentando o valor do pH (RICKLEFS, 2003).

Como mencionado anteriormente, o pH depende da quantidade de calcário dissolvido na água. Não existe, porém, uma relação direta somente entre pH e dureza carbonatada, uma vez que o pH depende também da quantidade de  $\text{CO}_2$  dissolvido na água (CASTAGNOLLI, 1986). Através dos valores obtidos de pH e dureza carbonatada (Tabelas 1 e 2), podemos estimar a quantidade de  $\text{CO}_2$  através de uma tabela de correlação pH- $\text{CO}_2$ -KH (PÁDUA e FILHO, *online*, 2007). Os valores estimados de  $\text{CO}_2$  constam na Tabela 3.

**Tabela 4** – Valores estimados para concentrações de  $\text{CO}_2$  nos tanques (valores aproximados).

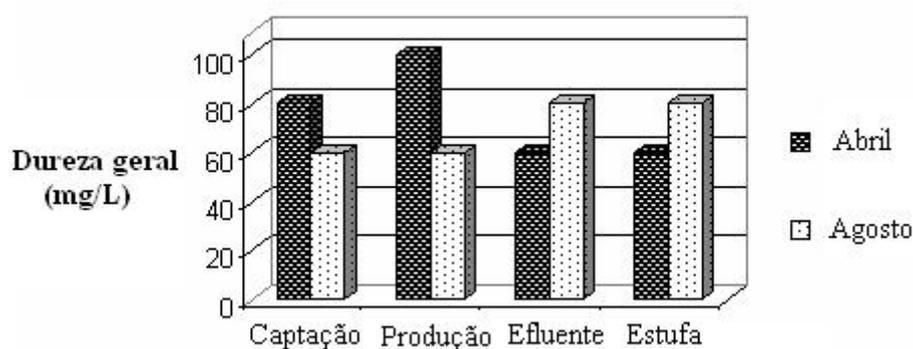
Ponto de coleta	Mês	$\text{CO}_2$ (ppm)
Captação	Abril	4,2
	Agosto	4,2
Tanque de produção	Abril	0,3
	Agosto	4,0
Efluente	Abril	3,3
	Agosto	3,9
Tanque da estufa	Abril	4,6
	Agosto	4,6

As concentrações de  $\text{CO}_2$  (Tabela 4) mostraram-se baixas para todos os pontos de coleta, portanto não existe risco de intoxicação para os peixes. No entanto as concentrações baixas de  $\text{CO}_2$  influenciam na produtividade primária (PÁDUA e FILHO, *online*, 2007). A diferença entre os valores da dureza geral (Figura 4, Tabelas 1 e 2) e carbonatada (Figura 6, Tabelas 1 e 2) mostram a presença de íons cálcio e magnésio. Somente no tanque de produção no mês de agosto foram encontrados valores

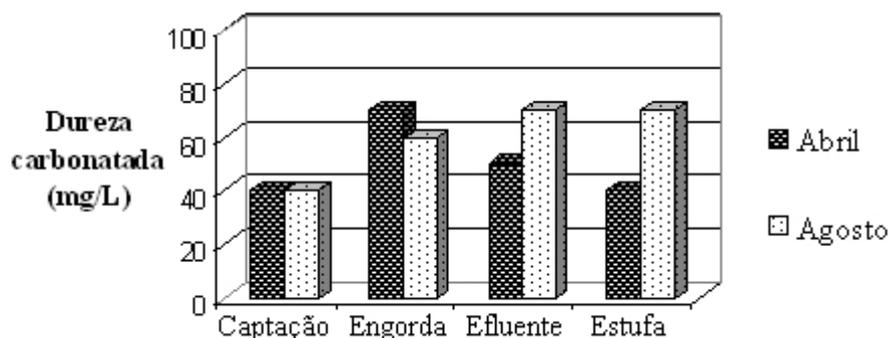
equivalentes para dureza carbonatada e geral, provavelmente indicando a ausência de íons magnésio e cálcio neste ponto.

Os resultados mais baixos encontrados para a dureza carbonatada ocorreram na captação (Figura 5), e se mantiveram constantes para o mês de abril e agosto. Todos os outros pontos sofreram variação da dureza carbonatada em função dos meses. O tanque de produção apresentou um pequeno decréscimo de sua dureza em agosto em relação ao mês de abril, enquanto o efluente e o tanque da estufa tiveram um acréscimo ao longo dos meses. Os maiores valores obtidos para dureza carbonatada no tanque de produção, efluente e tanque da estufa, em relação a captação possivelmente se devem à aplicação de calagem nos tanques.

Os valores de dureza carbonatada (Tabelas 1 e 2) obtidos em todos os pontos para os dois meses (40 – 70 mg/L) encontraram-se acima do valor mínimo desejável, que é de 20 mg/L, embora valores entre 200-300 mg/L sejam os mais indicados (MOREIRA et al.,2001).



**Figura 4.** Resultados obtidos para dureza geral nos diferentes pontos de coleta, nos meses de abril e agosto de 2007.



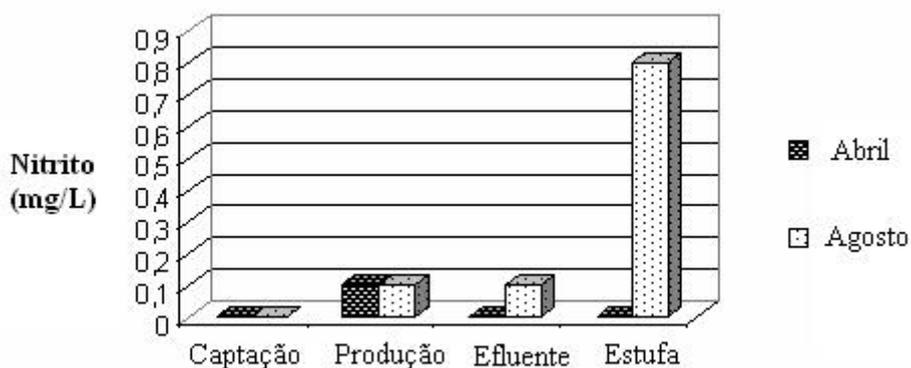
**Figura 5.** Resultados obtidos para dureza carbonatada nos diferentes pontos de coleta, nos meses de abril e agosto de 2007.

O valor obtido para a concentração de amônia no tanque de produção no mês de abril apresentou-se elevado em relação aos outros pontos (Figura 7), o que pode estar relacionado à quantidade de alimentos que é fornecida aos peixes. Neste mês, por ser verão, a quantidade de peixes é maior, portanto haverá mais alimento. Segundo Castellani (2002, apud CASTELLANI e BARRELLA 2006) o teor de nutrientes na água ocorre provavelmente devido ao excesso de ração, que consequentemente aumenta a concentração de compostos nitrogenados e fosfatados, podendo causar a degradação da qualidade de água. Após o inverno a quantidade de peixes é limitada, diminuindo a excreção. Este fato pode explicar o valor da concentração de amônia mais baixa para o mês de agosto no mesmo tanque. O alto valor obtido para a concentração de amônia no tanque da estufa do mês de agosto pode estar relacionado com a chegada do inverno,

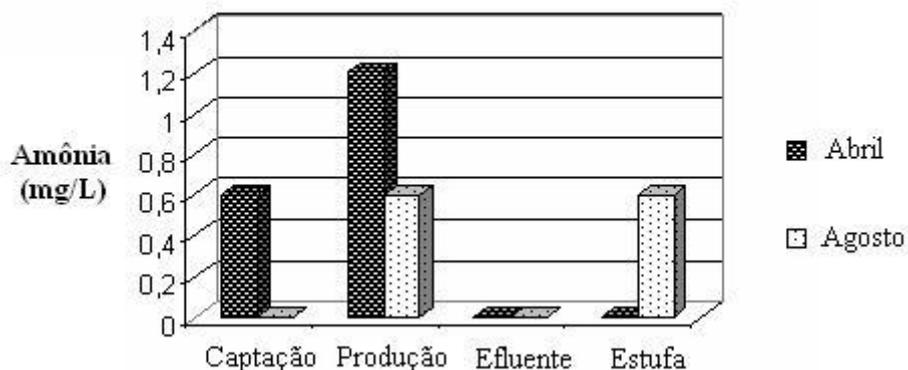
onde a quantidade de peixes nesse tanque é aumentada para evitar a mortalidade provocada pelas temperaturas mais baixas.

Piedras et al. (2006) citando vários autores que realizaram testes de toxicidade aguda da amônia não ionizada, mostram que as concentrações consideradas tóxicas para essas formas intermediárias do nitrogênio diferem para tamanho do peixe, estágio de desenvolvimento e espécie. Abdalla e Macnabb (1998 apud PIEDRAS et al., 2006) afirmam que a concentração letal de amônia não ionizada em exposição aguda para peixes varia entre 0,32 e 3,1 mg/L, porém o tamanho dos peixes influencia no nível de toxicidade, sendo que peixes menores recebem maior dosagem por unidade de peso do que peixes maiores, portanto são mais suscetíveis à toxicidade da amônia não ionizada, fato que pode explicar a diferença entre os resultados obtidos pelos diversos autores.

O maior valor obtido para a concentração de nitrito ocorreu no tanque da estufa, no mês de agosto, visivelmente (e preocupante) maior em relação aos demais pontos nos meses de abril e agosto (Figura 6). Os resultados nos demais pontos não apresentaram variações relevantes. As concentrações elevadas de nitrito na água podem ser resultantes do baixo teor de oxigênio dissolvido, temperatura e pH alto. A quantidade de animais em viveiros também pode elevar a concentração da amônia, devido ao excesso de alimentos e excreções. Quando em condições normais a amônia é transformada em nitrito e este por sua vez é transformado em nitrato, porém essa transformação não ocorre devido às baixas concentrações de oxigênio, o que pode elevar a quantidade de nitrito e amônia na água (RANZANI-PAIVA et al, 2004). No entanto, apesar das variações nos valores obtidos para nitrito, amônia (com exceção do tanque de produção do mês de abril onde a concentração de amônia ultrapassa 1,0 mg/l) e pH, estes se enquadram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 20 (BRASIL,1986).



**Figura 6.** Concentrações de nitrito nos diferentes pontos de coleta, nos meses de abril e agosto de 2007.



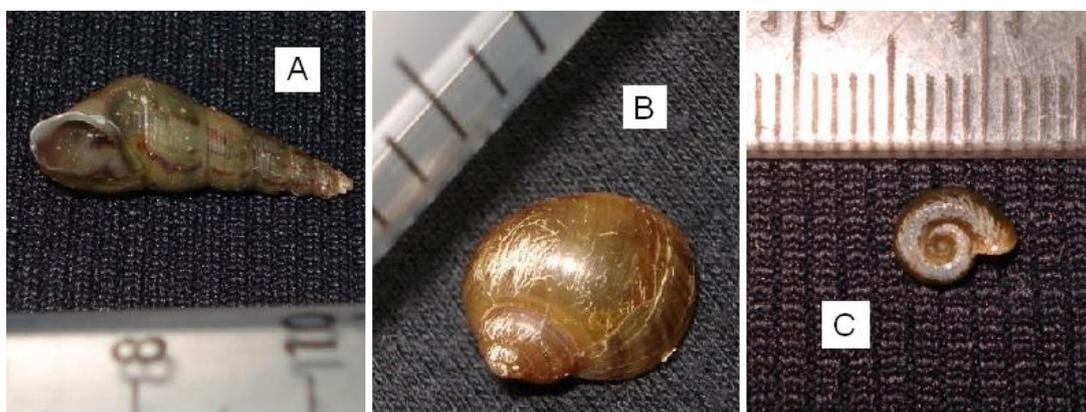
**Figura 7.** Concentrações de amônia nos diferentes pontos de coleta, nos meses de abril e agosto de 2007.

#### **VARIÁVEIS BIÓTICAS:**

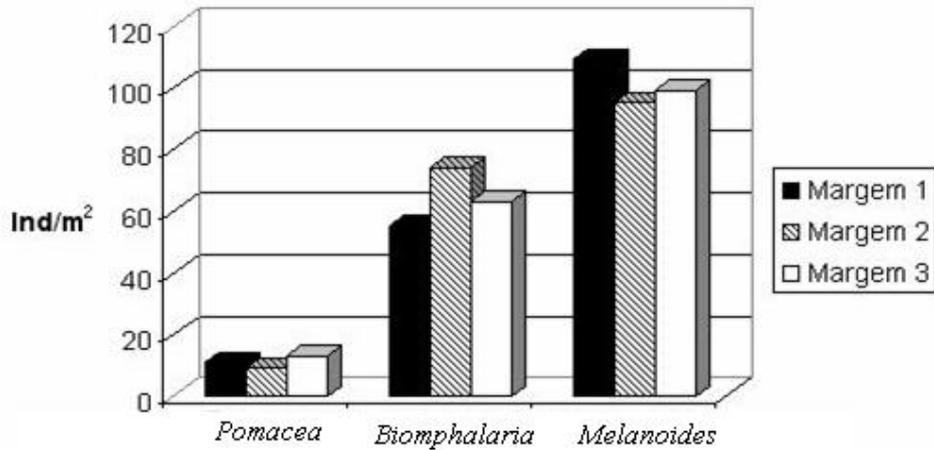
A comunidade de macroinvertebrados bentônicos encontrados no tanque da estufa foi composta por três gêneros (*Pomacea*, *Biomphalaria* e *Melanoides*) de uma classe (Gastropoda) e de um Filo (Mollusca), conforme mostrados na figura 8 e tabela 4. Os organismos indicadores foram encontrados apenas no tanque da estufa da coleta do mês de agosto 2007, nos demais pontos não foi observada a presença dos mesmos. Os resultados de densidade estão apresentados na figura 9. Considerando todos os pontos de coletas (Figura 10) foram contados 528 indivíduos, sendo a maior porcentagem para os indivíduos do Gênero *Melanoides* (57,39%), a menor porcentagem para o Gênero *Pomacea* (6,25%) e para o Gênero *Biomphalaria* (36,36%) (Tabela 5). O gênero *Melanoides* apresentou-se com maior frequência nos três pontos quando comparado com o gênero *Biomphalaria* e *Pomacea*. A elevada quantidade de organismos nesse tanque sugere que o meio pode estar alterado.

**Tabela 5** – Lista do táxon Mollusca registrados no tanque da estufa.

Filo Mollusca	Número de indivíduos por m <sup>2</sup> (média)	Porcentagem (%)
Gênero <i>Pomacea</i>	11	6,25
Gênero <i>Biomphalaria</i>	64	36,36
Gênero <i>Melanoides</i>	101	57,39



**Figura 8.** Exemplares de conchas dos Gêneros (A) *Melanoides*, (B) *Pomacea* e (C) *Biomphalaria*.



**Figura 9.** Densidade de Gastrópodes bioindicadores em três diferentes pontos do tanque da estufa.



**Figura 10.** Vista geral dos pontos de coletas 1, 2 e 3 para contagem dos organismos bioindicadores. A: vista normal. B vista aproximada.

A densidade de moluscos aparentemente indica uma possível alteração do ecossistema aquático em questão. Bollmann et al., (2001), destaca que os organismos manifestam-se diante das alterações físico-químicas do ambiente por meio de reações comportamentais, aumentando em número de indivíduos. Essas reações podem ser empregadas na avaliação da qualidade do local. Normalmente espera-se que ocorra uma diminuição no número de táxons ou de indivíduos de cada táxon, com a deterioração da qualidade da água, o que observa-se com os resultados do presente trabalho, é o aumento do número de indivíduos por táxon em um ambiente que podemos julgar impactado. Neck (1984), Dudgeon (1986) e Silva et al, (2006); sugerem que a colonização dos gêneros encontrados no presente trabalho é favorecida pela ampla disponibilidade de alimento do meio (plâncton e matéria orgânica), e se mostram tolerantes às baixas concentrações de oxigênio provocada por matéria orgânica presente em quantidades excessivas na água (neste local há grande fornecimento de ração, uma vez que o cultivo é intensivo). No entanto alterações no pH (pH ácido), alta demanda

bioquímica de oxigênio (DBO) são desfavoráveis à maioria dos gastrópodes. Estes requerem águas relativamente dura, pois absorvem diretamente os sais de cálcio dissolvidos na água (SANTOS, 1982).

## CONCLUSÕES

Com a exceção da concentração de amônia encontrada no tanque de produção no mês de abril (1,2 mg/L), os resultados obtidos para os parâmetros pH, nitrito, amônia, dureza geral e dureza carbonatada para todos os tanques nos meses de abril e agosto apresentaram-se dentro do padrão de qualidade recomendado por pesquisadores da área e pela Resolução CONAMA N° 20. A presença intensa de organismos bioindicadores no tanque da estufa no mês de abril, pode indicar excesso de nutrientes no meio, no entanto não se verificou a presença destes no efluente. Uma vez que todos os parâmetros avaliados no efluente se encontraram dentro dos padrões de qualidade, não existe risco de impacto ambiental para o seu corpo hídrico receptor.

## REFERÊNCIAS

- BOLLMANN, H.A. et al. **Indicadores Ambientais: Conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.
- BRANCO, S.M. **Poluição e Piscicultura**. Comissão Interestadual da Bacia Parana/Uruguai. São Paulo: Instituto de Pesca/USP, 1970.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 20**. Conselho Nacional de Meio Ambiente. 1986. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em 13 dez. 2004.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como Ferramenta para o Manejo, Gestão e Conservação Ambiental. **II° Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental** – URI/Campus de Erechim – Erechim/RS, 2006.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, E. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Manole, 1986.
- CASTELLANI, D.; BARRELLA, W. Impactos da Atividade de Piscicultura na Bacia do Rio Ribeira de Iguape, SP – Brasil. **B Inst Pesca**, v.32, n.2, p.161-71, 2006.
- DUDGEON, D. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Muller, 1974) (Gastropoda, Prosob., Thiaridae) in Hong Kong. **J Zool**, v.208, p.37-53, 1986.
- ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos da Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.
- GOULART, M.D.C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Rev FAPAM**, ano 2, n° 1, 2003.
- KLUMPP, A. et al. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede européia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Rev Bras Botânica**, 2001.
- LAMPERT, W.; SOMMER, U. **Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams**. Translated by James F. Haney. New York, Oxford University Press, 1997.
- LOPES, J.M.; SILVA, L.V.F.; BALSISSELOTTO, B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture Int**, v.9, n.1, p.73-80, 2001.
- McDONALD, D.G.; HOBE, H.; WOOD, C.M. The influence of calcium on the physiological responses of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, to low environmental pH. **J Fish Biol**, v.88, p.109-31, 1980.
- MOREIRA, H.L.M. et al. **Fundamentos da Moderna Aqüicultura**. Canoas, ULBRA, 2001.
- NECK, R. W. *Melanoides tuberculata* in extreme southern Texas. **Texas Conchologist**, v.21, n.4, p.150-2, 1984.
- PÁDUA, H.B.; FILHO, M.S.P.B. Gás Carbônico – CO<sub>2</sub> em Sistemas Aquáticos. Disponível em <<http://www.ipaq.org.br/modules.php?name=News&file=article&sid=335>>. Acesso em 28 de ago. 2007.
- PIEDRAS, S.R.N. et al. Toxicidade Aguda da Amônia não Ionizada e do Nitrito em Alevinos de *Cichlasoma facetum* (JENYNS, 1842). **Ciênc agrotec**, v.30, n.5, p. 1008-12, 2006.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, M.R.; LIZAMA, M.L.A.P. **Sanidade de Organismos Aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004.
- REBOUÇAS A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.
- RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- SANTOS, E. **Zoologia Brasileira: Moluscos do Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia Limitada, 1982.

SILVA, P.B. et al. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. **Química Nova**, v.29, n.5, 2006.

SILVEIRA, M.P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Jaguariúna**. 68p. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 36. 2004.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. Guidelines of Lake Management Handbook: Reservoir water quality management. **ILEC/UNEP**, vol.9. 1999.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3º Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2002.

TUNDISI, J.G. **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. Conferência de abertura do VII Congresso Brasileiro de Limnologia. Instituto Internacional de Ecologia. 24p. 1999.

Enviado em: novembro de 2008.

Revisado e Aceito: janeiro de 2009.