

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL

Avaliação limnológica em um sistema de piscicultura na  
região de Paranaíta (MT, Brasil)

**Luiz Carlos Paggi**

**Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Helena Sipaúba-Tavares**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura, do Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura, Área de Concentração em Aqüicultura em Águas Continentais.

Jaboticabal  
São Paulo – Brasil  
2006

P135a Paggi, Luiz Carlos  
Avaliação limnológica em um sistema de piscicultura na região de  
Paranaíta (MT, BRASIL) / Luiz Carlos Paggi. -- Jaboticabal, 2006  
iii, 43 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro  
de Aqüicultura, 2006  
Orientadora: Lúcia Helena Sipaúba Tavares  
Banca examinadora: Mônica Andrade Morraye, Luiz Augusto do  
Amaral  
Bibliografia

1. Limnologia. 2. Viveiros. 3. Qualidade da água. I. Título. II.  
Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 556.55

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

“Quem passou pela vida em branca nuvem e em plácido repouso adormeceu, quem não sentiu o frio da desgraça, quem passou pela vida e não sofreu... foi espectro de homem”  
(Francisco Otaviano)

Dedico a realização deste trabalho à minha esposa **Karin Beserra Paggi**, pelo incentivo incansável nesta qualificação e pelo apoio oferecido em mais esta etapa, pelo apoio diante das dificuldades, compreensão pelas constantes ausências e por ter me mostrado que a vida é repleta de realizações e grandes conquistas. Não poderia deixar de dedicar à minha linda filha **Mariana Paggi**, que na ausência orava pedindo boa viagem e contava as noites para meu regresso em casa.

Ao meu avô, *Deolindo Knupp Moreira e Francisca Apolinária Moreira (in memória)* pelo apoio, carinho, amor e por terem me oferecido estudo, educação e responsabilidades desde meus primeiros passos, mostrando que mesmo sofrendo ainda a honestidade tem muito valor.

## AGRADECIMENTOS

- À orientadora, Profa. Dra. Lúcia Helena Sipaúba-Tavares, pela oportunidade, confiança e amizade concedidos durante a execução deste trabalho, pela preocupação, compreensão e apoio nas horas difíceis de minha vida e também pelo grande exemplo de profissionalismo.
- À **Maria Knupp Moreira**, querida mãe e tia **Elza Knupp Moreira**, pelo incentivo e constantes palavras de apoio em todas as etapas da escalada profissional. Não posso esquecer de dizer que você mãe, em cada momento de minhas realizações teve, tem e terá presença muito significativa.
- À **Luiza** minha sogra, que tem convivido conosco, sentindo nossas angústias, dificuldades e alegrias, muito obrigado por suas palavras amigas.
- A minha querida irmã **Célia Regina**, lembro que passamos por algumas em nossa vida, mas cada fase serviu para fortalecer nosso relacionamento e afirmar cada vez mais nossa grande amizade que sem dúvidas serviu para o enriquecimento de minha vida profissional, espero realmente poder contribuir com meus sobrinhos **Ana Paula e Luiz Henrique**.
- Ao meu cunhado **João Luis**, grande irmão....., sem palavras para lhe agradecer o apoio, confiança e verdadeira amizade, você foi muito especial nesta etapa de minha vida, obrigado pelo apoio.
- A meu pai **Inio Paggi** (*in memória*), que a sua maneira, não compreendendo por que insistia em continuar meus estudos, já que o “sucesso pode vir até mesmo sem este”, acabou me inspirando a mostrar que na vida não devemos recuar nunca, parar jamais, mas lutar sempre.
- Ao Centro de Aqüicultura da UNESP (CAUNESP) – Campus de Jaboticabal – SP, pela oportunidade de realização deste trabalho.

- Aos membros da Banca qualificadora/examinadora: Profa. Dra. Mônica Andrade Morraye e Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral, pelas valiosas sugestões para enriquecimento deste trabalho.
- Aos proprietários da Piscicultura Pappen (Roque e família), por permitirem a colheita do material utilizado neste trabalho e pelo constante apoio nesta pesquisa.
- Aos amigos Silvia, Adriana e Tatiana, pela ajuda nas análises das amostras, junto ao Laboratório de Limnologia do CAUNESP/UNESP – Jaboticabal.
- Aos meus novos “irmãos” do Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton, Daniela Pimenta Dantas, Pedro Guilherme Panin Candeira, Lucimari Missaê Seto, Emerson Giuliano P. Favaro, Rodrigo Ney Millan, Fernanda Travaini de Lima, Flávia de Almeida Berchielli e Ludmila Santana Soares e Barros.
- Aos colegas de trabalho, Carlos Aurélio, Darci Barbieri e Alexander Stein de Luca pelo apoio e companheirismo durante os anos de trabalho em equipe.
- Aos companheiros Solange, Renato e Sueidi, por terem realizado os primeiros contatos para minha apresentação perante a família CAUNESPIANA.
- Aos funcionários do CAUNESP, Veralice, Michele, Fátima, D. Ana, Suerli, Mauro, Márcio Reche, Márcio Alves, Valdecir, Roberto, Elisandra, Mônica, Donizete e Gisele, pelo convívio, prontidão e amizade.
- A todos os Professores que ministraram disciplinas junto ao Programa de Pós – Graduação do CAUNESP, por compartilharem conhecimentos e experiências.
- Aos meus colegas “AMIGOS DA PÓS”: Eduardo Abimorad, Fabiana Garcia, Fabiana Pilarski, Michelle Vetorelli e Laurindo Rodrigues, Cristiane, Jaime Fenerick Junior, Sergio, Neidison Colombano, Auren, Michele, que direta ou indiretamente apoiaram e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

- Ao meu amigo Colombiano, Camilo, grande amigo da Pós, que me proporcionou estadia, carona em seu possante nas várias vezes que estive em Jaboticabal e principalmente pelas palavras de incentivo e apoio na realização deste trabalho, sou muito grato a você.
  
- À Elizangela G. Matos e Marcelo Coelho, pela amizade e valiosa contribuição em algumas colheitas do material.
  
- Ao Instituto Floresta e à Secretaria de Estado de Meio Ambiente SEMA/MT pelo apoio em coletas de campo.
  
- A todos aqueles aqui omitidos, porém não esquecidos que de alguma forma participaram de minha formação e sempre me incentivaram na carreira universitária. A todos **MUITO OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

	Página
Resumo	iii
Abstract	iv
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1 Qualidade da água em aqüicultura	3
2.2 Impacto da aqüicultura em ambientes naturais	5
2.3 Manejo e práticas aplicadas na região de Paranaíta (MT) em aqüicultura	7
2.4 Descrição da área de trabalho	10
3. Objetivos	15
3.1 Geral	15
3.2 Específicos	15
4. Referências	17
Capítulo 1 – Estudo das variações ambientais em um sistema de criação de peixes na região de Paranaíta (MT-BRASIL)	21
Resumo	23
Abstract	24
Introdução	25
Área e local de estudo	26
Material e métodos	28
• Variáveis físico-químicas da água	28
• Dados morfométricos e batimétricos	28
Resultados	29
• Variáveis físico-químicas da água	29
• Dados morfométricos e batimétricos	35
Discussão	36
5. Conclusões gerais	40
6. Recomendações	40
Agradecimentos	41
Referências	41

## RESUMO

PAGGI, L.C. **Avaliação limnológica em um sistema de piscicultura na região de Paranaíta (MT, Brasil)**. 2006, 43f. Dissertação (Mestrado). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

O acelerado crescimento da aquicultura, e a carência de tecnologias adequadas de manejo desta atividade, têm causado uma grande degradação ambiental com comprometimento dos recursos hídricos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de uma piscicultura (Paranaíta, MT) através de análises físicas e químicas. Para tanto, foram realizadas coletas mensais ao longo de onze meses, nos quais foram amostrados sete pontos, cinco dos quais localizados dentro do sistema e dois fora da piscicultura (rio). Os resultados das análises físicas e químicas da água demonstraram o efeito do manejo na qualidade da água, sendo possível observar variabilidade espacial e temporal da qualidade da água. A instabilidade do ambiente foi a principal função de força nesse sistema, devido ao seu pequeno tamanho, pouca profundidade, baixo tempo de retenção da água e constante turbulência, e, também devido a flutuação anual dos fatores climatológicos (precipitação e vento). De maneira geral, as variações limnológicas foram maiores na represa com sistema estagnado, apresentando elevadas concentrações de nutrientes durante o período de despesca. Na represa com fluxo contínuo as alterações não foram estatisticamente significantes ( $P > 0,05$ ). Na saída do sistema de produção, antecedendo sua descarga no rio, foi observada alteração significativa ( $P < 0,05$ ) para a variável amônia, que não influenciou na qualidade da água do corpo receptor, provavelmente, devido à grande quantidade de macrófitas existentes no canal condutor da descarga até o rio Porto de Areia que funcionou como um biofiltro. Entretanto, as variáveis fósforo total, ortofosfato, alcalinidade e dureza, mesmo que estatisticamente não tenham sido significantes ( $P > 0,05$ ) quanto à alteração da qualidade da água do rio, apresentaram alterações em relação ao sistema de produção. Essas alterações podem influenciar na característica do manancial, principalmente em período de menor pluviosidade, sugerindo-se um melhor monitoramento para efetivo controle ambiental do sistema hídrico estudado.

## ABSTRACT

PAGGI, L.C. **Limnological Avaluation in a fish breeding system in Paranaíta (MT, Brazil)**. 2006, 43f. Dissertação (Mestrado). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

The accelerated growth of the aquaculture, and the lack of adequate technologies for the management of this activity, have been the main causes for tremendous environment degradation as well as a great threat to our water resources. This work aimed evaluates the (Paranaíta, MT) pisciculture system quality through physical, chemical. Samples of water were colleted monthly (eleven months) in seven sites, five inside the system and two outside the system (in the river). The overall results showed that management of system in the water quality of fishponds being possible to see the temporal and spatial variability of water quality. The instability of the physical conditions of the environment was the main forcing function in this aquatic system, due to the small size, the shallowness, short residence-time, turbulence and also due the fluctuation of the climatological parameters (precipitation and wind). In a general way, values of the limnology variables were higher in the dam with stagnated system, presenting high concentrations of nutrients during the fish collecting period. In the continuous flow dam the alterations were not statistically important ( $P > 0,05$ ). In the exit production system, preceding its discharge in the river, significant alteration was observed ( $P < 0,05$ ) for the ammonia variable, that haven't influenced the river water quality probably due to the great amount of aquatic plants in the outlet channel to Porto de Areia river. However, the variables total phosphorous and orthophosphates, alkalinity and hardness, were not statistically significant ( $P > 0,05$ ) to change variables, although presented alteration in relation to the production system. Those alterations can influence in the characteristic of the spring, mainly in a short rain period, it's suggested a better monitoring in order to have an effective environmental control of the studied system.

## **AVALIAÇÃO LIMNOLÓGICA EM UM SISTEMA DE PISCICULTURA NA REGIÃO DE PARANAÍTA (MT, BRASIL)**

### **1. INTRODUÇÃO**

A necessidade de produção de proteína de origem animal tem sido vertente de preocupação nacional. A aqüicultura, uma opção de geração de emprego e renda e ao mesmo de aproveitamento dos recursos naturais, apresenta grande potencial de crescimento no país pela enorme disponibilidade hídrica existente.

Na Bacia do Rio Amazonas, os recursos hídricos representam importantes indutores do desenvolvimento regional, cabendo destacar os aspectos ou contextos socioeconômicos relacionados diretamente a água e seu uso como o desenvolvimento dos recursos de pesca, com uma ictiofauna rica e diversificada, que constitui a base alimentar das populações numa visão de sustentabilidade.

O crescente interesse pela atividade aquícola observado na região provavelmente, se deve pela intensificação na fiscalização em ambientes naturais e ao mesmo tempo pela possibilidade de agregar valor à propriedade, através do aproveitamento dos recursos naturais existentes, no entanto, ainda são necessários estudos efetivos, no sentido de fomentar a aqüicultura regional, em sistemas de tanque escavado e tanque rede em reservatórios.

O governo federal, através da SEAP (Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca), órgão de fomento, tem incentivado o estudo e viabilização de projetos, envolvendo a comunidade de base, através de associações, visando o desenvolvimento da atividade aquícola embasado nos princípios da sustentabilidade.

A Legislação Ambiental de Mato Grosso (Lei Complementar nº38, 21 de novembro de 1995) dentre outros Decretos, tem influenciado no desenvolvimento da atividade aquícola na região. Algumas normativas referentes à regularização de empreendimentos e licença para comercialização do pescado, têm levado a desistência por parte de investidores devido a lentidão que predomina nos órgãos fiscalizadores, em relação à análise dos projetos. Recentemente, foram tomadas medidas objetivando a desburocratização do processo de licenciamento, onde empreendimentos com lâmina d'água inferior a um hectare estão livres da apresentação de projeto de implantação e a licença de despesca é concedida facilmente. No entanto, para os empreendimentos com lâmina d'água acima de um hectare, as exigências são maiores e o processo geralmente é mais lento. Para os empreendimentos já existentes dificilmente é aplicada política de ajuste de conduta no intuito de minimizar os impactos gerados pela atividade aquícola, assunto em pauta na revisão da lei, que continua em andamento no Estado.

Entretanto, a prática de manejo empregada na região, não contempla o monitoramento da qualidade da água do sistema de produção, nem tampouco do efluente gerado. Há iniciativas pontuais, que objetivam “Boas Práticas de Manejo”, mas que não são orientadas por técnicos especializados. Devido à falta de orientação, várias tentativas podem ser inválidas, resultando na deterioração e comprometimento da biota aquática à jusante do sistema.

O trabalho foi executado na piscicultura Pappen, localizada no município de Paranaíta, norte do Estado de Mato Grosso. O cultivo de espécies endêmicas da Bacia Amazônica como o cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambacú (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), piauí (*Leporinus obtusidens*), matrinxã (*Brycon* sp), curimba (*Prochilodus lineatus*) e pintado leopardo/Jundiá (*Leiarius marmoratus*), projeta a piscicultura no comércio regional retratando uma das formas de geração de emprego e renda demonstrando uma opção na região, oportunizando desta forma, alternativas de fixação de pequenos proprietários no campo.

O objetivo desta pesquisa foi verificar o impacto do manejo da Piscicultura Pappen (MT) na qualidade da água do rio Porto de Areia, onde deságuam os efluentes sem tratamento prévio. Neste intuito, o trabalho foi dividido em duas partes, sendo uma referente a revisão bibliográfica com descrição da área e outra contemplando o artigo intitulado: “Estudo das variações ambientais em um sistema de criação de peixes da região de Paranaíta (MT, BRASIL)”.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1-*Qualidade da Água em Aqüicultura*

A rentabilidade e sustentabilidade de empreendimentos aquícolas estão diretamente relacionadas a complexos fatores que envolvem a manutenção da qualidade da água em níveis aceitáveis para a criação de organismos aquáticos. Algumas variáveis e processos físicos, químicos e biológicos interagem entre si e determinam a qualidade da água nos viveiros e tanques de criação.

Embora existam dados pontuais referentes as situações específicas como a contaminação dos recursos hídricos pela atividade agropecuária, assoreamento de rios pela falta de mata ciliar, formas de cultivo do solo, atividades turísticas oriundas da pesca esportiva, poluição resultante de esgoto de cidades que não possuem unidade de tratamento, enriquecimento do corpo receptor pelas práticas de manejo inadequadas em aquíicultura, de uma forma geral, há carência de informações sistematizadas sobre a qualidade das águas na bacia do rio Teles Pires, um tributário da Bacia Amazônica, principalmente em relação às atividades de pisciculturas que vem crescendo na região.

A piscicultura na região Amazônica é uma atividade incipiente, mesmo comparada com outras regiões do Brasil, cuja tradição é ínfima em contraposição a outros países, onde a criação de peixes é uma prática milenar (Guimarães e Filho, 2004), entretanto, a atividade vem ganhando proporções que necessitam de atenção especial em relação às práticas de manejo utilizadas.

De acordo com Farias et al. (2001), nos municípios de Alta Floresta e Paranaíta, extremo norte do Estado de Mato Grosso, existem aproximadamente 180 pisciculturas que não empregam tratamento dos resíduos, resultando em descarga direta nos cursos d'água, podendo desta forma, alterar as características naturais dos rios a jusante. Das 180 pisciculturas, somente duas encontram-se parcialmente regularizadas perante os órgãos ambientais. Desta forma, evidencia-se a necessidade de: a) maior atenção sobre o dano ecológico; b) métodos que possam determinar impacto e c) custos financeiros associados com a minimização da descarga de poluentes derivados da aquíicultura (O'Bryen e Lee, 2003).

Segundo Macintosh e Philips (1992), a intensificação da aquíicultura, além de provocar um incremento de nutrientes e matéria orgânica no meio ambiente, promove o aparecimento de outros resíduos que podem afetar a qualidade da água, tais como substâncias químicas e antibióticos, cujas conseqüências podem ser de efeito primário e secundário. No entanto, a água de abastecimento dos sistemas de produção de organismos aquáticos possui características próprias, que podem variar em regiões distintas por diversos fatores,

principalmente nos períodos chuvosos, onde a erosão dos solos deixa a água dos rios e lagos com maior quantidade de material em suspensão prejudicando o bem estar dos organismos criados e acelerando o assoreamento dos açudes e viveiros (Sipaúba-Tavares e Moreno, 1994; Kubitzka, 2003).

Os sistemas artificiais rasos sofrem influência externa (alóctone) e interna (autóctone), atuando nas diversas comunidades e nos fatores físicos e químicos existentes no ecossistema aquático (Sipaúba-Tavares, 1994).

A carga orgânica, os minerais liberados e outros compostos produzidos pelos sistemas de criação de peixes, em geral e especialmente nos sistemas de produção intensiva, advêm essencialmente da utilização dos alimentos lançados pelo criador, visto que, pequena parte deste é efetivamente consumida pelo peixe. Calcula-se que somente 14 a 15% é transformado e aproveitado, levando ao ganho “massa de corte e/ou comestível”, sendo o restante disperso em energia, na composição das estruturas rígidas, e grande parte é liberada sob a forma de dejetos e perdas por desperdício ou rejeição (Pádua, 2003).

As rações são ingredientes necessários para a aqüicultura comercial, fonte de nutrientes que, manejada de forma incorreta, promove florações de algas, e conseqüentemente, conduzem à deterioração da qualidade da água dos viveiros. Mesmo nesta condição, o uso de rações de alta qualidade e procedimentos de arraçoamento conservativos que asseguram o consumo e numa conversão entre 1,5 a 1,8, é considerado satisfatório para várias espécies de peixes (Boyd e Queiroz, 2004).

Para Boyd (1990), numa piscicultura intensiva, o objetivo é minimizar o aporte de fezes nos tanques e viveiros, sendo possível à utilização de ração de alta qualidade onde 80 a 85% da matéria seca da ração sejam assimiladas pelos peixes. Nas rações de baixa qualidade, entre 65 a 75% da matéria seca é assimilado no trato digestivo, o restante é perdido na forma de fezes (alimento não assimilado) ou como perda direta de ração na água.

Conforme Tundisi (2003), um grande aporte de matéria orgânica tem sido relatado como o principal responsável pela eutrofização de uma variedade de ambientes aquáticos, gerando uma preocupação crescente em relação ao alto grau de poluição em ambientes de água doce proporcionado pelo processo industrial de produção de organismos aquáticos. Isto ocorre no sistema intensivo e superintensivo com maiores densidades populacionais, provisão de fertilização e alimentação (Barnabé, 1991).

No processo de produção de organismos aquáticos, os efluentes contêm principalmente, fezes e urina produzidas pelos processos de digestão e excreção metabólica dos peixes e, alimento não ingerido derivados da alimentação exógena (Flores, 1995). Isto

promove um rápido crescimento dos peixes, sendo um parâmetro de preocupação pois gera maior carga de matéria orgânica e inorgânica nos efluentes dos viveiros (Tucker et al., 2002). Entretanto, quando um ambiente é manejado de forma adequada, pode ser usado por muitos anos sem acumulação excessiva de nutrientes e matéria orgânica na coluna de água (Tucker, 2004). Desta forma, a caracterização de efluentes pode ser necessária para estabelecer informações específicas para fases de produção em longos períodos (Stephens e Farris, 2004; Sipaúba-Tavares, 2000; 2005).

## ***2.2-Impacto da Aqüicultura nos Ambientes Naturais***

Os rios são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes, que em princípio formam as bacias hídricas. A complexidade destes sistemas lóticos deve-se ao uso da terra, geologia, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais. Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Neste sentido, faz-se necessário a busca em trabalhos de campo na obtenção de índices de qualidade de água que reflitam resumidamente e objetivamente, as alterações sofridas por este sistema, no uso agrícola, urbano e industrial (Toledo e Nicolella, 2002).

É cada vez maior a preocupação com a qualidade da água de efluentes de sistemas de produção de organismos aquáticos, que geram impactos negativos, com excesso de matéria orgânica nos efluentes devido às alterações antrópicas nos ecossistemas aquáticos (Tookwinas, 1996; Boyd e Gautier, 2000; Boyd e Tucker, 2000; Boyd, 2003).

De acordo com Zaniboni-Filho (1997) e Sipaúba-Tavares et al., (2002) a qualidade do efluente gerado pelo sistema de criação de peixes pode ser muito variável, pois depende do sistema de produção utilizado e do manejo empregado, o que interfere diretamente nos ambientes naturais.

Efluentes de água de sistema de produção de peixes conseqüentemente contêm desperdício de produtos metabólicos com elevados níveis de fósforo (Colosso et al., 2003), poluindo e contaminando águas naturais (EPA, 1973).

O resultado do manejo inadequado e a escolha de local com características não favoráveis para a implantação de um empreendimento de piscicultura, resultam na produção de efluente de baixa qualidade, reduzida concentração de oxigênio dissolvido, altas concentrações de nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão, que afetam o corpo receptos, principalmente, em relação às comunidades aquáticas (Boyd e Queiroz, 2004; Sipaúba-Tavares, 2005).

A concentração de nutrientes nos efluentes de piscicultura pode provocar alterações físicas e químicas no corpo d'água receptor, entre elas acentua-se variações no pH, sendo estas alterações, responsáveis por grande mortalidade de peixes devido ao desequilíbrio ambiental (Talbot e Hole, 1994).

Na produção intensiva, há considerável aumento de alimento e resíduos incluindo material orgânico, nutrientes e sólidos em suspensão, o que reflete diretamente na redução de oxigênio, eutrofização e turbidez da água receptora (Lin e Yi., 2003). Além dos fatores mencionados, a intensificação da aquicultura promove a introdução de outros resíduos, como substâncias químicas, drogas terapêuticas e antibióticos, poluindo o ambiente (Beardmore et al., 1997).

Hargreaves et al. (2005), observando a descarga inicial em viveiros de criação de bagre, constataram nos primeiros 20 minutos de vazão do efluente, uma alta concentração de sólidos totais suspensos, de sólidos voláteis suspensos, de nitrogênio e fósforo total.

Avaliar o efeito de efluentes de aquicultura em um fluxo receptor torna-se difícil, porque a relação de causa-e-efeito entre descarga e impactos ecológicos não é necessariamente clara e direta (Tucker et al., 2002).

Os efluentes gerados nas trocas de água e na despesca podem enriquecer os corpos receptores com nutrientes, matéria orgânica, mineral solúvel e suspenso (Boyd, 1985 apud GAA, 2003; Sipaúba-Tavares et al., 2002). O aporte excessivo de nutrientes nos ambientes aquáticos influencia na estrutura e dinâmica das comunidades planctônicas, podendo ser utilizado para uma avaliação do estado trófico do ecossistema aquático (Pinto-Coelho, 1998).

Nos viveiros de criação de peixes é adicionado um grande número de substâncias químicas no intuito de melhorar a qualidade água e o sedimento ou para controle biológico de doenças, porém o manejo inadequado pode promover o aparecimento de problemas em relação à qualidade da água de criação de peixes (Boyd, 2003).

Normalmente, os viveiros de peixes apresentam altas concentrações de nutrientes sólidos e solúveis, principalmente, carbono orgânico e compostos nitrogenados, derivados de produtos metabólicos, da decomposição da matéria orgânica e lixiviação, podendo estar dissolvidos ou acumulados no sedimento (Yoo et al., 1995). Efluentes de tanques de aquicultura tipicamente são ricos em sólidos orgânicos suspensos, carbono, nitrogênio e fósforo, contribuindo significativamente para o elevado aporte de nutrientes em ambientes aquáticos (Biao et al., 2004). A principal fonte de compostos nitrogenados incorporados à água, na piscicultura intensiva, é a alimentação, em virtude dos elevados níveis de proteína usados nas rações (Cavero et al., 2004).

A amônia é o principal produto da excreção dos peixes, sendo responsável por 80% do total excretado por várias espécies (Westers, 2001). A amônia produzida é transportada pelo sistema sanguíneo até as brânquias e posteriormente excretada para a água (Ismino-Orbe et al., 2003). A toxicidade da amônia para organismos aquáticos é atribuída principalmente à forma não-ionizada (Tomasso, 1994).

Ismino-Orbe et al. (2003), pesquisando a variação da quantidade de amônia excretada pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*), observaram ser este o principal produto nitrogenado excretado (93,7%) estando diretamente relacionado com a massa do peixe e inversamente relacionado com a temperatura, enquanto a uréia contribuiu com apenas 6,3%.

As atividades aquícolas geram impactos que aceleram a eutrofização dos corpos receptores devido às descargas de nutrientes eliminadas dentro dos viveiros. Os efluentes, quando lançados diretamente nas águas de rios e lagos, constituem riscos potenciais para a saúde pública, principalmente, pela presença de bactérias e outros patógenos que prejudicam a saúde do peixe (Donini et al., 1993; Boyd e Queiroz, 2004; Sipaúba-Tavares, 2005).

Os efluentes da aquíicultura devem ser monitorados e manejados, evitando ou reduzindo, desta forma, qualquer impacto ambiental negativo, através do estabelecimento de padrões e práticas ambientais que protejam as áreas do entorno, e que assegurem o atendimento dos regulamentos específicos voltados para este empreendimento (O'Bryen e Lee, 2003).

A quantidade de fósforo em efluentes de piscicultura pode ser reduzida por métodos nutricionais que diminuam o desperdício metabólico do fósforo, bem como, métodos de engenharia que melhore o manejo do efluente (Coloso et al., 2003).

Em grande parte dos empreendimentos aquícolas, as atividades de controle e manutenção da qualidade da água não são empregadas de forma adequada, gerando impacto em ambientes receptores.

### ***2.3-Manejo e Práticas Aplicadas na Região de Paranaíta (MT) em Aquíicultura***

Vários países têm se preocupado com o efluente dos sistemas de produção de organismos aquáticos. Nos Estados Unidos tem havido intensificação do uso específico de cada sistema de água doce, devido a isso, cada Estado definiu padrões de qualidade de água e sua destinação. No Reino Unido, a Agência Ambiental definiu que o uso de qualquer corpo de água particular deve objetivar o princípio de sustentabilidade. Já na Austrália, os novos empreendimentos aquícolas deverão destinar 30% de sua área para lagoas de tratamento de efluente (O'Bryen e Lee, 2003).

Na região de estudo, em Paranaíta, as atividades aquícolas são efetivadas com pouca atenção aos princípios básicos e práticas de manejo, os variados empreendimentos existentes ainda não se adequaram às normativas da Resolução do CONAMA nº 357/05 quanto a necessidade de monitorar variáveis limnológicas que atendem aos índices mínimos estipulados para emissão da descarga.

Empreendimentos parcialmente legalizados perante os órgãos ambientais, encontram-se em funcionamento sem ter tratamento prévio do efluente. Além deste fator, acrescenta-se o tipo de adubação empregado no manejo e qualidade da ração utilizada, que na grande maioria, é baseada em detritos fecais de animais, frutas, legumes e cereais.

Um fato interessante na prática de manejo regional, é que os tanques e represas raramente são drenados para assepsia, não tendo sido registrado cientificamente nenhum caso de anomalias no sistema de produção, mesmo porque, são poucos os empreendedores atentos às variações do sistema de produção. No entanto, a longevidade do ciclo produtivo é registrada na região, sendo atribuída somente ao tipo de alimentação e não às variações dos fatores limnológicos resultantes da prática do manejo do sistema.

Mesmo sendo proibida, de acordo com o Código Ambiental do Estado de Mato Grosso a prática de barramento de ambientes aquáticos, este sistema é muito utilizado, estando presente em praticamente 90% dos empreendimentos aquícolas regionais. Desta forma, são construídas represas, que em alguns casos, não possuem solo, relevo e proteção marginal que garantam a qualidade mínima favorável ao desenvolvimento das atividades aquícolas. Outro fator implicante é o represamento de canais naturais sem a retirada da vegetação nativa, provocando um elevado acúmulo de material orgânico no interior destes sistemas e conseqüentemente, alterando as características limnológicas do corpo hídrico.

Além dos problemas com a qualidade da água, resultantes desta prática, em grande parte dos empreendimentos o monitoramento da água, o controle de patógenos e o manejo dos organismos cultivados tornam-se uma utopia, uma vez que a drenagem completa deste ambiente é praticamente impossível e a despesca total é de difícil execução (grande quantidade de troncos no interior das represas).

Nesta prática, grande parte das áreas de preservação permanente é destruída provocando um desacordo com a Legislação do Estado de Mato Grosso, que trata dos limites mínimos para as áreas de proteção ambiental. Na maioria dos eventos, antes do barramento é feito o corte raso de toda a vegetação, no intuito da implantação da pecuária de corte, e logo após é construída a represa que serve como bebedouro para o gado e ao mesmo tempo como área de produção e/ou estocagem de proteína animal.

Ainda existem situações em que os peixes são arraoados por um período e por motivos financeiros, ocorre a interrupção do fornecimento de alimento que algumas vezes é feito com ração extrusada mas em sua maioria, é à base de farelo de arroz, ficando os peixes somente com alimentação a base da produção primária autóctone.

A maioria dos empreendimentos é realizada em ambientes com razoável fluxo de água e relevo levemente acidentado, uma característica geográfica regional, tornando a prática de barramento a forma mais eficiente no sentido econômico para a implantação de sistemas de piscicultura. Este fator relevante torna-se comum na maioria das propriedades, sendo que em algumas é normal observar uma seqüência de represas de dimensões marcantes seguindo o sentido do curso d'água.

Muitas das represas, facilmente observadas por imagens de satélite, construídas há mais de dez anos, nunca foram objetos de produção de peixes, porém, com a necessidade eminente da diversificação de fontes produtoras geradoras de renda, é crescente a utilização das mesmas em povoamento com peixes para consumo e comercialização regional. Estas iniciativas não são precedidas de avaliação da qualidade da água e tampouco do material sedimentado, sendo este provavelmente um dos motivos que resultam na dificuldade de produção.

Sipaúba-Tavares (2000); Sipaúba-Tavares et al. (2002) e Figueiredo et al. (2005) ressaltam a necessidade de tratamento prévio de efluente gerado pela aqüicultura através de alternativas que contemplem o uso de bacias de sedimentação, recirculação e/ou reuso da água na fazenda.

O acompanhamento das condições químicas do sedimento auxilia o aqüicultor não só quanto ao potencial da produção do seu plantel, como também podem estabelecer intervalos significativos (máximas e mínimas) das variáveis como, pH, fósforo, nitrogênio, carbono orgânico do sedimento. Para o produtor torna-se obrigatório o acompanhamento diário (e/ou em intervalos maiores) das variáveis pH, oxigênio dissolvido, transparência, temperatura, amônia, nitrito, etc. de toda a água do sistema de criação, obtendo assim, o conhecimento do ambiente e tendo tempo hábil de tomar medidas saneadoras, evitando perdas do plantel, devido a infecções e infestações e/ou alterações qualitativas e quantitativas das variáveis físicas e químicas da água. Tais cuidados evitarão com certeza as surpresas desagradáveis como debilidade, doença e mortandade de organismos, o que significa prejuízo econômico (Pádua, 2003).

A necessidade de normativas é real e presente em, praticamente todos os países, no entanto, é necessária a sensibilização da população consumidora dos produtos aqüícolas,

através de meios de comunicação nacional, quanto a necessidade de consumo de produtos originados de empreendimentos considerados ecologicamente corretos, sendo uma forma de coagir os produtores para que, por si só, apliquem práticas de manejo adequadas que resultem num menor impacto no corpo receptor.

#### **2.4-Descrição da Área de Trabalho**

A piscicultura Pappen (9°32'47,5" S - 56°27'51,6" W) está localizada no município de Paranaíta, extremo norte do Estado de Mato Grosso, na sub-bacia do rio Porto de Areia, Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires, um importante tributário da bacia Amazônica (Figura 1).

Possui uma área total de 106,2 ha, com instalações básicas de todo o sistema de produção, industrialização e comercialização de alevinos e pescado. Como parte estrutural do sistema, estão incluídos galpões para armazenamento de ração, compostagem, laboratório de reprodução e processamento do pescado com alojamento e um espaço para fábrica de ração peletizada (construída recentemente).

Seguindo grande parte dos empreendimentos pesqueiros da região, a piscicultura possui relevo e hidrografia propícios ao desenvolvimento da aquíicultura. Para sua implantação foi represado o curso natural de um riacho em 1985, onde foi construída a primeira represa R2 (11,02 ha) para produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Na seqüência, outros tanques e represas ainda no curso natural do riacho foram manejados de forma seqüencial. O tanque flui a água diretamente para outro tanque e viveiro subseqüente, totalizando 19,79 ha de lâmina d'água no sistema. Já em meados de 1995, a montante deste empreendimento, foi construída a maior das represas a R1 (14,85 ha) utilizada durante cinco anos e desativada atualmente (Figura 2).

Entretanto, este sistema seqüencial foi alterado no início desta pesquisa (03/2004), onde R1, que no período de 5 anos produziu 120 toneladas de pescado utilizando farelo de arroz como única "ração" para os peixes, e resultando em pescado com baixa qualidade para o mercado, devido ao excesso de gorduras. Após uma fase de descanso de quatro anos, atualmente a R1 é utilizada para reposição/abastecimento de água para todo o sistema através de um canal de abastecimento.

Desta forma, a lâmina d'água disponível na propriedade é de 19,79 ha no entanto, o empreendimento conta com 64,87 ha de lâmina d'água distribuídos em tanques e represas

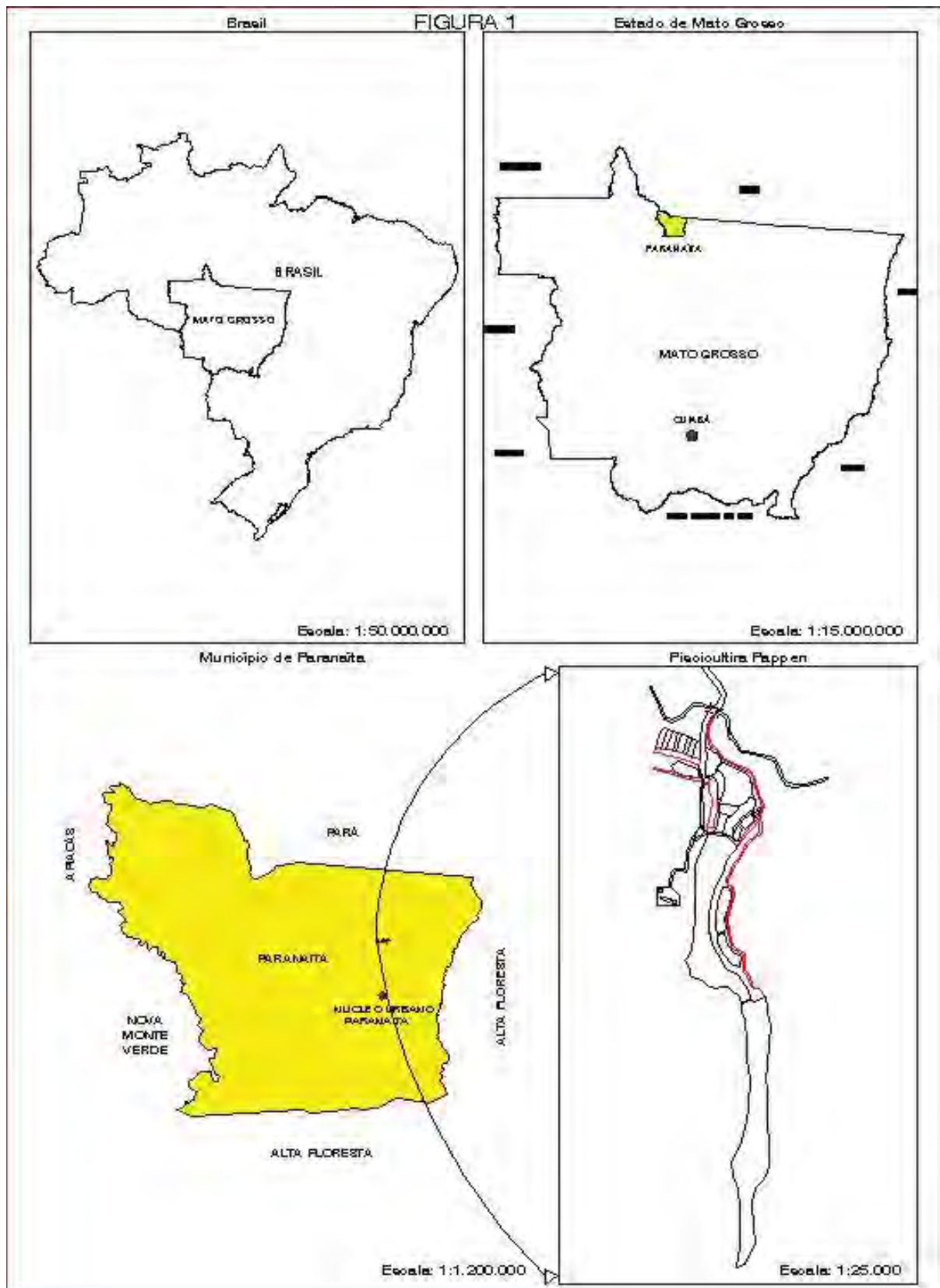


Figura 1-Área de estudo determinada através de dados espectrais obtidos pelo sensor CCD (Charge-Coupled Device) do CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite) da órbita/ponto 168/111 e data de passagem de 14/06/2005 (INPE).o software AutoCad versão 4.2

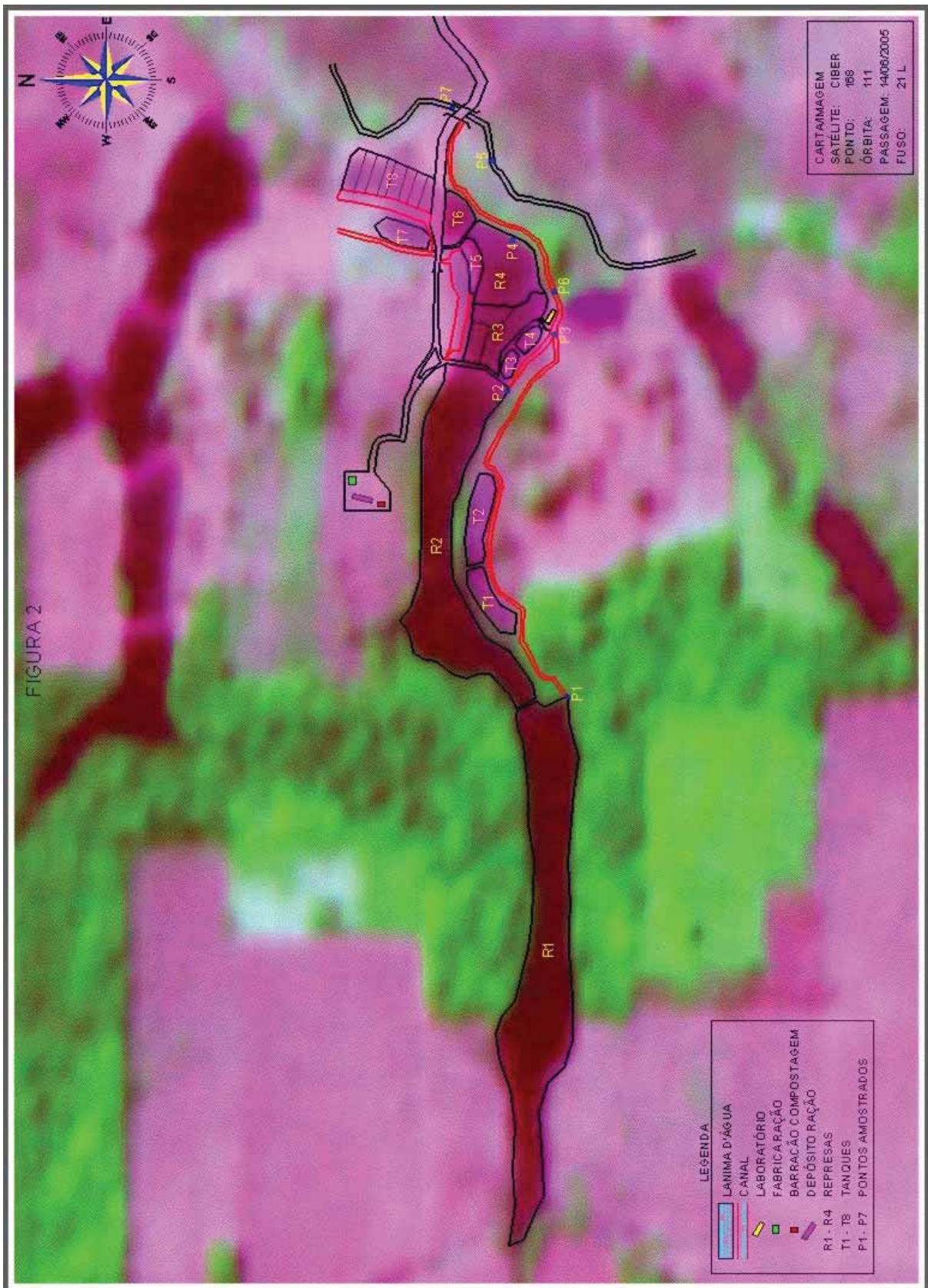


Figura 2-Imagem da área de estudo com detalhamento da piscicultura Pappen demonstrada por imagem CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite) da órbita/ponto 168/111 com data de passagem de 14/06/2005.

em propriedades de familiares e vizinhos, sendo destes, utilizados atualmente como reservatórios duas represas R1 (abastecendo o sistema estudado) e R5 (em outra sub-bacia). A categoria a que se aproxima a piscicultura estudada é do tipo de lagoas estagnadas (sistema com água parada ou baixa renovação), no entanto, sendo raramente feita a limpeza e o abastecimento só é efetivado para suprir as perdas ocorridas pela evaporação e infiltração. Este manejo vem sendo utilizado na piscicultura desde sua implantação há vinte anos.

Hossain et al. (2004) apud Figueiredo et al. (2005) comentam que dependendo do manejo empregado nos sistemas de criação de peixes as trocas de água podem ser relativamente baixas, principalmente em regiões costeiras.

No início da atividade comercial, a cada dois anos foram produzidas 40 toneladas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) na R2, com peso médio de 5 kg/unidade, tratados exclusivamente com farelo de arroz. A produção foi obtida com dez mil alevinos que competiam com as espécies pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambacú (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), piauí (*Leporinus obtusidens*), matrinxã (*Brycon sp.*), curimba (*Prochilodus lineatus*), tucunaré (*Cichla spp*) existentes ocorrendo perda de 20% de alevinos de tambaqui.

Atualmente, neste complexo são produzidos mensalmente dez toneladas de peixes para a comercialização nas cidades de Sinop, Sorriso, Colider e Alta Floresta (MT) com média mensal na produção e venda de alevinos de 5.000 unidades das espécies de cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambacú (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), piauí (*Leporinus obtusidens*), matrinxã (*Brycon sp.*), curimba (*Prochilodus lineatus*), pintado leopardo/jundiá (*Leiarius marmoratus*) sendo a piscicultura mais atuante no município e de destaque na região. Representando uma das principais fornecedoras do pescado produzido na piscicultura, atualmente a represa 2 (P2) mantém densidade populacional constante de 0,2 peixes/m<sup>3</sup> de água tendo ainda fluxo contínuo de água pela renovação através de nascentes.

Os alevinos são comercializados para pequenos produtores, que adquirem para consumo próprio e também para abastecimento de piscicultores e pescadores das cidades circunvizinhas. O laboratório mostra-se eficiente pela quantidade de alevinos produzidos mesmo com toda rusticidade estrutural, no entanto, não foram realizados testes de acompanhamento de desenvolvimento para comprovação de sua qualidade.

A água do canal de abastecimento é utilizada na manutenção do nível dos tanques e represas quando ocorre perda de água por evaporação ou infiltração, sendo este utilizado também como local de descarga no período de maior pluviosidade (novembro a março), ou

quando ocorre a drenagem dos tanques. Recentemente, novas alterações estão sendo efetuadas, na busca de atender às perspectivas do produtor, no intuito de obter maior produtividade e rentabilidade. Após o último ponto de descarga do sistema de produção no canal, local de processamento do pescado e laboratório, este percorre quinhentos e setenta e dois metros até desaguar no rio Porto de Areia.

As nascentes deste sistema estão parcialmente preservadas com mata ciliar em toda sua extensão, no entanto a presença de bovinos é marcante no entorno, não existindo barreiras de contenção (curvas de nível). Desta forma, há influência direta da pecuária nos tanques de produção de peixes e, em alguns pontos, ocorre o carreamento de detritos fecais de bovinos para o interior dos tanques, principalmente no período de chuvas. Para o produtor, este “consórcio” tem beneficiado o rebanho, principalmente, em período de estiagem onde o gado necessita de uma maior mineralização, com isto, a água do sistema de produção de peixes, utilizada como bebedouro pelo gado, devido ao alto teor de matéria orgânica e inorgânica, preenchem as necessidades de nutrientes destes animais. O efeito adverso da presença de bovinos na hidrologia do sistema em estudo é mais acentuado nos meses de estiagem.

A implantação de pastagens diminui a diversidade vegetal local (por se tratar de monocultura) e a diversidade animal (empobrecendo o ambiente com adaptação de poucas espécies, ou às vezes apenas uma), deixando o solo desnudo e exposto à lixiviação superficial (evita a deposição orgânica de vegetais e a microfauna associada) e à lixiviação profunda (promovendo lavagem de nutrientes nas camadas subseqüentes). Tais processos resultam em empobrecimento do solo, conduzindo o material para áreas mais baixas, geralmente convergindo para rios e lagos (Carvalho et al., 2000).

Com objetivo de minimizar os possíveis impactos, durante o período das coletas foram construídas, ainda na época da seca, pequenos tanques em terra firme, no intuito de reter água, que por lixiviação, atingem o sistema de produção no período das chuvas. Esta estratégia mostrou-se eficiente, uma vez que grande parte da água da chuva fica retida nestes pequenos tanques, mantém maior umidade no solo e torna possível o abastecimento do lençol freático.

A colheita é feita de maneira rudimentar, sendo os peixes condicionados em locais estratégicos nas represas e tanques, com profundidade máxima de 1,20 m, onde a despesca é realizada com rede num trabalho manual. Da mesma forma, é feito o processamento do pescado que, após ser capturado, é eviscerado e acondicionado em baú transportador refrigerado com barras de gelo e transportado para comercialização a 380 km da origem.

A base alimentar, durante o período da pesquisa, foi a ração extrusada P28, para todos as espécies existentes na piscicultura, ocorrendo esporadicamente a adição de farelo de arroz para “escurecer” a água, conforme a necessidade detectada pelo conhecimento empírico do produtor.

Atualmente são produzidas 1.200 kg/dia de ração peletizada na proporção de 40% de farelo de soja, 10% de farelo de arroz e 50 % de milho, a qual é consumida na própria piscicultura juntamente com ração extrusada P28, sendo adicionada na proporção de 15% como indicadora de consumo.

O corpo receptor apresenta características distintas durante os períodos sazonais, permanecendo em sua calha durante o período de deflúvio e alagando uma vasta extensão no período das chuvas, conhecido também como período da cheia (novembro-abril). No período observado, o canal de abastecimento serviu de uso múltiplo, sendo no suporte ao escoamento do excesso hídrico de todo o sistema de produção, drenagem das áreas marginais e bebedouro para os animais existentes na propriedade.

A pluviosidade média anual observada na região é de 2.400 mm apresentando épocas distintas (chuva e seca), sendo nos últimos anos registrados os valores diários pelo piscicultor para o período (março/04 a janeiro/05) índice de 1.860 mm, com maior intensidade nos meses de março e dezembro de 2004, estando abaixo da média anual observada nos anos que antecederam a esta pesquisa.

Na Figura 3 pode ser observada visão parcial da piscicultura Pappen.

### **3. OBJETIVOS**

#### ***3.1- Geral***

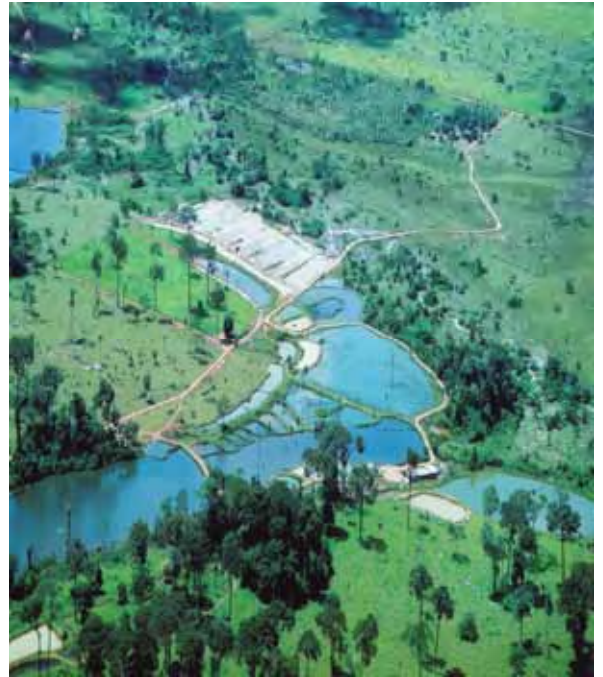
Estudar algumas variáveis limnológicas em um sistema de produção de peixes como forma de avaliar os impactos gerados pela piscicultura em função do manejo empregado.

#### ***3.1- Específicos***

- Avaliar a qualidade da água em uma piscicultura com fluxo contínuo de água;
- Verificar o efeito do manejo empregado nas variáveis limnológicas estudadas;
- Observar o impacto gerado pela piscicultura no corpo de água receptor;
- Avaliar se o manejo do efluente é efetivo na absorção e retenção da carga proveniente da piscicultura.



(margem esquerda)



(margem direita)



**Figura 3-Vista parcial da piscicultura Pappen.**

#### 4. REFERÊNCIAS

- BARNABÉ, G. Acuicultura., Vols I y II. Ed. Omega S.A., Barcelona. 1099 pp. 1991.
- BEARDMORE, J.A.; MAIR, G.E.; LEWIS, R.J. Biodiversity in aquatic systems in relation to aquaculture. *Aquaculture Research*, 28, 829-839.1997.
- BIAO, X.; ZHUHONG, D.; XIAORONG W. Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China. *Marine Pollution Bulletin*. 48, 543–553. 2004.
- BOYD, C.E. Water quality in ponds for aquaculture. Birmingham Publishing Co., Alabama, p.482. 1990.
- BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*. 226, 101–112. 2003.
- BOYD, C.E.; GAUTIER, D. Effluent composition and water quality standards. *Global Aquaculture Advocate* 3 (5), 61– 66. 2000.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. Rule-making for aquaculture effluents in the US. *Global Aquaculture Advocate* 3 (6), 81-82. 2000.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: J.E.P. Cyrino *et al.* (Ed.) Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo : TecArt, p. 26. 2004.
- CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Quím. Nova*. vol.23 nº5. 2000.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; BOURDINHOM, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ITUASSÚ, D.R.; RUBACH, R.; ONO, E.A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 39 (5), 513-516. 2004.
- COLOSO R.M.; KING, K.; FLETCHER, J.W.; HENDRIX, M.A.; SUBRAMANYAM, M.; WEIS, P.; FERRARIS, R.P. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels / *Aquaculture* 220, 801-820. 2003.
- DONINI, C.A.; GERMANO, M.I.S.; MIGUEL, O.; GERMANO, P.M.L. Pescado, cólera e Saúde Pública. *Comum. Cient. Fac. Méd. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 17(1/2), 25-32. 1993.

- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Pollution as a result of fish culture activities. USAEP, EPA-R3-73-009, Washington. 1973.
- FARIAS, R.A.; HACON, S. S.; CAMPOS, R.; ROSSI, A. P.; CAIRES, S. M. Evaluation of contamination by mercury in fish farming in garimpo mining areas in the Northern region of Mato Grosso - Brazil In: 6th International Conference on Mercury as a global pollutant, Minamata, 234p., 2001.
- FIGUEIREDO, M.C.B.de; ARAÚJO, L.F.P.; GOMES, R.B. Environmental impacts of inland shrimp farming effluents. Eng. Sanit. Ambient. 10 (2), 167-174. 2005.
- FLORES, H. Control Ambiental en Maricultura. Contaminación por Alimentación en Cultivo de Peces. Curso de Nutrición y Alimentación de Salmonídeos. Universidad Católica de Temuco. Chile. 72p. 1995.
- GLOBAL AQUACULTURE ALLIANCE - GAA. Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming. Disponível em: <[www. Gaalliance.org/ code.html](http://www.Gaalliance.org/code.html)>. 2003.
- GUIMARÃES, S. F.; FILHO, A. S. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar na dieta de tambaqui em policultivo com jaraqui. Pesq. agropec. bras., Brasília. 39 (3), 293-296. 2004.
- HARGREAVES, J.A.; TUCKER, C.S.B.; KINGSBURY, S. K. Pattern of Discharge and Mass Loading during Drainage of Excavated Ponds Used for Food Fish Production of Channel Catfish. North American Journal of Aquaculture. J. Aquaculture. 67(1), 79-85. 2005.
- ISMINO-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. Pesq. agropec. Brás. 38(10), 1243-1247. 2003.
- KUBITZA, F.; Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí, ESALQ/USP. 229, 11-19. 2003.
- LIN, C.K., YI, Y. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. Aquaculture. 226, 57-68. 2003.
- MACINTOSH, D.J.; PHILLIPS, M.J. Environmental issues in shrimp farming. In: Shrimp 92, Proceedings of the 3<sup>th</sup> Global Conference on the Shrimp Industry, Hong Kong, 118-145. 1992.

- MATO GROSSO, Lei Complementar nº 38 de 21 de Novembro de 1995. Dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente. Código Ambiental do Estado de Mato Grosso. 1995.
- O'BRYEN, P.J.; LEE, C.-S. Management of aquaculture effluents workshop discussion summary. *Aquaculture*. 226, 227–242. 2003.
- PÁDUA, H. B. de. A água e a poluição gerada pela aquicultura; (revisado e atualizado). 23ª Procuradoria de Justiça Criminal de Goiás CADERNO DE DOCTRINA AMBIENTAL 14p. 2003.
- PINTO-COELHO, R.M. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. *Freshw. Biol.* 40, 159-173. 1998.
- SIPAÚBA – TAVARES, L.H. *Limnologia Aplicada à Aquicultura*, Jaboticabal : FUNEP, 70 p. 1994.
- SIPAÚBA – TAVARES, L.H.; MORENO, S.Q. Variação dos parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva. *Revista UNIMAR*, 16 (4): 229-242, 1994.
- SIPAÚBA – TAVARES, L.H. *Uso racional de Água: Limnologia e Plâncton*. Tese de Livre Docência, UNESP, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, SP. 217p. 2005.
- SIPAÚBA – TAVARES, L.H.; Utilização de biofiltros em sistemas de cultivo de peixes. *Informe Agropecuário*, 21 (203): 38-43. 2000.
- SIPAÚBA – TAVARES, L.H.; FAVERO, E.G.P.; BRAGA, F.M. de S. Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture : I Floating plant. *Brazilian Journal Biology.*, 2 (4A): 713 – 723. 2002.
- STEPHENS, W.W.; FARRIS, J.L. A biomonitoring approach to aquaculture effluent characterization in channel catfish fingerling production. *Aquaculture* 241, 319–330. 2004.
- TALBOT, C.; HOLE, R. Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *J. Appl. Ichtyol.* 10, 258-270. 1994.
- TOLEDO, L.G. de; NICOLELLA, G. Water quality index for agricultural and urban watershed use. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 59 (1), 181-186. 2002.
- TOMASSO, J.R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Reviews in Fisheries Science*, Amsterdam. 2 (1), 291-314, 1994.

- TOOKWINAS, S. Environmental impact assessment for intensive marine shrimp farming in Thailand. *Thai Fisheries Gazette* 49, 119– 133. 1996.
- TUCKER, C.S.; BOYD, C.E.; HARGREAVES, J.A. Characterization and management of effluents from warmwater aquaculture ponds. In: Tomasso, J.R. (Ed.), *Aquaculture and the Environment in the United States*. U.S. Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 36–76. 2002.
- TUCKER, C.S. Characterization and Management of Effluents from Aquaculture Ponds in the Southeastern United States. Southern Regional Aquaculture Center, Stoneville, MS. SRAC Final Project No. 600. In: STEPHEN, W.W., FARRIS, J.L., *A biomonitoring approach to aquaculture effluent characterization in channel catfish fingerling production*. *Aquaculture*. 241, 319–330. 2004.
- TUNDISI, J.G. A Crise da Água: Eutrofização e suas Conseqüências. IM. *Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez*. J.G. Tundisi (ed.) Rima, IIE, São Carlos. 247 p. 2003.
- WESTERS, H. Production. In: WEDEMEYER, G.A. (Ed.). *Fish hatchery management*. 2nd ed. Bethesda: American Fisheries Society. 31-90. 2001.
- YOO, K.H.; MASSER, M.P.; HAWCROFT, B.A. An in pond raceway system incorporating removal of fish wastes. *Aquacultural Engineering*. 14, 175-187. 1995.
- ZANIBONI-FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidde de água. *Ver. Brasil, Biol*, 57(1): 3-9. 1997.

## **Capítulo 1**

**ESTUDO DAS VARIAÇÕES AMBIENTAIS EM UM SISTEMA DE CRIAÇÃO DE  
PEIXES NA REGIÃO DE PARANAÍTA (MT, BRASIL).**

**ESTUDO DAS VARIAÇÕES AMBIENTAIS EM UM SISTEMA DE CRIAÇÃO DE PEIXES DA REGIÃO DE PARANAÍTA (MT, BRASIL).**

Luiz Carlos Paggi<sup>1</sup> e Lúcia Helena Sipaúba-Tavares<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>P.P.G. em Aqüicultura, CAUNESP/ UNESP, UNEMAT (Universidade do Estado de Mato Grosso), Cep 78580-000, Alta Floresta, MT, Brasil. e-mail: lcpaggi@brturbo.com.br*

*<sup>2</sup>Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. e-mail: sipauba@caunesp.unesp.br*

Número de figuras: (5 figuras).

Palavras-chave: limnologia, viveiros, qualidade da água.

Key-words: limnology, fishponds, water quality.

Título resumido: Variações Ambientais em Piscicultura.

Correspondência para: Lúcia Helena Sipaúba-Tavares, Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. e-mail: sipauba@caunesp.unesp.br

## Resumo

O aumento na produção de proteína de origem animal vem se tornando uma necessidade nos últimos anos. A aquicultura se projeta no contexto nacional como uma alternativa viável no aspecto econômico e social. No Estado de Mato Grosso, reforçado pela vasta malha hídrica existente, esta atividade tem sido crescente, resultando na preocupação quanto às questões ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar as variáveis limnológicas de um sistema de produção de peixes, comparando-se represas com fluxo contínuo e fechado de água, bem como, o impacto do efluente no corpo de água receptor. De maneira geral, as variações limnológicas foram maiores na represa com sistema estagnado, apresentando elevadas concentrações de nutrientes durante o período de despesca. Na represa com fluxo contínuo as alterações não foram estatisticamente relevantes ( $P > 0,05$ ). Na saída do sistema de produção, antecedendo sua descarga no rio, foi observada uma alteração significativa ( $P < 0,05$ ) no período da seca, para a variável amônia, que não influenciou na qualidade da água do corpo receptor, provavelmente, devido a grande quantidade de macrófitas existentes no canal condutor da descarga até o rio Porto de Areia que funcionaram como um biofiltro. Entretanto, as variáveis fósforo total, ortofosfato, alcalinidade e dureza, mesmo que estatisticamente não tenham apresentado sido significativas ( $P > 0,05$ ) quanto a alteração da qualidade da água do rio, apresentaram alterações em relação ao sistema de produção. Essas alterações podem influenciar na característica do manancial, principalmente em período de menor pluviosidade, sugerindo-se um melhor monitoramento para efetivo controle ambiental do sistema hídrico estudado.

Palavras chave: limnologia, viveiros, qualidade da água.

**Abstract****Study of the environmental variations in a fish breeding system in Paranaíta (MT Brazil).**

The increasing production of animal origin protein is becoming a need in the last years. The fish breeding appears in the Brazilian context as an available alternative in the economical and social aspect. In Mato Grosso State, reinforced by the vast amount of rivers, this activity emerges with, a concern about the environmental subjects. The objective of that present study was to evaluate the limnologic variables of a fish system production, comparing fish breeding dams with continuous and closed flow of water, as well as the consequences of the discharging in the natural spring. In a general way, values of the limnologic variables were higher in the dam with stagnated system, presenting high concentrations of nutrients during the fish collecting period. In the continuous flow dam the alterations were not statistically important ( $P > 0,05$ ). In the exit of production system, preceding its discharge in the river, significant alteration was observed ( $P < 0,05$ ) for the ammonia variable, that haven't influenced the river water quality probably due to the great amount of aquatic plants in the outlet channel to Porto de Areia river which worked as a biofilter. However, the variables total phosphorous and orthophosphates, alkalinity and hardness, were not statistically significant ( $P > 0,05$ ) to change variables, although presented alteration in relation to the production system. Those alterations can influence in the characteristic of the spring, mainly in a short rain period, it's suggested a better monitoring in order to have an effective environmental control of the studied system.

Words key: limnology, fishponds, water quality.

## **Introdução**

A piscicultura na região de Paranaíta (MT, Brasil), vem mostrando sinais de crescimento, nos últimos anos introduzindo nutrientes nos mananciais naturais, sob a forma de compostos alimentares e adubo orgânico, em quantidades inadequadas, tendendo a alterar os fatores bióticos e abióticos do meio aquático. Portanto, há necessidade de monitoramento constante da qualidade da água dos viveiros e tanques de criação.

O sucesso de uma piscicultura depende em grande parte, da escolha do local a ser desenvolvido o projeto. Diversos fatores ambientais que devem ser considerados e analisados antes de sua implantação, em especial atenção, a água em termos de quantidade e qualidade, o solo, a topografia do terreno e os fatores climáticos (Boyd e Queiroz, 2004).

A característica da água disponível é um dos fatores mais significativos a ser considerado na escolha do local, e determina a população de peixes a serem estocados. As águas de rios, riachos e reservatórios são as mais utilizadas, entretanto, deve-se ter cuidado com a qualidade e quantidade da água disponível, as quais refletirão na biomassa dos viveiros de produção promovendo lucro ao empreendimento.

O uso inadequado dos compostos ricos em nutrientes associados a uma série de outros fatores bióticos e abióticos pode ocasionar prejuízos, tanto ambientais quanto financeiros (Mainardes-Pinto e Mercante, 2003) ao empreendedor. Desta forma, a obtenção de informações sobre a dinâmica de tanques de cultivo, depende basicamente do estudo das interações que ocorrem entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento desse ecossistema (Sipaúba-Tavares e Gaglianone, 1993).

Embora na região norte do Estado do Mato Grosso existam dados pontuais referentes as situações específicas, tais como contaminação dos recursos hídricos pela atividade agropecuária, assoreamento dos rios pela falta da mata ciliar, formas de cultivo do solo, atividades turísticas oriundas da pesca esportiva, poluição resultante de esgoto das cidades que não possuem unidade de tratamento, e até mesmo, de enriquecimento do corpo receptor pelas práticas de manejo, ainda há carência de informações sistematizadas sobre a qualidade das águas na bacia do rio Teles Pires, que recebem a descarga proveniente de pisciculturas (Paggi, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do manejo na qualidade da água em um sistema de criação de peixes em uma piscicultura localizada ao norte do Estado de Mato Grosso (Paranaíta).

### Área e Local de Estudo

O trabalho foi desenvolvido em sistema de criação semi-intensivo de peixes incluindo represas de criação e canais de abastecimento da piscicultura Pappen, localizada no extremo norte do Estado de Mato Grosso, no município de Paranaíta (9°32'47,5" S - 56°27'51,6" W).

As colheitas foram tomadas em sete pontos: cinco no sistema de piscicultura e dois no corpo receptor, sendo as amostras colhidas sempre no mesmo local em uma profundidade máxima de dez centímetros.

O ponto 1 (P1) está localizado no início do canal de abastecimento, protegido por uma mata ciliar e livre da presença de bovinos. O ponto 2 (P2) está localizado na saída principal da represa (R2) com profundidade máxima de 1,20m (deste ponto até a junção com o canal de abastecimento, a montante de P3, a descarga de P2 percorre um canal de oitenta metros repletos de plantas aquáticas). O ponto 3 (P3), refere-se ao canal de abastecimento a jusante da descarga do P2. O ponto 4 (P4), refere-se a saída da represa com profundidade máxima de 2,20m. O ponto 5 (P5) está localizado no canal central do rio a montante do ponto de escoamento da piscicultura (Figura 1).

O ponto 6 (P6), representa o final do sistema de criação de peixe, o qual abastece os tanques e ao mesmo tempo recebe descarga do sistema de produção além de resíduos originados no processo de abate e processamento do pescado, percorrendo quinhentos e setenta e dois metros onde lança os resíduos da piscicultura diretamente no rio. Neste ponto, a colheita foi realizada cinquenta metros após a última descarga, originada do processamento do pescado, na parte central do canal com profundidade máxima de 0,65m. O último local de amostragem, o ponto 7 (P7) as amostras foram colhidas a jusante do ponto de escoamento da piscicultura no rio com profundidade variando de 0,70m a 2,40m (Figura 1).

O período de execução do trabalho compreendeu os meses de abril de 2004 a fevereiro de 2005, sendo efetivada mensalmente em cada ponto perfazendo onze meses de colheita contemplando seis meses correspondentes ao período da seca e cinco meses do período das chuvas.

As colheitas foram realizadas sempre na primeira semana de cada mês e necessariamente com início no período vespertino com a conclusão dos trabalhos no máximo às dezesseis horas.

As principais espécies de peixes cultivadas neste sistema são o cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambacú (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*), piauí

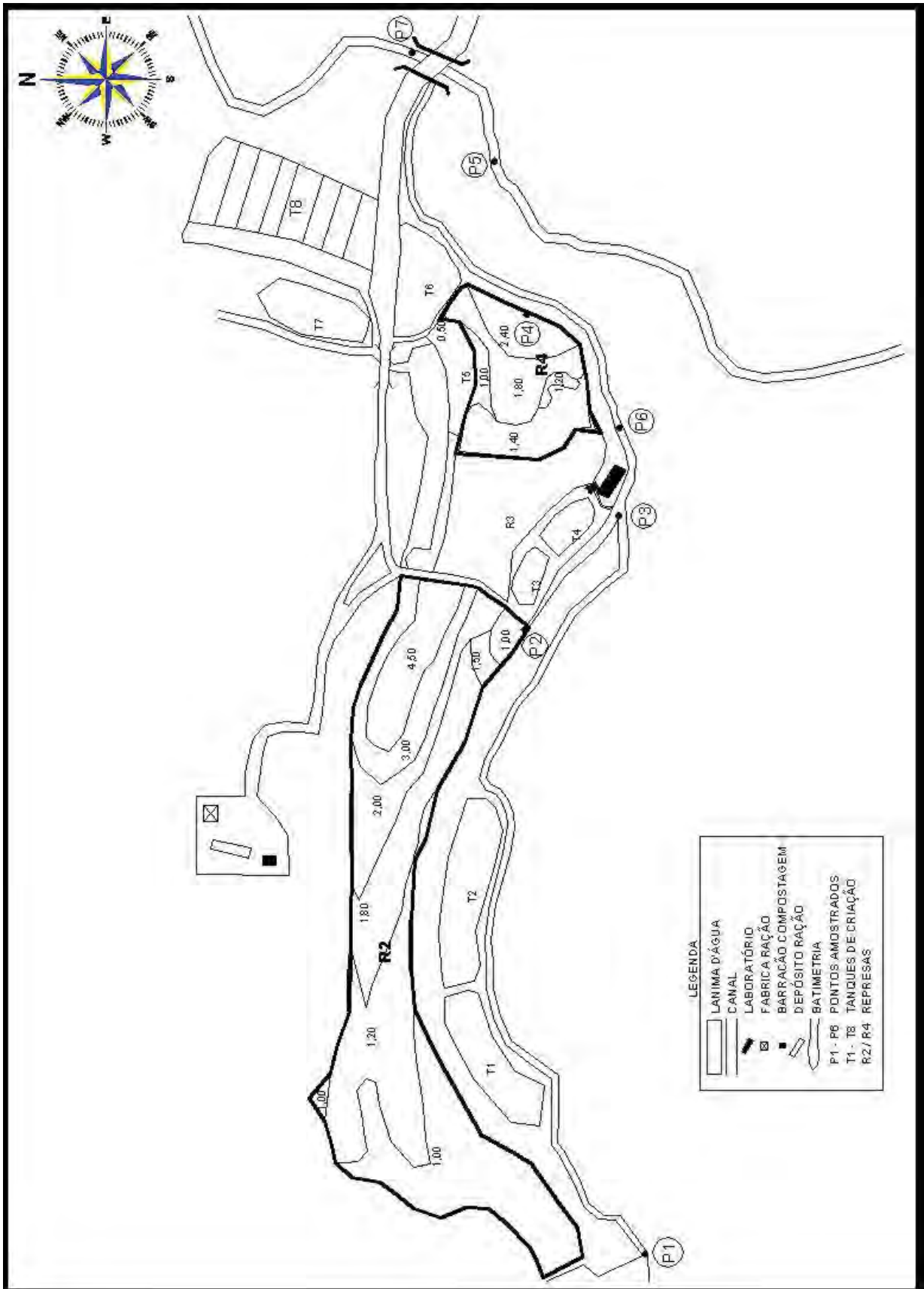


Figura 1-Mapa batimétrico e morfométrico da piscicultura estudada com os diferentes pontos amostrados (P1-P7).

(*Leporinus obtusidens*), matrinxã (*Brycon sp*), curimba (*Prochilodus lineatus*), pintado leopardo/jundiá (*Leiarius marmoratus*) com densidade populacional média em todo o sistema de 0,2 peixe/m<sup>3</sup> de água com fluxo contínuo de água pela renovação através de nascentes.

O manejo empregado na piscicultura é de forma artesanal, sendo o arraçoamento realizado no período matutino em locais pré-estabelecidos, determinados como “mangueiras”, onde é efetivada a despesca na represa R2, por não possuir sistema de drenagem.

## **Material e métodos**

### **Variáveis físico-químicas da água**

As amostras foram colhidas com garrafa de Van Dorn (5L), sendo imediatamente congeladas na propriedade, para posterior análise em laboratório. O nitrato, nitrito, ortofosfato, fósforo total foram determinados segundo Golterman *et al.* (1978), clorofila-*a* de acordo com a metodologia descrita por Nush (1980), amônia, segundo Koroleff (1976) e sólidos totais de acordo com a metodologia descrita em Greenberg *et al.* (1992). Alcalinidade e dureza foram determinadas de acordo com a metodologia de Mackereth *et al.* (1978). As variáveis físicas foram determinadas “*in situ*”, sendo o pH analisado por meio de uma sonda potenciométrica (OAKTON, modelo 35624-10), a temperatura da água, ar e oxigênio dissolvido por uma sonda potenciométrica (Sper Scientific 840041), a condutividade por meio de um condutivímetro portátil (modelo F-1000) e a transparência pela utilização do disco de Secchi.

A pluviosidade foi verificada através da utilização de pluviômetro instalado no local, sendo registrado os valores diários em dois períodos diurno (alvorada e entardecer).

### **Dados morfométricos e batimétricos**

No estudo da morfometria nas represas e tanques, para dimensionamento das margens, foram estabelecidos transectos paralelos, com estações de amostragens a cada 10m.

Com a finalidade de análise do perfil longitudinal foi realizada a batimetria em grid de 10m de lado em toda a área da represa, e amostrados através de um sistema de posição global (Garmin - GPS 76).

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados espectrais obtidos pelo sensor CCD (Charge-Coupled Device) do CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite) da órbita/ponto 168/111 e data de passagem de 14/06/2005, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Após o devido processamento das imagens, as composições coloridas foram produzidas numa escala de 1/100.000. As imagens foram utilizadas de forma complementar com a finalidade de sobrepor os pontos amostrados e calcular a lâmina d'água

na área de estudo. Para a elaboração do mapa batimétrico, foi utilizado o software AutoCad versão 4.2.

## **Resultados**

### **Variáveis físico-químicas da água**

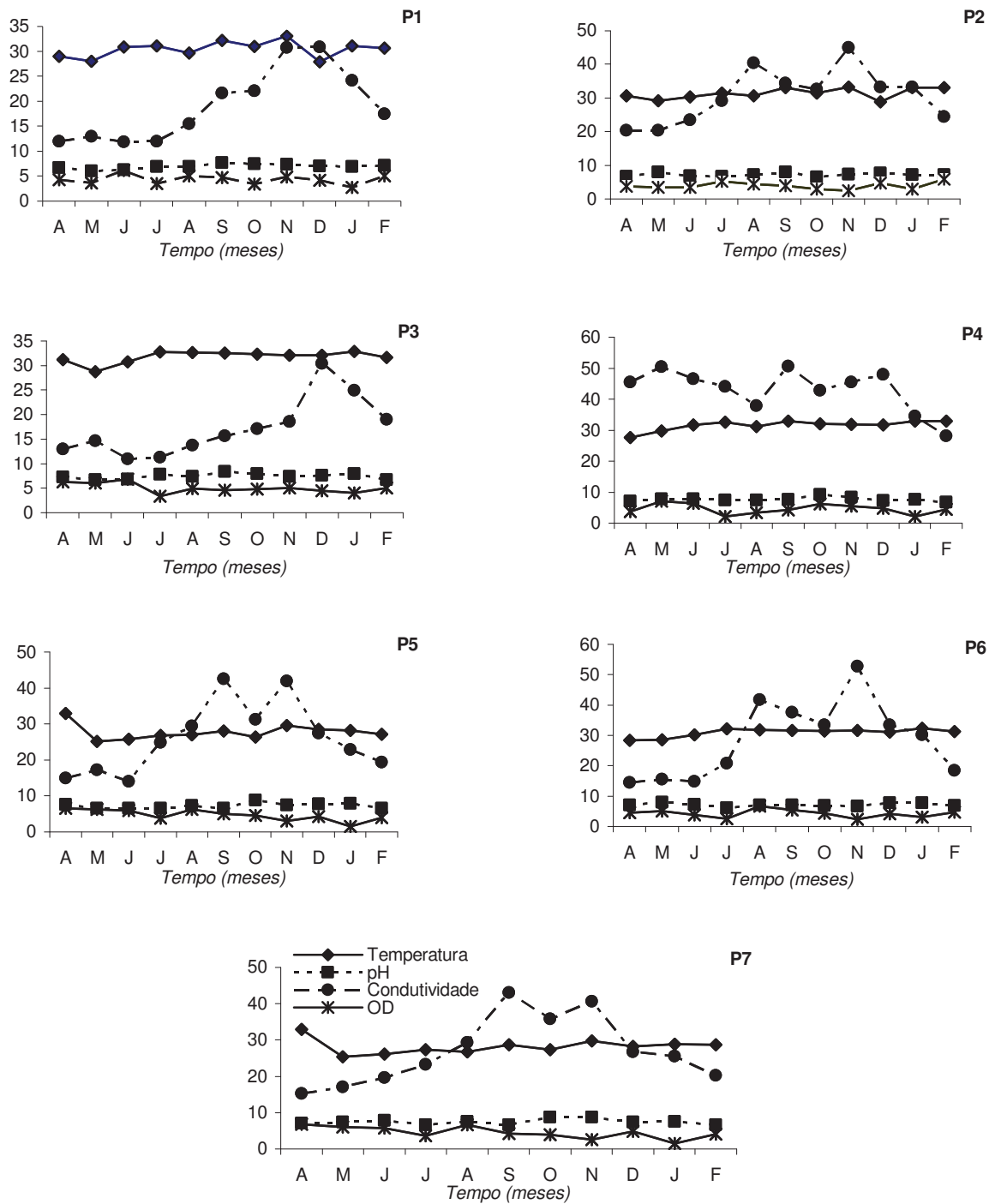
A concentração média de oxigênio manteve-se acima de 3,5 mg/L na maioria das amostras, sendo os menores valores encontrados nos pontos P2 e P4 (2,4 e 2,1 mg/L) em novembro e julho respectivamente. Os valores máximos para esta variável foram observados nos pontos P3, P4 e P6 (6,8, 7,0 e 6,7 mg/L) nos meses de junho, abril e agosto, respectivamente (período da seca). Os valores de oxigênio no P5 foram ligeiramente maiores durante os meses de setembro a novembro, permanecendo próximos nos outros meses em relação aos demais pontos amostrais (Figura 2). De maneira geral o oxigênio dissolvido nos pontos amostrais não apresentou diferenças significantes ( $P > 0,05$ ) durante o período de estudo.

A condutividade apresentou diferença acentuada ( $P < 0,05$ ) no P4 em relação aos demais locais de estudo, nos primeiros meses de colheita. O P1 e P3 mantiveram valores similares com o mínimo de 12 e 13  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e máximo de 30,7 e 32,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente. Analisando a média anual, esta variável apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) em relação ao P4 e P3, ocorrendo os maiores valores em P4 e menores em P3 (Figura 2).

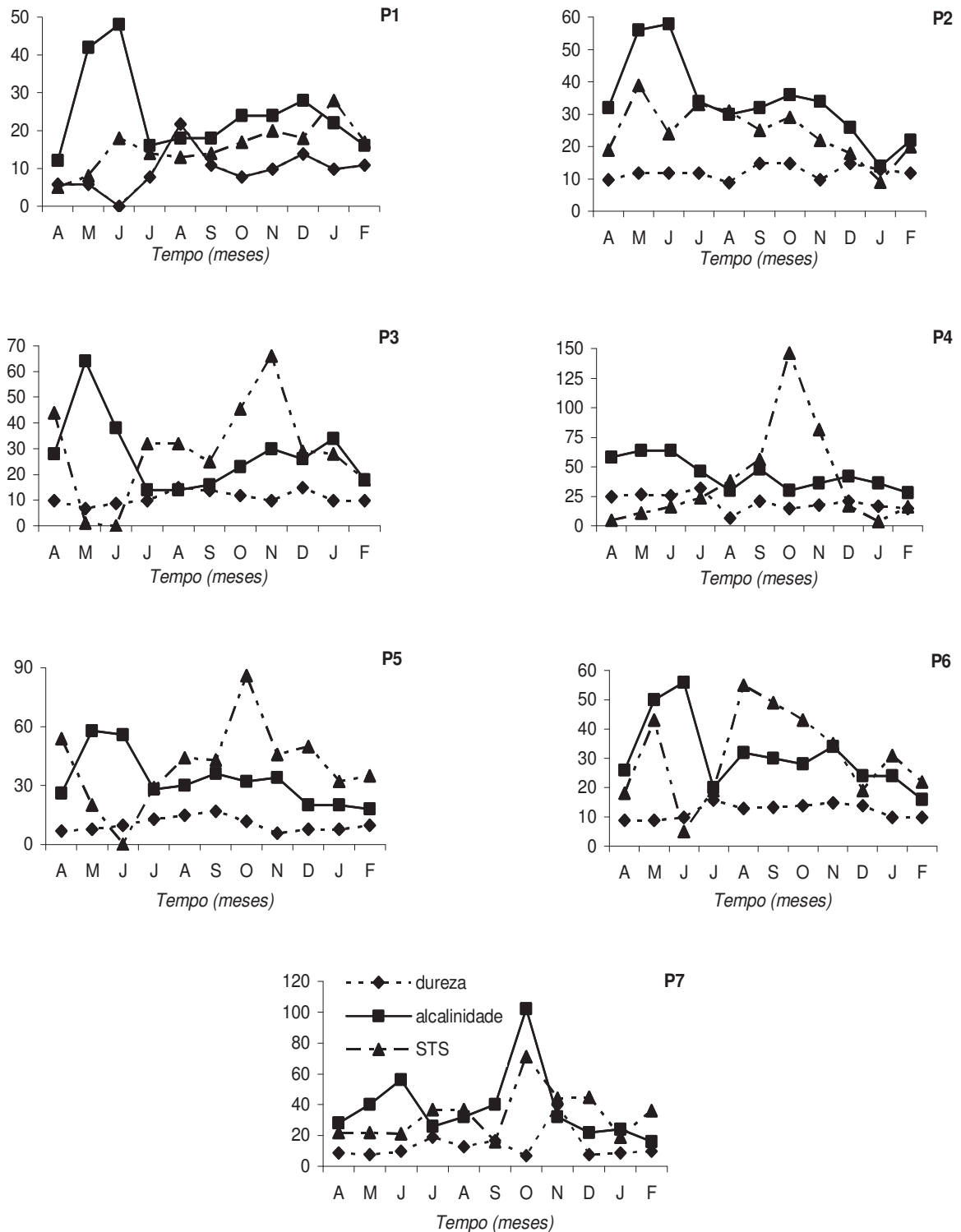
O maior valor de pH foi de 9,2 no P4 e o menor foi de 6,0 no P1, a variação do pH ao longo do período de estudo foi de 4,0 a 8,0. De maneira geral, o pH não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no período estudado (Figura 2).

A temperatura da água manteve-se constante entre os pontos e período, com máximo de 33,2 °C no mês de novembro e mínimo de 25,1 °C no mês de maio, com gradativo aumento médio na temperatura da água durante o período de estiagem (Figura 2).

A dureza apresentou variações nos pontos P1 (5,8 a 21,8 e média 9,5 mg/L) e P4 (6,8 a 32,8mg/L). Nos demais pontos estudados foi observado máximo de 39,8mg/L no P7 e mínimo de 5,8 mg/L no P5 em novembro, respectivamente. O ponto P6 apresentou valores médios de dureza um pouco acima dos observados no P1, excetuando o mês de agosto (21,8 mg/L), porém, sem diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. Já o P4 a diferença foi significativa ( $P < 0,05$ ), ocorrendo neste ponto a maior média observada (20,4mg/L). Para o P7, os valores médios no período foram maiores (13,4 mg/L), excetuando-se os índices obtidos em P4 (Figura 3).



**Figura 2 - Variação Sazonal da temperatura (°C), pH, condutividade (µS/cm) e oxigênio dissolvido (OD-mg/L) nos diferentes pontos amostrados, onde: P1= início do canal de abastecimento; P2= represa (R2); P3= local de descarga de R2; P4= tanque final do sistema; P5= rio a montante da área de descarga do sistema; P6= ponto final do sistema e P7= área a jusante da descarga do sistema.**



**Figura 3 - Variação sazonal (mg/L) da dureza, alcalinidade e sólidos totais solúveis (STS) nos diferentes pontos amostrados, onde: P1= início do canal de abastecimento; P2= represa (R2); P3= local de descarga de R2; P4= tanque final do sistema; P5= rio a montante da área de descarga do sistema; P6= ponto final do sistema e P7= área a jusante da descarga do sistema.**

Os maiores valores médios da alcalinidade foram observados no P4 (44,6 mg/L) que praticamente durante todo o período apresentou índices mais elevados em relação aos demais pontos e mesmo sendo independente, manteve a variação de acordo com a oscilação geral no período. Para esta variável, diferença significativa ( $P < 0,05$ ) ocorreu em P1 que apresentou os menores valores médios, (24,4 mg/L) no período comparado aos outros pontos de amostragem. Já para o restante do sistema o maior valor médio foi obtido em P7 com 38,7 mg/L (Figura 3).

Os valores de STS no P1 durante o período estudado, mantiveram-se constantes com média de 15,6 mg/L, entretanto, alterações foram observadas entre os demais pontos, apresentando máximo de 146 mg/L no P4 (outubro) e o mínimo de 1mg/L (maio). Em geral, os valores mantiveram-se abaixo de 66 mg/L, sem diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os pontos amostrados (Figura 3).

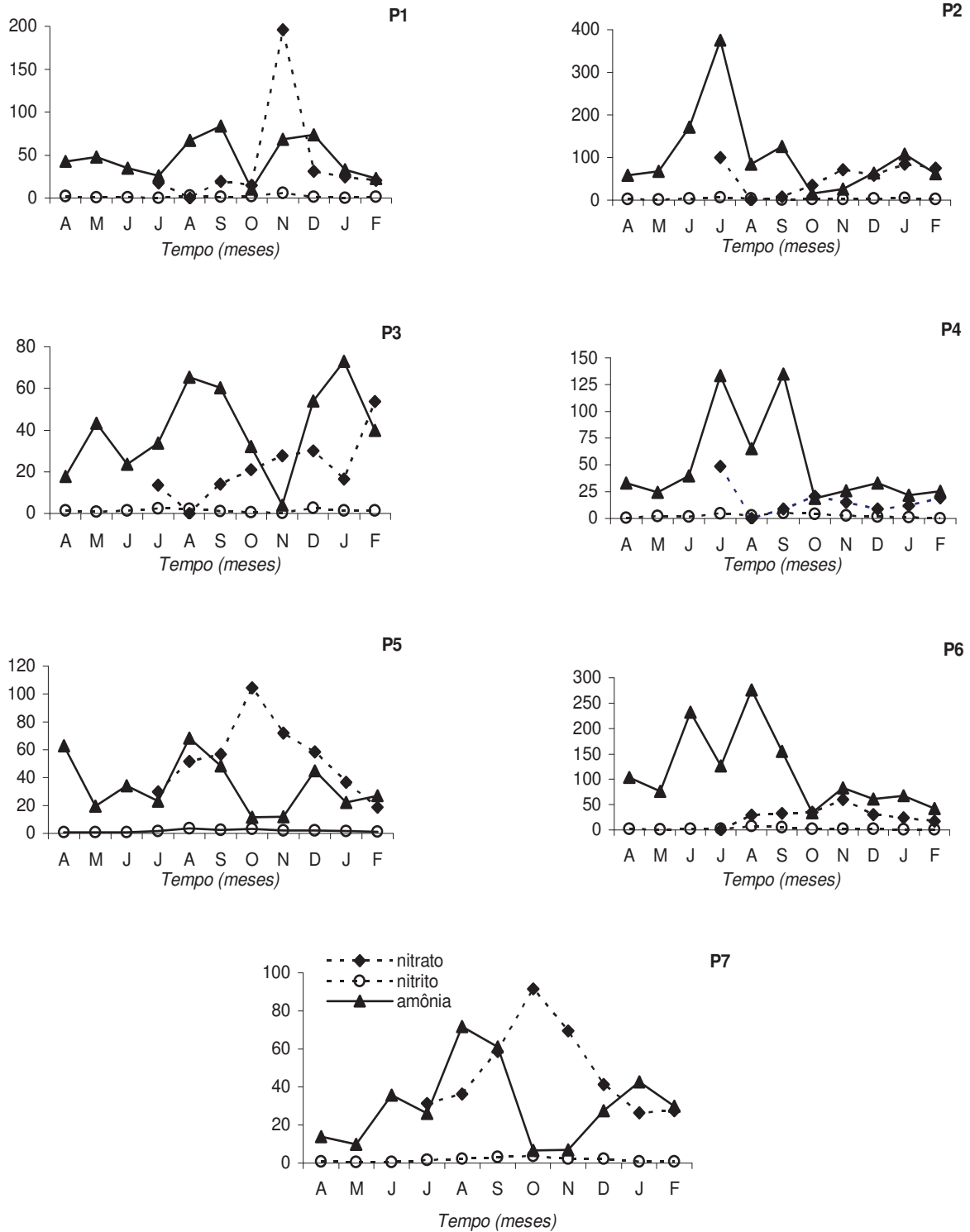
A amônia apresentou valores médios máximos no ponto P2 (105,3  $\mu\text{g/L}$ ) e P6 (110,1  $\mu\text{g/L}$ ) tendo sido obtidos os maiores valores no P6 (275,6  $\mu\text{g/L}$ ) em agosto e no P2 (375,9  $\mu\text{g/L}$ ) em julho, os menores valores médios foram obtidos no ponto P7 (30,2  $\mu\text{g/L}$ ). As variações significativas ( $P < 0,05$ ) foram observadas no P6 com valores máximos e nos pontos P5 (34,0) e P7 (30,2  $\mu\text{g/L}$ ) com os menores valores médios (Figura 4).

Os maiores valores para o nitrito foram observados nos pontos P2 (7,0  $\mu\text{g/L}$ ) e P6 (8,0  $\mu\text{g/L}$ ) nos meses de julho e agosto, respectivamente. A oscilação dos valores no ponto P4, não acompanhou as alterações apresentadas nos demais pontos de estudo, tendo apresentado máximo de 5,2  $\mu\text{g/L}$  no mês de setembro (Figura 4). Os pontos P1 e P2, diferenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) durante o período experimental tendo o P1 apresentado os menores valores médios em relação ao P2.

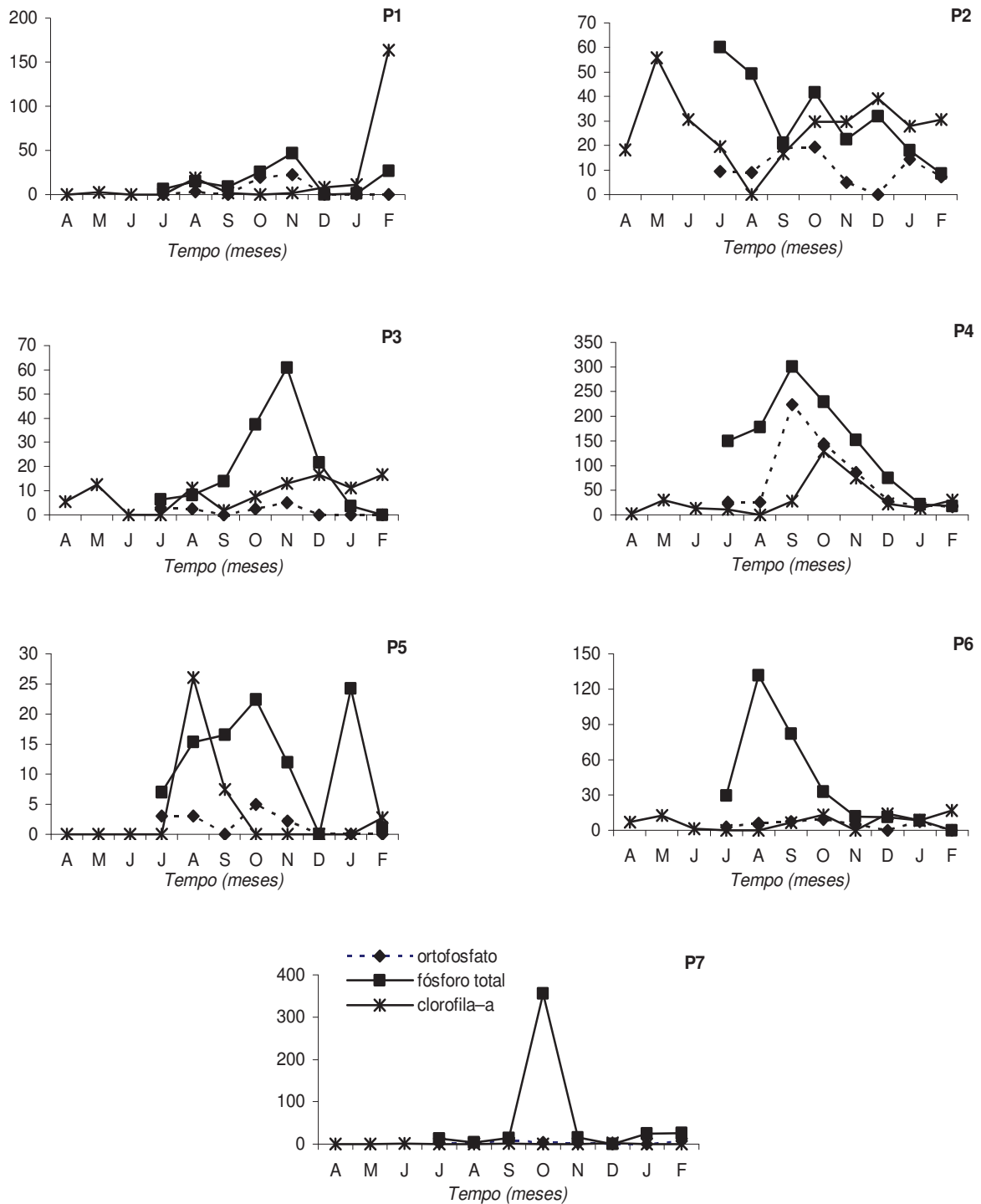
O nitrato apresentou similaridade nos valores entre os pontos nos meses de agosto a outubro, ocorrendo no mês de novembro brusca elevação no P1 (196,3  $\mu\text{g/L}$ ). Os maiores valores médios foram observados em P5 (53,4  $\mu\text{g/L}$ ) e os menores em P4 (16,9  $\mu\text{g/L}$ ), no entanto, estes índices não diferenciaram significativamente ( $P > 0,05$ ) durante o período (Figura 4).

O valor do ortofosfato em todos os períodos, apresentou índices máximos no P4 com pico no mês de Setembro (223,2  $\mu\text{g/L}$ ) e valores médios de 68,9  $\mu\text{g/L}$  diferenciando significativamente ( $P < 0,05$ ) com os demais pontos amostrados (Figura 5).

Os valores do fósforo total no P4, em todo o período experimental foram maiores que os obtidos nos outros pontos amostrados, atingindo o máximo de 300,6  $\mu\text{g/L}$  em setembro (seca). Já o ponto P6, em função de não ter vazão em setembro, não foi possível a análise



**Figura 4 - Variação sazonal ( $\mu\text{g/L}$ ) da amônia, nitrito e nitrato nos diferentes pontos amostrados, onde: P1= início do canal de abastecimento; P2= represa (R2); P3= local de descarga de R2; P4= tanque final do sistema; P5= rio a montante da área de descarga do sistema; P6= ponto final do sistema e P7= área a jusante da descarga do sistema.**



**Figura 5 -** Variação sazonal ( $\mu\text{g/L}$ ) de ortofosfato, fósforo total e clorofila-a nos diferentes pontos amostrados, onde: P1= início do canal de abastecimento; P2= represa (R2); P3= local de descarga de R2; P4= tanque final do sistema; P5= rio a montante da área de descarga do sistema; P6= ponto final do sistema e P7= área a jusante da descarga do sistema.

desta variável. Diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) foram encontradas entre o ponto P4 com P1, P3, P5 e P6, não havendo diferenças significativas entre o P2 e P7 (Figura 5).

A clorofila-*a* apresentou picos ao longo do período experimental, com o máximo obtido nos pontos amostrados de: P1 com 164,1  $\mu\text{g/L}$ , no P2 com 55,8  $\mu\text{g/L}$ , no P3 com 16,74  $\mu\text{g/L}$ , no P4 com 128,3  $\mu\text{g/L}$ , no P5 com 26,0  $\mu\text{g/L}$ , no P6 com 16,74  $\mu\text{g/L}$  e no P7 com 2,79  $\mu\text{g/L}$ . Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os pontos P2 e P4 com P5 e P7, nos demais pontos os valores da clorofila-*a* mantiveram similaridade não variando significativamente ( $P > 0,05$ ) durante o período estudado (Figura 5).

Durante o período de chuva, de outubro a fevereiro (276,6 mm/mês), os valores médios da temperatura, pH, condutividade, nitrato, clorofila-*a* e STS foram maiores que no outro período, não apresentando diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no sistema. Para o período de seca, abril a setembro (72,2 mm/mês), os valores médios das variáveis oxigênio dissolvido, alcalinidade, amônia, ortofosfato e fósforo total foram maiores em relação ao período de chuva com diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para a amônia, ortofosfato e fósforo total. De maneira geral, as variáveis analisadas apresentaram valores crescentes, quando comparados o P1 em relação ao P6, principalmente no período da seca.

A influência da descarga P6 no corpo receptor P7 pode ser observada no período de chuva em relação as variáveis dureza, ortofosfato e fósforo total e no período de seca para o ortofosfato, no entanto, sem apresentarem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) em P7.

### **Dados morfométricos e batimétricos**

A represa R2 (P2), está localizada em ambiente com faixa marginal composta por vegetação ciliar abaixo dos limites estipulados na Lei Complementar 38 (1995), vigente no Estado, que trata dos limites das áreas de preservação permanente (APP's), existindo 90% de sua área na disposição Leste – Oeste, favorável à direção dos ventos. A forma que se aproxima a represa é cônica com margens irregulares retratando ambiente com área e volume acentuados. A avaliação das margens, observando os extremos demonstrou a represa R2 (P2) com uma lâmina d'água de 11,02 ha, com profundidade máxima de 4,50m e mínima de 1,00m totalizando volume de 201.147  $\text{m}^3$  (Figura 1).

A represa R4 (P4) apresentou profundidade máxima de 2,40m e mínima de 0,50m, com margens irregulares, lâmina superficial de 2,73 ha e volume 45.826  $\text{m}^3$ , e uma pequena faixa de mata ciliar na face confrontante à área de influência do rio Porto de Areia (Figura 1).

A piscicultura possui lâmina d'água de 64,87 ha distribuídos em tanques e represas. Os pontos P1, P3 e P6 estão localizados no canal de abastecimento/descarga totalizando, 1.217m de comprimento com profundidade média de 0,50m.

### **Discussão**

O baixo teor de oxigênio dissolvido e elevada concentração de amônia no P4, durante o mês de julho podem estar relacionados ao aumento do arraçoamento resultando na maior disponibilização deste nutriente originada das excretas e trocas gasosas. No P2, em função da baixa densidade populacional existente, comparando com a área total e volume específico, não foi observado decréscimo do oxigênio dissolvido, no entanto a baixa concentração desta variável em novembro, provavelmente deve-se a menor insolação observada no dia da colheita. A baixa densidade de estocagem de peixes em tanques contribui para que o ambiente não se torne eutrófico (Souza et al, 2000).

O enriquecimento de nutrientes, principalmente de nitrogênio e de fósforo, em tanques de piscicultura é bastante comum, devido principalmente à entrada de compostos que contêm tais elementos como, por exemplo, a ração (Mainardes-Pinto e Mercante, 2003).

A elevação crescente dos nutrientes constatada nos meses de julho a setembro no P4 pode ter sido originada do processo de arraçoamento e revolvimento do sedimento em função da retirada gradativa dos peixes para povoamento em outros tanques, ocasionando a disponibilização dos nutrientes presentes no sedimento estimulando a produção de fitoplâncton e aumento de clorofila-*a*. Os nutrientes dissolvidos estimulam a produção de fitoplâncton nos tanques aumentando substancialmente a matéria orgânica (Duarte, 2002; El-Shafai et al., 2004).

Drapcho e Brune (2000) ressaltaram que vários fatores podem elevar as concentrações de nutrientes na água e, conseqüentemente, colaboram para o aumento da produção primária, entre eles pode-se considerar os restos de ração não consumida e as entradas de carbono no sistema via respiração do zooplâncton, bactérias e peixes.

Com a retirada dos peixes de P4, ocorreu aumento da clorofila-*a* e gradual diminuição nos índices de fósforo e ortofosfato nos meses de setembro e outubro. Estes dados são corroborados com o índice dos compostos nitrogenados, principalmente, para a amônia, que decresceu durante o mesmo período, observando-se um comportamento inverso na relação nitrato-nitrito neste período, provavelmente devido a ação das bactérias nitrificantes que transformaram o nitrito disponível em nitrato.

Os valores médios de nitrato e nitrito observados no rio nos pontos P5 e P7, em período de seca, o mesmo ocorrido para o STS, podem ter origem dos bovinos que utilizam o rio como bebedouro e ocasionalmente eliminam fezes e urina, e a partir do mês de outubro houve um decréscimo nos valores destas variáveis, em função do aumento da pluviosidade, resultando em maior dissolução deste composto. Já no P2 os valores crescentes do nitrato a partir do mês de outubro, coincidem com as oscilações do nitrito e amônia. Este fato pode ser justificado pelo arraçoamento e manejo empregados nesta represa (R2). No P1 os valores de nitrito, diferenciam dos valores de P2, por esta ser uma represa de criação de peixe enquanto o P1 é utilizado apenas para abastecimento.

Apesar de concentrações elevadas de nutrientes, principalmente amônia e fósforo total o P6, pelo fato de receber o efluente de todo o sistema da piscicultura, incluindo o local de processamento, não provocou diferenças em P7 pelo fato de que o P6 até a área de descarga, a montante de P7, existe 572m de canal com vários pequenos meandros e farta vegetação aquática, podendo ser responsável pela retenção/absorção da matéria orgânica e inorgânica produzida. Os leitos cultivados contribuem para a manutenção da qualidade da água, através da remoção e retenção de nutrientes, do processamento da matéria orgânica e resíduos químicos e da redução da carga de sedimentos descartada nos corpos receptores (Hussar et al, 2005).

Os valores crescentes das variáveis estudadas observados de P1 ao P6, principalmente, em período de seca podem estar associados à baixa dissolução da descarga em função da menor intensidade pluviométrica, típica neste período na região, e ao mesmo tempo às atividades de alevinagem e processamento do pescado realizado a montante de P6.

Para Colosso et al (2003), a concentração de fósforo solúvel na água de efluentes aumenta durante as primeiras horas de alimentação diminuindo após quatro ou seis horas. O valor encontrado no P2 pode ser de origem da alimentação uma vez que as colheitas foram realizadas sempre nas primeiras horas do período vespertino e o arraçoamento feito no período matutino.

A condutividade em P3, apresentou valores médios menores que P2 e P1, sendo influenciada pela existência de grande quantidade de macrófitas presentes no canal que conduz a água de P2 para P3, responsável pela retirada de parte dos íons presentes na água. As plantas aquáticas podem ter efeito de impacto positivo, devido à capacidade de redução do fósforo total e nitrato na coluna d'água (Sipaúba-Tavares et al., 2003).

Para Chernicharo (2001), conforme a água flui pelo substrato, a vegetação age como uma barreira à manutenção do seu curso, diminuindo a velocidade de avanço, em direção ao

corpo receptor, fazendo com que os sedimentos e poluentes que carrega, precipitem. Desta maneira, estes sedimentos e poluentes podem ser capturados pela vegetação e, logo após, metabolizados.

A baixa alcalinidade e pH apresentados em P1 podem estar relacionados ao fato da represa ser destinada ao abastecimento do sistema, além de não ter sido adicionado qualquer tipo de tratamento químico ou orgânico na mesma durante o período de estudo. As águas utilizadas para criação de peixes na Amazônia, normalmente, apresentam baixas concentrações de sais dissolvidos (Izel, 1995; Araújo-Lima e Goulding, 1997; Brandão et al., 2004). Já no restante do sistema, excetuando-se o P4, o maior valor apresentado desta variável foi no P7, que pode ter sido influenciado pela descarga dos tanques, represas e do local de processamento do pescado, cujos rejeitos são lançados no canal. Ressalta-se que no dia anterior a colheita foi realizado o abate de cinco toneladas de pescado, podendo ser o diferencial nos valores destas variáveis.

As variações observadas na dureza para os pontos P1 e P4, podem ser justificadas pelas diferentes peculiaridades de cada ambiente atuando no sistema, onde um (P1) é destinado ao abastecimento com características naturais e o outro (P4) é a produção de organismos aquáticos, que recebe tratamento prévio antes do povoamento. Já para o P7 os valores médios de dureza apresentados tem a influência direta do manejo empregado pela piscicultura estudada, mais àquela proveniente do próprio rio (P5).

O padrão de flutuação das variáveis dureza, condutividade e alcalinidade, podem ser atribuído à calagem no período inicial observando diminuição dos valores ao longo do estudo no P4. Observa-se ainda que neste ponto (P4) a água é mantida apenas para manutenção do nível, na compensação da perda devido à infiltração e evaporação. O alto valor do pH verificado no mês de outubro pode ser justificado pela liberação de carbonatos retidos no sedimento com a passagem da rede de arrasto para a retirada dos peixes.

Quanto ao STS, os maiores valores foram obtidos no período de retirada dos peixes, onde ocorreu o revolvimento do sedimento o que aumentou a concentração do STS. Outro fator levado em consideração é a elevação dos índices de nutrientes e o aumento da concentração dos sólidos desta represa, principalmente solúveis, que pode ser atribuído a diminuição do volume de água observado.

Para o P2 e P4 a variação da clorofila-*a* observada, pode ter justificativa nos índices dos compostos nitrogenados apresentados no período. Observa-se que houve uma queda na produção da clorofila-*a* associada ao declínio das formas nitrogenadas. Características similares foram observadas por Sipaúba-Tavares et al. (2003) que encontraram altos valores

médios das variáveis físicas e químicas, com exceção da clorofila-*a* e dos compostos nitrogenados, em viveiros cobertos por macrófita *Salvinia sp.* Os menores valores observados nos pontos amostrados no rio podem ser justificados pela menor concentração de nutrientes existente em ambientes lóticos em relação aos sistemas de produção de organismos aquáticos. Nos ambientes de fluxo contínuo, os nutrientes são carregados diminuindo a densidade de fitoplâncton que pode estar refletida nas baixas concentrações de colorofila-*a* (Souza et al., 2000).

A concentração de sólidos nos ecossistemas lóticos está ligada a inúmeros fatores, dentre eles a precipitação pluviométrica, a existência de regiões de corredeiras, a alteração nas margens, ao desmatamento de áreas vizinhas e a constituição do solo (Rodrigues, 2001).

Com base nos resultados obtidos para as variáveis amostradas o P4, apresentou-se em geral com as piores condições de qualidade da água, porém isto não refletiu diretamente no corpo receptor (P7) pelo fato da água passar por um canal coberto de vegetação que apresentou efeito positivo na descarga da água da piscicultura. Os valores médios de algumas variáveis observados no P7 (a jusante) foram similares aqueles contidos no rio (P5, a montante) com exceção do ortofosfato, fósforo total, alcalinidade, dureza e condutividade apresentando alterações não significativas.

Os comparativos entre os períodos mostram que as maiores alterações na qualidade da descarga do sistema ocorrem nos meses de menor intensidade pluviométrica, porém, dentro dos limites estipulados pela Resolução 357 CONAMA (2005) que conferem a classe 2 ao efluente para as variáveis observadas neste estudo. Contudo, não pode ser esquecido que práticas de despesca, em qualquer sistema, contribuem para a elevação de variáveis limnológicas, e desta forma torna-se necessária a utilização de adequadas práticas de manejo.

Mesmo dentro dos limites legais, não é eliminado o risco de impacto local e ações poluidoras que podem ocorrer devido à implantação de novas pisciculturas, uso de agrotóxicos e defensivos agrícolas na mesma bacia hidrográfica, que poderão alterar as características deste importante manancial. Embora, os efluentes contínuos apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, a provável alteração no rio para as variáveis alcalinidade, dureza e fósforo total, que neste estudo podem estar relacionadas à descarga do sistema de piscicultura, tendem a contribuir para a deterioração progressiva da qualidade da água do corpo hídrico em questão.

Desta forma é evidente a necessidade de boas práticas de manejo em ambientes cultivados que tem como o sistema de fluxo contínuo a principal forma de manejo, devendo

ser intensificada no período de seca onde a vazão é menor diminuindo o poder auto-depurador nos corpos receptores.

Conforme observado neste trabalho, o empreendimento pode ser considerado viável econômica e ecologicamente, sendo necessário, entretanto, procedimentos urgentes em relação ao sistema de processamento do pescado produzido, minimizando o impacto observado. O canal existente no ponto final do sistema até a descarga no corpo receptor deve ser mantido e, ao mesmo tempo, efetivado o manejo das macrófitas existentes, possibilitando uma melhor retenção dos compostos existentes no efluente do sistema. Ações mitigatórias efetivadas proporcionarão melhor qualidade no efluente não alterando as características do corpo receptor.

## **5. CONCLUSÕES GERAIS**

Através dos dados obtidos neste estudo podemos concluir que:

- As maiores alterações nos parâmetros estudados no sistema foram observadas durante os meses que apresentam menor pluviosidade;
- A prática de pesca no sistema estudado contribui para a elevação de variáveis limnológicas, alterando a qualidade do efluente;
- Os ambientes com fluxo estagnado apresentaram as maiores alterações limnológicas;
- O laboratório de alevinos e a estrutura utilizada para abate e processamento do pescado contribui significativamente para a deterioração do efluente;
- O canal existente no final do sistema a montante do corpo receptor, com macrófitas em seu percurso é essencial à depuração do efluente gerado;
- As observações acima nos levam a crer que o nível de poluição gerado pela piscicultura apresenta-se intimamente ligado às situações do manejo dos tanques, da alimentação e do sistema de processamento do pescado, portanto o emprego de práticas articuláveis e adequadas do manejo do sistema estudado, resulta numa gestão racional da água e melhoria da qualidade dos efluentes gerados.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

- Propor medidas mitigatórias em relação ao manejo no sistema como: aumentar o fluxo de água nas represas e tanques, tratar os resíduos gerados pelo processamento do pescado durante os meses relativos ao período de seca;
- Monitorar com frequência os efluentes de aquíicultura, buscando desta forma a sustentabilidade dos empreendimentos aquícolas;

- Readequar o sistema de produção de alevinos e processamento do pescado em relação ao efluente gerado através da implantação de canais funcionais com plantas aquáticas (“wetland”);
- Aplicar condutas visando minimizar o passivo ambiental, com a aplicação das Boas Práticas de Manejo no sistema estudado, servindo como modelo para os demais empreendimentos regionais.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Silvia R.L. de Laurentiz e Tatiana Betioli Fioresi pela contribuição nos trabalhos de laboratório e a família Pappen pelo consentimento da área para pesquisa.

### **Referências**

- ARAÚJO-LIMA, C.R.M.; GOULDING, M. So fruitful fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. New York: Columbia University Press, 157p.1997.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. *In*: J.E.P. Cyrino *et al.* (Ed.) Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo : TecArt, p. 26. 2004.
- BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. *Pesq. agropec. bras.* 39 (4), 357-362. 2004.
- CHERNICHARO, C. A. DE L. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. 2 ed.;Belo Horizonte, MG: UFMG: Projeto PROSAB; 544 p.. 2001.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE–CONAMA. Resolução 357, de 18/03/2005. Dispõe sobre a classificação das águas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>> . Acesso em 16/04/2005.
- COLOSSO R.M.; KING, K.; FLETCHER, J.W.; HENDRIX, M.A.; SUBRAMANYAM, M.; WEIS, P.; FERRARIS, R.P. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels / *Aquaculture* 220, 801–820.2003.
- DRAPCHO, C.M.; BRUNE, D.E. The partitioned aquaculture system: impact of design and environmental parameters on algal productivity and photosynthetic oxygen production. *Aquacult. Eng., Essex*, 21 (3), 151-168. 2000.

- DUARTE, S. Estudo das Potencialidades das Zonas Húmicas Artificiais no Tratamento de Efluentes Aquícolas. Instituto Superior Técnico. p 47. 2002.
- EL-SHAFI, S.A.; EL-GOHARY, F.A.; NASR, F.A.; VAN DER STEEN, N. P.; GIJZEN, H.J. Chronic ammonia toxicity to duckweed-fed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 232 (1-4)117-127, 2004.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. IBP Handbook 8, Oxford, p.213, 1978.
- GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S.; EATON, A.D. Standart methods for examination of water and wasterwater. 18thed. American Public Health Association. cap. 9, Microbiological examinatio, Washington, p. 399.1992.
- HUSSAR G.J.; PARADELA, A.L.; JONAS, T.C.; GOMES, J.P.R. Tratamento da água de escoamento de tanque de piscicultura através de leitos cultivados de vazão subsuperficial: análise da qualidade física e química. *Eng. ambient. - Espírito Santo do Pinhal*, 2(1), 046-059.2005.
- IZEL, A.C.U. A qualidade do solo e da água. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Ed.). *Criando peixes na Amazônia*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 17-28p. 1995.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: K. Grasshoff (ed.), *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie Weinhein, New York. pp. 117-181. 1976.
- MACKARETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. *Water analysis: some revised methods for limnologist*. (Freshwater Biological Association Scientific Publication, n. 36) Kendal: Titus Wilson & Sons Ltda. P. 117. 1978.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; MERCANTE C. T. J. Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus Linnaeus*), São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 25 (2), 323-328, 2003.
- MATO GROSSO, Lei Complementar nº 38 de 21 de Novembro de 1995. Dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente. Código Ambiental do Estado de Mato Grosso.
- NUSH, E.A. Comparision of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Arch. Fur hydrobiology*, 14, 14-36. 1980.

- PAGGI, L.C. Características Limnológicas de riachos de primeira ordem, da microbacia do rio Porto de Areia, Paranaíta – MT. Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2001.
- RODRIGUES, M.P. Avaliação na qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 175p. São Carlos-SP. 2001.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; GAGLIANONE, M.C. Estudo preliminar da sucessão dos parâmetros físicos, químicos e biológicos em dois viveiros de piscicultura. *Ver. Regional de Acuicultura*, 7 (1): 8-12, 1993.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BARROS, A. F.; BRAGA F. M. S. Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond. *Acta Scientiarum: Biological Sciences Maringá*, 25 (1), 101-106, 2003.
- SOUZA, V. L.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; URBINATI, E.C. Manejo alimentar e tempo de residência da água. *Ciência Animal Brasileira* 1(2), 115-121. 2000.