

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL - TECNOLOGIA EM
AQUICULTURA CONTINENTAL

ESTUDO DE CASO SOBRE ASPECTOS DA ATIVIDADE DA
PISCICULTURA NA MICROBACIA DO RIO DOS BOIS EM
CEZARINA/GO

IVÂNIA LUÍZA BARBACENA

Goiânia-GO

2009

IVÂNIA LUÍZA BARBACENA

**ESTUDO DE CASO SOBRE ASPECTOS DA ATIVIDADE DA
PISCICULTURA NA MICROBACIA DO RIO DOS BOIS EM
CEZARINA/GO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional – Tecnologia em Aquicultura Continental, como requisito parcial para a obtenção de Título de Mestre em Tecnologia em Aquicultura Continental.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Eloisa Cardoso da Rosa

Goiânia-GO

2009

R788e

Barbacena, Ivânia Luiza.

Estudo de caso sobre aspectos da atividade de piscicultura na microbacia do rio dos Bois de Cezarina/GO/ Ivânia Luiza Barbacena. - 2009.

63f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Mestrado Profissional Tecnologia e Aqüicultura Continental, 2009.

“Orientadora: Profa. Dra. Maria Eloísa Cardoso da Rosa”.

1. Piscicultura – rio dos Bois – Cezarina (GO). 2. Viveiro escavado – água- qualidade – rio dos Bois – Cezarina (GO).

3. Água- parâmetros físicos e químicos – estudo de caso. I. Título.

CDU: 639.3 (817.3Cezarina)(043.3)

IVÂNIA LUÍZA BARBACENA

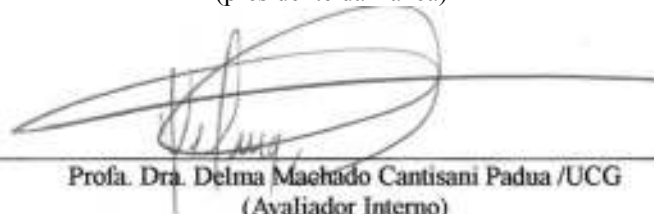
**ESTUDO DE CASO SOBRE ASPECTOS DA ATIVIDADE DA PISCICULTURA NA
MICROBACIA DO RIO DOS BOIS EM CEZARINA/GO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional - Tecnologia em Aquicultura Continental como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologia em Aquicultura Continental.

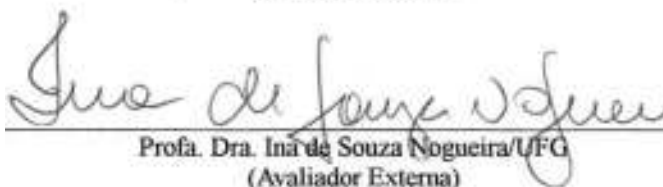
Data de Aprovação: 28/09/2009



Prof. Dra. Maria Eloisa Cardoso da Rosa /UCG
(presidente da Banca)



Prof. Dra. Delma Maehado Cantisani Padua /UCG
(Avaliador Interno)



Prof. Dra. Iná de Souza Nogueira/UFG
(Avaliador Externa)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Maria Eloísa Cardoso da Rosa.

Aos colegas e mestres do Curso de Aquicultura da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

À Câmara Federal na pessoa do Deputado Federal Pedro Wilson, que com o espírito educador e visão ampla compareceu apoiando decisivamente os mestrandos da primeira turma do Mestrado Profissional Tecnologia em Aquicultura Continental em Goiás.

Ao colega extensionista Adilon Antônio de Souza, pela confiança depositada aos funcionários da Agenciarrural.

À professora Delma Machado Cantisani Pádua, coordenadora do Mestrado de Aquicultura e sua equipe pelo apoio irrestrito.

À Universidade Católica de Goiás pelo suporte acadêmico disponível.

Aos meus pais (*in memoriam*) que sempre estimularam a educação acima de tudo.

À minha família, agradecimento especial pela compreensão, incentivo e apoio.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	vi
ÍNDICE DE FOTOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 A aquicultura mundial e brasileira	15
3.2 A aquicultura regional	16
3.3 Microbacia rio dos Bois.....	16
3.4 Impactos ambientais da aquicultura sobre a qualidade da água	19
3.5 Construção de viveiros de piscicultura	21
3.6 Boas práticas de manejo na aquicultura	25
3.7 Parâmetros físicos e químicos da água	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Escolha das propriedades	30
4.2 Descrição dos viveiros	33
4.3 Parâmetros e análises realizadas	34
4.4 Análise estatística	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6 CONCLUSÃO	53
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

ÍNDICE DE TABELAS

1. Tabela 1	Tipo de construção, a dimensão, a profundidade máxima de cada um, o volume de água estimado, a presença de algas e/ou macrófitas, a espécie cultivada, alimentação fornecida e zona eufótica.	33
<hr/>		
2. Tabela 2	Parâmetros recomendados pela Resolução 357/2005 do CONAMA para organismos aquáticos de água doce classe 2	41
<hr/>		
3. Tabela 3	Resultado do pH (pH), oxigênio dissolvido (OD), amônia (N-NH ₃), dureza (DUR), temperatura ambiente (T AMB), temperatura da água (T H ₂ O), transparência (TRANS), alcalinidade (ALC) e ortofosfato (ORT) da água analisada suas médias a montante (MON) e a jusante (JUS) de viveiros escavados, desvio padrão (DP) e significância (P)	42

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1	Propriedade 6 – Barragem das nascentes	31
Foto 2	Propriedade 5- Presença de macrofitas e foto aérea do viveiro	31
Foto 3	Propriedade 5- Presença de algas submersas e macrofitas	31
Foto 4	Propriedade 4- Presença de algas submersas	32
Foto 5	Propriedade 4- Presença de algas submersas	32
Foto 6	Propriedade 3 – Ausência de Mata Ciliar	32
Foto 7	Propriedade 2 – Dimensão do Viveiro	32
Foto 8	Propriedade 2- Retorno da água ao córrego	32
Foto 9	Propriedade 1- Presença de macrofitas e algas submersas	33
Foto 10	Propriedade 1- Presença de macrofitas e algas submersas	33
Foto 11	Município de Cezarina tendo o rio dos Bois como confrontante a leste	37

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Figura 1	Médias dos valores de pH nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas	43
2. Figura 2	Médias dos valores de pH nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas em função dos horários de coleta	43
3. Figura 3	Médias das concentrações de oxigênio dissolvido nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas.	44
4. Figura 4	Médias das concentrações de amônia dissolvida nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas	46
5. Figura 5	Médias de dureza nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas	47
6. Figura 6	Médias da temperatura da água nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas	48
7. Figura 7	Médias das temperaturas ambiente da água em função dos horários de coleta	48
8. Figura 8	Média de transparência das águas dos viveiros escavados em diferentes propriedades	49
9. Figura 9	Médias de alcalinidade nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas	50
10. Figura 10	Médias de ortofosfato nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas	52

RESUMO

O estudo de parâmetros que atuam na qualidade da água em viveiros escavados em uma microbacia é importante porque permite uma visão holística direcionada no sentido de promover o melhor gerenciamento para a atividade bem como fornecer informações consideráveis a respeito dos ecossistemas aquáticos envolvidos. O objetivo do presente trabalho foi analisar quantitativamente parâmetros físicos e químicos da água em viveiros escavados (pequenas represas e tanques) de piscicultura dentro da microbacia rio dos Bois no município de Cezarina/GO ,durante um ciclo nictemeral. Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 08, 13, 18 e 23 do mês de julho de 2009. A amostragem ocorreu em um período de 24 horas com coletas a cada 6 horas para coincidir as maiores e as menores temperaturas durante o dia e foram em dois pontos distintos: a montante e a jusante dos viveiros. Para caracterizar a qualidade da água foram analisados através de kits comerciais para análise de água doce, os parâmetros: temperatura do ambiente, temperatura da água, transparência, amônia, dureza, alcalinidade, oxigênio dissolvido, pH e ortofosfato. Comparando os parâmetros de qualidade da água de montante e jusante dos viveiros em estudo, os valores revelam que não houve diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os pontos para as variáveis temperatura do ambiente, temperatura da água, transparência, amônia, dureza, alcalinidade, oxigênio dissolvido e ortofosfato e que apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para o parâmetro pH. Para otimizar as condições de cultivo, sugere-se algumas técnicas de Boas Práticas de Manejo (BPM) adotadas em aquicultura.

Palavras Chaves: Qualidade da água, Viveiros escavados, Parâmetros físicos e químicos da água, nictemeral

ABSTRACT

A study of parameters that act on water quality in micro-watershed dug ponds is important because it enables a holistic approach aimed to promote better activity management and provide considerable information about the ecosystems involved. The aim of this study was to quantify physical and chemical parameters of water in dug ponds (small dams and tanks) of fish within a micro-watershed during a diurnal cycle. The field work was performed at days 08, 13, 18 and 23 of July 2009 in a small catchment of the Rio dos Bois, in the municipality of Cezarina, State of Goiás. The sampling occurred over a period of 24 hours with the collection every 6 hours in two different sites: the upstream and downstream of the ponds. To characterize the water quality parameters it was analyzed: weather temperature, water temperature, transparency, ammonia, hardness, alkalinity, dissolved oxygen, pH and orthophosphate. Comparing the parameters of water quality upstream and downstream of the ponds in the study, the figures show that there was no statistically significant differences ($p > 0.05$) between the points for the variable ambient temperature, water temperature, transparency, ammonia, hardness, alkalinity, dissolved oxygen and orthophosphate and showed a statistically significant ($p < 0.05$) for the parameter pH. To optimize culture conditions, we suggest some techniques of Good Management Practices (GMP) adopted in aquaculture.

Key-Words: Water quality, River micro-watershed oxen, Dug ponds, Physical and chemical water's parameters.

1. INTRODUÇÃO

A água é vista como um capital ecológico de grande importância e base de um dos maiores potenciais de biodiversidade da terra e de produção da biomassa, atuando como elemento fundamental ao desenvolvimento socioeconômico sustentado. A conservação da água e o seu reuso dentro do ciclo produtivo tem sido o principal ponto de debate nos recentes anos (PAZ et al, 2005). No uso da água na aquicultura é interessante conhecer a origem, o uso e reuso e a manutenção de suas características para a preservação das gerações futuras.

Para o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (2000), A aquicultura é a atividade agropecuária que mais cresceu nos últimos dez anos. Com a diminuição dos estoques pesqueiros mais importantes em nível mundial, ela se torna cada vez mais necessária e lucrativa. Para que a aquicultura continue a crescer faz-se necessário observar com rigor os fatores econômicos, ambientais e sociais. A aquicultura deve ser produtiva e lucrativa, mesmo incluindo os custos externos de produção. Deve usar racionalmente os recursos naturais sem degradar os ecossistemas no qual se insere. Deve gerar empregos e/ou auto-empregos para a comunidade local, elevando sua qualidade de vida e respeitando a cultura existente (VALENTI, 2002).

A microbacia rio dos Bois foi eleita porque a situação ambiental em que se encontra não é confortável quando se analisa a capacidade dos afluentes em relação aos impactos provocados pela sobrecarga de usos, incluindo a piscicultura. O município de Cezarina/GO encontra-se dentro da microbacia rio dos Bois, é banhado pelo rio dos Bois e os vários afluentes, nos quais se encontram viveiros escavados destinados a piscicultura. Estes viveiros normalmente foram e são construídos através da interceptação do córrego (maioria) ou por derivação através de canais que levam a água por declividade. Observa-se *in loco* que a água é devolvida ao córrego sem tratamentos prévios.

Ostrensky *et al* (2008) apontam “dentre os problemas enfrentados pelo setor destacam-se: a lenta, mas contínua transição de uma fase artesanal com baixos índices econômicos e zootécnicos”.

Pádua *et al* (2006) ressaltam que, “em Goiás como no Brasil, a piscicultura é uma atividade ainda conduzida com amadorismo”. A maioria dos piscicultores não fazem investimentos em assistência técnica especializada, a mão de obra utilizada é de baixa qualificação e a falta de gestão, em especial o monitoramento da qualidade da água, despontam como fatores limitantes para a produtividade economicamente viável. Verificou-se

que o aspecto do assistencialismo na atividade agrícola também ocorre na piscicultura em Cezarina e de posse desta informação optou-se neste trabalho pelo uso de kits para analisar a água (por que é um processo de baixo custo, rápido e simples para análise da qualidade da água) cuja finalidade é despertar o interesse dos produtores no sentido de buscar alternativas para viabilizar da atividade economicamente.

Atualmente a preocupação com os impactos ambientais ocasionados por qualquer atividade é crescente, inclusive a piscicultura. A aquicultura em geral, e a piscicultura interior em particular, é uma atividade impactante ao meio, e a alimentação e nutrição dos peixes confinados é o que mais influencia o impacto ambiental da atividade (EMBRAPA, 2007).

Medidas mitigadoras para controle do impacto ambiental devem contemplar não só o manejo alimentar, como também o uso da água, recurso natural não renovável e de uso múltiplo. O objetivo deste trabalho foi avaliar quantitativamente parâmetros físicos e químicos da água em seis viveiros escavados durante o ciclo nictemeral em intervalos de cinco dias durante o mês de julho.

2. JUSTIFICATIVA

A atividade piscicultura dentro da microbacia rio dos Bois há muitos anos é praticada, em grande parte, em viveiros escavados e em pequenas represas com manejo inadequado utilizando a água sem a devida observância quanto à qualidade e a quantidade, e ainda é considerada como complemento da renda das pequenas propriedades. Os viveiros foram e são construídos a partir da elevação de um dique ou barragem capaz de interceptar um curso de água ou através de derivação onde tanto o abastecimento, quanto a drenagem são feitos por meio de canais e em ambos os processos são reservatórios escavados na terra.

O rio dos Bois é divisa territorial em toda a sua extensão a leste do município de Cezarina/GO. O município apresenta um potencial grande para o desenvolvimento da piscicultura em razão de apresentar relevo plano a suave ondulado e possuir afluentes importantes como o Córrego Borá (abastece a área urbana), córregos Sabugueiro, Pedra do Amolar, Areia e outros que seguramente podem ser utilizados para a atividade.

Os produtores em princípio têm o propósito de obter renda com o investimento, e por falta de interesse e conhecimento técnico infelizmente não procuram ou não encontram a assistência técnica especializada. Esta deficiência inicia-se desde a construção dos viveiros, escolha das espécies, manutenção, prática de cultivo até a comercialização. Eles recebem (quando recebem) orientações dos vendedores de alevinos e ração com interesses diversos. São vários os problemas na atividade entre eles o uso indevido e indiscriminado da água, o desconhecimento de técnicas simples como as vantagens do uso de um kit de análise para água doce e sua aplicação para viabilizar economicamente e ambientalmente a atividade aquícola.

A assistência técnica oficial não está adequadamente preparada para atender com qualidade e quantidade a demanda existente na área da piscicultura em Goiás, carece de treinamento técnico específico e aprofundado, além da falta de estímulo para o empenho na área de piscicultura.

Atualmente no município a piscicultura atrai um grupo de pessoas de interesse maior na qualificação, são os filhos de produtores que pensam em tecnologia respeitando o meio ambiente. Trata-se de uma associação recém criada visando buscar soluções para seus problemas na atividade.

A qualidade da água nas pisciculturas existentes não foram objetos de atenção por parte dos produtores nem da assistência técnica deficitária e este pode ser o gargalo da produção e da produtividade na atividade. As informações relativas a dados sobre qualidade da água que possam facilitar a condução da atividade e colaborar para o desenvolvimento de uma piscicultura empreendedora e responsável justificam o estudo de caso na microbacia do rio dos Bois.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Aquicultura Mundial e Brasileira

Segundo Huet (1970) citado por Tiago (2007) historicamente, a prática da aquicultura é muito antiga. Pinturas egípcias mostram cenas de pesca e piscicultura; os romanos criavam organismos aquáticos em viveiros; e depois de séculos, nos países da região Indo-Pacífico (primeiramente a China), apresentou-se crescente expansão da aquicultura, em função da demanda alimentar causada pelo grande aumento demográfico e, também por apresentar características hídricas propícias ao cultivo.

Vinatea (1999) acredita que a aquicultura surgiu no oriente, mais precisamente na China, há cerca de 4.000 anos atrás, através do monocultivo da carpa. Cogita-se, entretanto, a hipótese de que a atividade possa ter sido iniciada anteriormente, através do cultivo de microalgas marinhas, também pelos chineses.

Para Diegues (2006) no Brasil a aquicultura comercial foi introduzida na década 1950, com a introdução de espécies exóticas tais como carpa, tilápia, e truta que começaram a ser cultivadas, sobretudo em tanques de pequenas propriedades.

Segundo Valenti (2002), “a aquicultura é a produção de organismos com habitat predominantemente aquático, em cativeiro, em qualquer um de seus estágios de desenvolvimento”. Ela utiliza recursos naturais, manufaturados e humanos, tais como: terra, água, energia, ração, fertilizantes, equipamentos, mão de obra etc.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2008) relata que a partir de 1970 a aquicultura mundial (peixes, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos) vem apresentando crescimento médio anual de 6,9%, e no período de 1970 a 2006 a produção da aquicultura foi mais rápido que o crescimento da população e assim o crescimento aquícola per capita passou de 0,7 kg em 1970 para 7,8 kg em 2006. Também em 2006, a China permanece como maior produtor, com 67% do volume total mundial e a aquicultura representou 76% da produção mundial de peixes de água doce e 65% da produção de moluscos e peixes diádromos. A aquicultura mundial segue crescendo mais que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal e, no mesmo sentido, cresce também a preocupação com as práticas adotadas na produção e na qualidade dos produtos provenientes da aquicultura. Espera-se que a aquicultura venha ultrapassar a pesca por captura como fonte de pescado para a alimentação (FAO, 2008).

Para a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP, órgão vinculado ao Ministério da Pesca e Aquicultura (2003), a aquicultura comercial brasileira se firmou como uma atividade econômica no cenário nacional da produção de alimentos a partir de 1990, época em que a produção anual de pescado cultivado girava em torno de 25.000 toneladas. Frise-se que considerando a piscicultura na classificação nacional por produção esta, respondeu em 2007, por uma produção de 209.812 toneladas (99.6%), quando a produção total da aquicultura brasileira foi de 210.644,5 toneladas, e comparando a produção total da aquicultura em 2006 com a de 2007, houve um crescimento de 10,2 % (IBAMA, 2007).

3.2 A Aquicultura Regional

Boscardin (2008) relata que a aquicultura brasileira está ancorada nas pequenas propriedades espalhadas pelo país sinalizando deslocamento nos próximos anos do eixo central de produção da região Sul para as regiões Centro-Oeste e Nordeste, devido principalmente às suas condições climáticas. Acrescenta que a região Centro-Oeste ficou com a terceira colocação em 2004, com o equivalente a 18% da produção nacional da aquicultura, destacando a produção de Pacu, tilápia e tambaqui.

Embasado em Diegues (2006) o IBGE no censo de 2000, reporta que o estado com maior nº de aquicultores registrados é a Bahia com 2.520, seguido pelo Rio Grande do Norte e Ceará. Goiás é o primeiro da região Centro-Oeste com 917 aquicultores.

O IBAMA (2007) relata que a produção da aquicultura na região Centro-Oeste em 2007 foi de 40.209 toneladas representando 19,1% da produção brasileira da aquicultura continental, com um valor total estimado de R\$ 148.882.350,00.

Na região Centro-Oeste, o cultivo de espécies nativas é a atividade com maior expressão, com destaque para o pintado, o surubim, o pacu e a piraputanga, em decorrência da maior demanda e preços (QUEIROZ *et al*, 2002).

3.3 Microbacia rio dos Bois

O Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH) criado através do decreto-lei nº 94.076, de 05/03/87, pela ANA (Agência Nacional de Águas), expandiu o uso do termo microbacia hidrográfica como uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a

montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada.

De acordo com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP (2006) entende-se como bacia hidrográfica a unidade do espaço físico que age como um reservatório de água e sedimentos, defluindo-os em uma seção fluvial única, por onde passa o canal do rio. Os divisores de água são as cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes.

Para Martin (2000), a microbacia hidrográfica compreende uma área entre um fundo de vale (rio, riacho, sanga e várzeas) e os espigões (divisores de água) que delimitam os pontos dos quais toda a água das chuvas escorre para esse fundo de vale. Destaca que, a área geográfica de uma microbacia atinge em média entre 2000 e 3000 ha, compreendendo todos os elementos físicos e os equipamentos de infra-estrutura econômica e social existentes.

Segundo Cruz (2002), o monitoramento de parâmetros de qualidade e quantidade de água em bacias hidrográficas é uma atividade de grande importância à medida que permite detectar eventuais alterações que possam comprometer a sua destinação final.

Martins (2002) escreve que microbacia do rio dos Bois está localizada na região Centro-Oeste, no sul do Estado de Goiás, pertence à bacia hidrográfica do Rio Paranaíba a qual contribui para a bacia do Rio Paraná.

Para a Agência Ambiental no Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas do Sudoeste Goiano (EIBH), a bacia do rio Paranaíba ocupa no estado de Goiás uma área de 147.761 km², sendo os principais afluentes os rios Aporé, rio dos Bois, rio Claro, rio Corrente, rio Corumbá, rio Meia Ponte, rio Piracanjuba, rio São Marcos, rio Turvo, rio Verde, rio Verdão e rio Veríssimo. A porção goiana desta bacia é formada basicamente por latossolos vermelho-escuros em relevo suave ondulado e outros solos desta classe em relevo plano.

O Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas - EIBH relata que a porção goiana da bacia Paranaíba, é a região hidrográfica mais densamente povoada do estado, trazendo como consequência grande pressão sobre os recursos naturais, principalmente os hídricos. Comparando com as quatro bacias nacionais ela possui a maior demanda hídrica principalmente com a crescente utilização de pivôs centrais para irrigação, apresenta elevado número de projetos de piscicultura implantados e em implantação e ainda utilização para abastecimento público. É nesta bacia que se apresenta também o maior distrito agroindustrial como o das cidades de Anápolis e Aparecida de Goiânia. Pela grande pressão de uso dos recursos hídricos, já apresenta graves problemas ambientais com tendência a conflitos devido ao comprometimento quantitativo das águas.

Segundo a Agência Ambiental através do Comitê de Bacias Hidrográficas do rio Paranaíba os conflitos pelos recursos hídricos têm motivado sérios problemas na região do Sudoeste Goiano. Há registros de crimes e atentados quando da instalação de pivôs centrais para irrigação e de barramentos para desvios de rios. Entre os conflitos atuais destacam-se: Insuficiência hídrica para o abastecimento de grandes centros urbanos; a deteriorização da qualidade das águas pelo lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado; o uso indiscriminado sem considerar os usos múltiplos das águas.

Conforme França (2001) a microbacia do rio dos Bois é uma bacia menor dentro de uma grande bacia que é a bacia do rio Paranaíba. O afluente principal da microbacia rio dos Bois é o rio dos Bois com extensão de aproximadamente 438 km. O rio dos Bois nasce no município de Americano do Brasil a 995 metros de altitude, na Fazenda Quilombo, banha com suas águas 25 municípios entre eles o município de Cezarina. Tem como subafluentes principais o rio Turvo e o rio Verdão importantes tributários. Ocupa uma área de 32.069 km² e tem um perímetro de 855,92 km. Os principais usos dos recursos hídricos identificados na microbacia do rio dos Bois são para o abastecimento público, dessedentação de animais, agroindústrias e fins agrícolas como a irrigação através de pivôs-centrais (MARTINS, 2002).

Martins (2002) ressaltou que no ano de 2002 a Superintendência de Recursos Hídricos do Estado de Goiás suspendeu a emissão de outorgas (por tempo indeterminado) para usos na microbacia rio dos Bois, devido aos intensos usos dos afluentes, necessitando de uma avaliação pontual na capacidade dos mananciais em relação aos impactos provocados pela sobrecarga de usos. Dos usos múltiplos na microbacia, a irrigação possui um uso bem significativo, aproximando-se de quase 80% das outorgas concedidas.

Para França (2001) o rio dos Bois rega terras de pequenos, médios e grandes produtores, alimentando homens, animais, plantas e toda a biodiversidade do cerrado por onde passa. Uma verdadeira coluna dorsal de sustentação sócio-econômica dessa região do estado de Goiás.

Carneiro (1999) resalta que a utilização de água de melhor qualidade pode representar um diferencial competitivo, frente a consumidores cada vez mais exigentes, em relação aos cultivos em bacias onde não existe nenhuma indicação de controle sanitário e ambiental em curso.

3.4 Impactos ambientais da aquicultura sobre a qualidade da água.

Castilho *et al* (2008) relatam que sem levar em consideração as ideologias, paixões, interesses pessoais ou crenças, o primeiro passo para o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável é reconhecer que impactos são passíveis, sim, de ocorrer. E, aliás, praticamente todas as atividades humanas resultam em algum tipo de alteração ou impacto ambiental. Identificar esses impactos e conhecer sua real dimensão, bem como propor formas e métodos para minimizá-los é o único caminho para que a atividade possa ser adequadamente estruturada, criando condições para que desenvolva satisfatoriamente as potencialidades naturais do país.

A aquicultura resulta de uma atividade totalmente dependente do consumo de água e a piscicultura é uma alternativa para a produção de alimento de alto valor nutritivo. A piscicultura é uma atividade econômica que pode ser viabilizada numa pequena propriedade rural, desde que esta propriedade apresente condições ambientais favoráveis à instalação daquela. Ainda, é socialmente viável já que emprega várias pessoas no cotidiano (MELO 2001).

Segundo Valenti (2002), “a aquicultura moderna envolve três componentes: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. Estes são essenciais e indissociáveis para que a atividade seja perene”. A tendência para intensificar o seu cultivo e obter maiores rendimentos pode contribuir para o declínio da qualidade ambiental, social e econômica.

De acordo com Kubitzka (1999), condições inadequadas de qualidade de água resultam em prejuízo ao crescimento, reprodução, saúde, sobrevivência e qualidade dos peixes, comprometendo o sucesso dos sistemas aquaculturais. Se houver diminuição da qualidade da água, outros danos ambientais podem decorrer de um manejo incorreto, como exemplo, a disseminação de doenças e a introdução de espécies exóticas invasoras.

Observa-se que quando o material excretado pelos organismos aquáticos é somado aos resíduos de ração, estes contribuem para o aumento de matéria orgânica, o que reduz a qualidade da água e, conseqüentemente, o rendimento e a qualidade dos animais cultivados (ALVES *et al*, 2006).

Pillay (1992) *apud* Matos *et al* (2000), entende que os principais impactos ambientais causados pela aquicultura (incluindo a piscicultura) são os conflitos com o uso dos corpos d'água, a sedimentação e obstrução dos fluxos d'água, a hipernutrição e eutrofização, a descarga dos efluentes de viveiros e a poluição por resíduos químicos empregados nas diferentes fases do cultivo.

Conforme Sipaúba-Tavares *et al* (1999), o cultivo de peixes enriquece com material orgânico e inorgânico a coluna d'água, através da eliminação de fezes e excreção, alimento não ingerido, descamação, mucos, vitaminas e agentes terapêuticos que podem também ter implicação e possíveis efeitos sobre a qualidade da água.

Segundo Kubitzka (1999) da alimentação fornecida, parte do alimento ingerido não é digerido e/ou absorvido pelos peixes e é excretado como fezes que se decompõem por ação biológica, consumindo oxigênio e liberando nutrientes na água. A amônia é o principal resíduo nitrogenado excretado e que ocorre via brânquia, por difusão direta com a água. Desta forma a amônia surge como o principal resíduo do metabolismo protéico dos peixes e ela é um elemento tóxico aos animais, por isso, devem-se tomar cuidados em evitar alimentos com excessivo teor protéico, pois os mesmos aumentam a excreção de amônia.

Brune (1994) argumenta que “o limite para a produção na aquicultura é controlada pela qualidade da água e impacto ambiental causado pela descarga destas águas em outros ambientes”. Se a água utilizada nessa atividade for poluída, o produtor vai comprometer a continuidade do cultivo. Para que isso não aconteça é necessário investimento no restabelecimento da qualidade da água e viabilizar a produção. No Brasil a água ainda é abundante e barata, infelizmente muitos produtores preferem mudar o empreendimento de lugar ao ter gasto econômico com o recurso hídrico que já foi poluído.

Sipaúba-Tavares (1999) admite que a água que é drenada diretamente de um viveiro para outro, pode apresentar composição semelhante ao anterior, e se mais ração ou outro tipo de material for acrescentado ao viveiro subsequente, juntamente com as fezes dos peixes e resíduos alimentares (ricos em N e P), levar-se-á a deterioração da qualidade da água.

Segundo o Manual de Boas Práticas de Manejo em Aquicultura editado pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP (2006), “entre os principais impactos ambientais causados durante a fase de operação dos cultivos em viveiros escavados estão: liberação de efluentes ricos em nutrientes (principalmente N e P), causando poluição dos cursos d'água; liberação de efluentes ricos em matéria orgânica e sólidos em suspensão, aumentando a turbidez em corpos d'água naturais; introdução de substâncias tóxicas e drogas bioacumulativas no ambiente”.

Eler & Millani (2007) destacam que entre os impactos ambientais no meio aquático um aspecto positivo social e econômico é as oportunidades de novas fontes econômicas e de trabalho na bacia hidrográfica.

Amaral e Fialho (2006) em pesquisa realizada com 30 pisciculturas instaladas no entorno de Goiânia, relatam que 83% destas não fazem tratamentos dos efluentes, 73% não respeitam os 30 metros exigidos por lei para a construção dos viveiros, 56% não fazem canal de derivação, represando diretamente do curso d'água e 93% não têm proteção na saída de escoamento da água dos viveiros.

Os principais impactos dos efluentes das atividades de aquicultura sobre os ecossistemas aquáticos são: o aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo na coluna d'água e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos (MIREs 1995; MIDLEN and REDDING, 1998).

Para Telles e Domingues (2006) os principais impactos decorrentes da utilização da água nos usos consuntivos provenientes do sistema de produção da agricultura e pecuária ocorrem através da irrigação de culturas e da exploração de animais. A irrigação pode acarretar salinização de solos, propiciar lixiviação de agroquímicos para a água subterrânea, promover carreamento de partículas de solo e fertilizantes para os corpos d'água, causar à deterioração da qualidade dos rios a jusante das captações pelo descarte de águas de drenagem. A exploração de animais pode poluir através do escoamento da água de chuva em áreas de pastagem levando os detritos para os mananciais.

Conforme Tundisi et al (2006) as atividades humanas são impactantes nos sistemas aquáticos continentais do Brasil. Entre elas o desmatamento, a mineração, a construção de rodovias e ferrovias, o despejo de material residual, a introdução de espécies exóticas, a remoção de espécies críticas e a construção de reservatórios.

3.5 Construção de viveiros de piscicultura

Ono e Kubitzka (2005) ressaltam que a construção dos viveiros e das estruturas hidráulicas representa o maior item de investimento em uma piscicultura. O custo de construção depende das características da área (topografia, tipo de solo, cobertura vegetal e necessidade de drenagem), do design e da estratégia de construção dos viveiros e das demais instalações, de fatores climáticos entre outros. Para reduzir estes custos é necessário

planejamento das ações e das etapas de implantação

Segundo Proença e Bittencourt (1994), com base no relevo, tipo de solo, e características da bacia hidrográfica é que será estabelecido o layout do conjunto. Isto significa que a disposição do açude e/ou viveiros será feita em função dos pontos de captação da água, da avaliação dos serviços de terraplanagem e da quantificação e dimensionamento do orçamento prévio estimativo das obras.

De acordo com Ono e Kubitza (2005) devem-se observar itens como a facilidade operacional e a longevidade das instalações. Viveiros de difícil acesso dificultam o manejo, a despesa, onera a mão de obra, etc. Os autores destacaram os seguintes aspectos a serem observados na escolha do local:

- ✓ Topografia da área: terrenos planos ou com suave declive são indicados, pois, viabilizam o melhor aproveitamento da área e possibilita a redução dos custos de construção de viveiros. Ela indica: (1º) se é possível construir tanques e viveiros; (2º) tipo de viveiro (barragem ou derivação); (3º) superfície dos viveiros; (4º) forma dos viveiros; (5º) profundidade dos viveiros e (6º) número de viveiros a construir.
- ✓ Tipo do solo: Os mais favoráveis são os solos argilosos (30 a 40%) e de baixa permeabilidade porque permitem a construção de diques mais estáveis. Solos arenosos são inadequados porque possibilitam a infiltração da água.
- ✓ Restrições ambientais: Observar as restrições quanto ao uso dos recursos hídricos, quanto ao desmatamento, preservação da área, proteção ambiental e matas ciliares entre outros.
- ✓ Atentar para a disponibilidade de mão de obra, insumos e serviços, bem como o acesso ao mercado consumidor.
- ✓ Qualidade e disponibilidade de água: Utilizar somente fontes com boa qualidade, sem contaminação de poluentes e em quantidades mínimas para abastecer a demanda da piscicultura. É necessário investigar sobre a vazão do manancial e os parâmetros da água a ser usada. Levar amostras ao laboratório ou analisar através de kits de análises os parâmetros necessários (pH, oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, temperatura, entre outros).

Depois do enchimento de um tanque ou viveiro, a colocação de água deve ser promovida exclusivamente em três situações: para compensar perdas pela evaporação, recuperar o volume perdido com infiltrações, ou recuperar a taxa de oxigênio da água, caso seja detectada uma depleção (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994).

Silva (1988) no Manual sobre Manejo de Reservatórios para produção de peixes

destaca que além do levantamento anterior, para projetar os viveiros, definindo-se o tipo deles (derivação ou barragem), é necessário averiguar também; o número, forma, dimensões, profundidade e cotas de chegada de água e do ponto de esvaziamento dos mesmos. Tanto quanto possível, devem-se evitar bombeamentos de água.

Para Silva (1988), viveiro de piscicultura é um reservatório escavado em terreno natural, dotado de sistema de abastecimento e de drenagem de água de tal modo que permita encher ou secar no menor espaço de tempo possível. Ele pode ser parcial ou totalmente elevado acima do terreno natural, mediante o erguimento de diques ou barragens. Estruturalmente os viveiros se dividem em dois tipos:

- ✓ Viveiro de barragem - são construídos no fundo de um vale a partir do erguimento de um dique ou barragem capaz de interceptar um curso de água. Entre as vantagens deste tipo de viveiro está o baixo custo de sua construção. Apresentam, porém, uma série de aspectos negativos entre eles está o fato de não obter um controle efetivo da quantidade de água, com o constante perigo de rompimento da barragem, em função das contribuições recebidas advindas de fortes chuvas, apresentam ainda dificuldade no manejo, especialmente no que se refere à adubação, alimentação artificial e despesca.
- ✓ Viveiros de derivação - escavado ou elevado no terreno natural, sendo abastecido por derivação da água a partir de uma nascente, de um curso de água principal, de represa ou açude (mediante o uso de sifão, galeria, etc.) sendo conduzido tanto o abastecimento quanto a drenagem através de canais abertos ou tubulados. As principais vantagens deste tipo de viveiro são a facilidade de manejo e o controle da entrada e saída do fluxo de água. O tanque se diferencia porque tem o fundo revestido em base de alvenaria, pedra, tijolo ou concreto sendo sempre de derivação.

Ono *et al* (2005) destacam algumas características gerais de um tanque ou viveiro construído por derivação.

O tamanho e o formato são ajustáveis de maneira a otimizar a área disponível para a construção. O viveiro muito largo exige redes maiores para a despesca e, conseqüentemente, maior número de pessoas para arrastá-la durante esta operação. Por isso, deve-se escolher a forma de maneira a reduzir ao mínimo o perímetro do viveiro e, conseqüentemente, os volumes e custos das escavações. Quanto mais próxima da forma de quadrado menor será o perímetro do viveiro, portanto menor o volume de terra necessário para levantar os diques.

Para o uso da forma quadrática, recomenda-se quando sua área for inferior a 2.500 m² ou para o uso da forma retangular, quando sua área for maior do que 2.500 m² (SILVA, 1988)

Ono *et al* (2005) complementam que nas áreas mais rasas, os viveiros devem ter uma profundidade de água de pelo menos 1,00m, de forma a evitar o fácil desenvolvimento de plantas aquáticas e algas filamentosas, que podem dificultar o acesso dos peixes ao alimento, prejudicar as colheitas e ocasionar problemas na qualidade da água. Os mesmos autores argumentam que as áreas mais profundas dos viveiros devem ter entre 1,50 e 2,50m. Profundidades acima de 3,0m devem ser evitadas, pois favorecem a estratificação térmica da água. A profundidade da água deve ser acrescida da margem livre dos diques. Em geral viveiros até 5000m² devem ter borda livre entre 0,30 e 0.40m, para 2 a 4 ha devem ter borda livre entre 0.40 a 0.50m. Bordas acima de 0,80m são desnecessários acrescentando custo à construção.

Bonifácio e Reis (1997) esclarecem que o abastecimento, a drenagem e os filtros são detalhes importantes na piscicultura. O abastecimento é o responsável pelo suprimento e a distribuição da água, usa-se os materiais como o concreto, alvenaria, PVC, manilhas e o terreno natural. A altura e a largura vão depender do volume de água que correrá por ele. O ponto de abastecimento pode ser por gravidade onde a fonte de água (represa, nascente ou canal) está numa cota ou nível acima da cota ou nível dos viveiros. O abastecimento por bombeamento é empregado quando a cota ou o nível da fonte está abaixo da cota ou do nível da água dos viveiros (ONO *et al*, 2005)

A drenagem é usada para esvaziar ou renovar a água dos viveiros. Basicamente são empregados dois tipos: o monge, que é uma construção em concreto ou alvenaria, de forma quadrangular e altura igual à profundidade do viveiro; possui três pares de ranhuras de cima para baixo. O monge pode ser construído na parte externa ou internamente ao viveiro, sendo que neste último caso deve ficar o mais próximo do talude. O outro sistema é móvel e é feito colocando-se um “joelho” conectado ao tubo, que passa pela parede do viveiro e um cano conectado ao “joelho” até a superfície que irá controlar o nível de água. O canal de drenagem é o responsável para levar a água escoada do viveiro para o ponto de coleta. O material usado pode ser canal aberto, PVC e manilhas (BONIFÁCIO e REIS, 1997).

3.6 Boas Práticas de manejo na aquicultura

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2008) existe uma desconfiança pública a nível mundial de que a aquicultura prejudica o meio ambiente, haja vista a demanda de consumidores por normas de qualidade do pescado, o que levou a FAO e os parceiros a trabalhar diretrizes para a certificação da aquicultura. Estas diretrizes, ainda em processo, têm como objetivo tranquilizar os produtores, compradores, consumidores e sociedade civil em relação à qualidade e segurança dos produtos da aquicultura. Servirão como uma ferramenta de incremento do apoio a aquicultura responsável e sustentável.

A FAO (2008) aponta ainda algumas medidas mitigadoras em ascensão na comunidade internacional: a aquicultura multitrófica (incorporação de espécies de diferentes trofias) integrada que promove a sustentabilidade econômica e ambiental; a aquicultura orgânica que reduz a exposição global de produtos químicos tóxicos que podem acumular no solo, ar, água, fornecimento de alimentos e a controvertida OMG (organismos geneticamente modificados), cujos defensores alegam melhoria no desempenho e rentabilidade da criação dos recursos aquáticos, já outros grupos contrários argumentam que eles representam riscos à saúde humana.

No Brasil, para Ostrensky e Borghetti (2006) dentre as principais ações que o país precisaria adotar para manutenção de uma atividade pesqueira continental um pouco mais sustentável (se é que isso é possível) destacam-se:

- ✓ A conscientização das autoridades e do setor privado sobre a necessidade de se contar com uma infra-estrutura adequada de apoio à pesca continental;
- ✓ Incentivo de criação de cooperativa de pesca a fim de facilitar a transferência de tecnologia, maximizar o aproveitamento da produção pesqueira e possibilitar a coleta de informações junto ao setor;
- ✓ O gerenciamento da bacia com moldes mais holísticos e voltados para a manutenção dos recursos pesqueiros;
- ✓ Adoção de medidas para disseminação das técnicas mais apropriadas para a manipulação, conservação e comercialização dos produtos oriundos da pesca continental;
- ✓ Adoção de programas de capacitação nos mais diversos níveis da cadeia produtiva;
- ✓ Integração entre os diversos agentes produtivos: do setor privado para a otimização da comercialização do pescado;

- ✓ Realização de estudos de mercado para obtenção de informações junto ao consumidor;
- ✓ A elaboração de produtos para agregar valores aos produtos pesqueiros.

Tundisi *et al* (2006) lembram que para combater os impactos da atividade humana nos sistemas aquáticos continentais é necessário recuperá-lo através de um conjunto de ações integradas que envolvem a bacia hidrográfica, o ecossistema aquático e seus componentes, físicos, químicos e biológicos. Essa recuperação tem as seguintes etapas bem definidas: diagnóstico inicial do sistema e seu estágio de contaminação ou degradação; diagnóstico dos custos e perdas envolvidos com o processo de degradação, depreciação em propriedades, perdas da biodiversidade e perdas de processo; avaliação das alternativas para a recuperação e custos de recuperação.

O Manual de Boas Práticas de Manejo em Aquicultura editado pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP (2006) relata que para a instalação de um empreendimento aquícola não se deve barrar o rio, mas sim derivar a água em um ponto e canalizá-lo para a área selecionada para a construção dos tanques. Observar que no local da captação da água deve ser instalado um sistema de filtros mecânicos, para evitar a entrada de organismos aquáticos predadores e também de material como sedimentos, folhas e plantas que possam causar problemas como o entupimento do canal ou turvação da água dos viveiros. A legislação permite a utilização de no máximo 20% do volume de um curso d água para obtenção de outorga.

Gurgel e Vinatea (1988) salientam que a formação de uma cortina vegetal às margens dos reservatórios é uma medida de imperiosa necessidade para a conservação do mesmo, não somente pelo arrastamento contínuo das camadas superficiais do solo, por protegê-lo contra a erosão, a contaminação de suas águas pelos defensivos agrícolas e fertilizantes utilizados, os quais são, nas regiões rurais, os principais responsáveis pela poluição e eutrofização dos reservatórios.

De acordo com Eler e Millani (2007) um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) visa combater o impacto dos processos produtivos no ambiente, fornecendo suporte para planejar e implementar medidas de proteção e recuperação ambiental. A implementação de práticas ambientais em empresas e em atividades rurais é sempre interessante, trazendo benefícios ecológicos e financeiros, visto que o rótulo de produtos ambientalmente corretos pode ser uma estratégia de marketing, agregando valor ao produto final.

Segundo o Manual de Boas Práticas de Manejo em Aquicultura – SEAP (2006) para reduzir impactos ambientais causados durante a fase de operação dos cultivos em viveiros escavados sugere-se:

- ✓ construção de viveiros em áreas previamente degradadas;
- ✓ construção dos viveiros durante a estação seca;
- ✓ redução na taxa de renovação de água ao mínimo indispensável;
- ✓ uso de ração balanceada, fornecida de forma controlada para evitar sobras;
- ✓ controle rigoroso no programa de adubação dos viveiros;
- ✓ povoamento dos viveiros com densidade moderada e compatível com a capacidade de carga do ambiente;
- ✓ uso dos efluentes como água de irrigação de plantações;
- ✓ uso de tanques de decantação, filtros mecânicos e/ou naturais, acoplados ao sistema de escoamento;
- ✓ liberação de efluentes em corpos de água corrente, com capacidade de diluição;
- ✓ priorizar a criação de espécies nativas;
- ✓ uso de manejo adequado para evitar o escape de animais para o meio ambiente (ex. colocação de telas nos canais de escoamento e cuidados na despesca);
- ✓ não aplicar produtos químicos nos viveiros ou misturá-los à ração;
- ✓ uso de técnicas de manejo que aumentam a produtividade sem prejuízo ao meio ambiente;
- ✓ prática do policultivo ou consórcio para aproveitar melhor os alimentos naturais disponíveis.

Ono e Kubitzka (2003) recomendam para viveiros escavados construídos por derivação algumas práticas de manejo do solo do fundo do viveiro quais são: durante o cultivo, use aeração ou circulação de água para manter a interface água/sedimentos adequadamente oxidados; deixar os viveiros vazios por uma a duas semanas entre um ciclo de cultivo e outro; durante o período de exposição ao ar, mantenha o solo do fundo úmido, porém não encharcado; se necessário corrija a acidez dos sedimentos; somente aplique produtos cáusticos como a cal virgem ou a cal hidratada no fundo dos viveiros após a decomposição da matéria orgânica dos sedimentos.

Para Henry-Silva e Camargo (2008) as espécies utilizadas também devem ser adaptadas às características do local da criação, no intuito de aperfeiçoar a produção e evitar ao máximo o uso de medicamentos. Quanto ao manejo alimentar deve ser priorizado a

utilização de alimentos de fácil aceitabilidade e elevada digestibilidade pelos organismos aquáticos.

De acordo com Sipaúba-Tavares (1999) os biofiltros de macrófitas é utilizado na manutenção da qualidade da água, podem reter a matéria orgânica a partir da criação de peixes e podem ser usadas diretamente como alimento pela fauna associada a plantas aquáticas.

O Manual de Boas Práticas de Manejo em Aquicultura Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP (2006) recomenda também como medida geral, que os viveiros sejam vistoriados diariamente e neles observados: o nível de entrada de água e o nível de saída de água (estão ou não adequado ao sistema proposto); mortalidade de peixes; o comportamento dos peixes (estão na superfície, há peixes isolado do grupo etc.) e se os peixes estão poucos reativos a estímulos externos; observar indício de falta de oxigênio na água; presença de algas em demasia; concentração de peixes próximos a entrada ou a saída de água do viveiro. Recomenda ainda o acompanhamento da qualidade da água diário ou semanal dos parâmetros físicos e químicos da água que pode ser realizado através de aparelhos eletrônicos ou kits de análise de água.

3.7 Parâmetros físicos e químicos da Água

No Brasil, a classificação dos corpos d'água de acordo com os seus usos foi estabelecida pela Resolução 357/2005 – CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) de 17/ 03/2005. De acordo com esta Resolução, as águas são classificadas como doces (classes especial 1, 2, 3 e 4); salinas (classes especial, 1, 2 e 3) e águas salobras (classes especial, 1 e 2). Esta classificação é utilizada como padrão de referência no monitoramento e controle da poluição das águas. Além de indicadores de qualidade de águas, também detém o controle de mais de 90 substâncias potencialmente prejudiciais. A resolução contempla ainda padrões para corpos de água onde haja aquicultura e atividade de pesca.

A avaliação dos mananciais aquáticos visando assegurar seus usos potenciais segue a resolução N° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que determina a caracterização físico-química e biológica da água, avaliação da sua qualidade, através de monitoramento e das influências antrópicas e ambientais, capazes de alterá-la. Outras medidas visam evitar ou minimizar os impactos ambientais da aquicultura; tais como:

determinação da capacidade de suporte, incluindo simulação de sistemas e modelos; estabelecimento de critérios de seleção de área, melhoria nas técnicas de aquicultura, porém é imprescindível o monitoramento da qualidade da água (ROSEENTHAL, 1994).

Sipaúba-Tavares (1994) destaca que todos os fatores físicos, químicos e biológicos são influenciados pelos aspectos geomorfológicos, clima, localização geográfica e todos estes influenciados pela morfometria do viveiro, tanque ou reservatório a ser estudado. As variações mais importantes que devem ser monitoradas em cultivo de peixes são: oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade total, dureza, temperatura, condutividade elétrica, transparência da água, nutriente e abundância de plâncton.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Escolha das propriedades

Para a escolha das propriedades foram observados os seguintes itens: estar dentro da microbacia rio dos Bois e apresentar características semelhantes tais como: as condições climáticas e hidrobiográficas adequadas ao cultivo de peixes, uso múltiplo da água, o uso consuntivo, tamanho das propriedades, tamanho dos viveiros, manejo e escolha das espécies cultivadas, tipo e distância de comercialização e a tecnologia empregada. Levou-se em consideração a proximidade entre elas com o objetivo de facilitar a coleta que foi realizada simultaneamente por uma equipe composta por 6 membros treinados previamente para a realização das mesmas.

Em uma primeira etapa foram levantados o número de pisciculturas existentes no município e depois de selecionadas 6 propriedades acompanhado das seguintes informações: a localização através das coordenadas geográficas, tipo de construção dos viveiros, dimensão dos viveiros, profundidade máxima, volume estimado, presença de algas/macrófitas, espécie de peixe, alimentação fornecida e zona eufótica (tabela 1). O contato com as propriedades no município se deu através da assistência técnica local oficial (SEAGRO) que possibilitou a identificação dos proprietários com empreendimento piscícola dentro dos requisitos necessários e possibilitou as demais informações úteis aos objetivos do trabalho.

AS 06 propriedades rurais estão localizadas a um raio de 6 km da sede do município de Cezarina/GO. Todos os córregos pertencem à microbacia do Rio dos Bois. Abaixo as propriedades e suas respectivas coordenadas, foto aérea da propriedade 6 (Foto 1) e fotos dos viveiros nas propriedades (fotos de 2 a 10).

Propriedade 1 - Coordenadas Geográficas: Lat. 17⁰ 02'82" Long. 49⁰ 45'86"

Propriedade 2 - Coordenadas Geográficas: Lat. 16⁰ 58'29" Long. 49⁰ 45'87"

Propriedade 3 - Coordenadas Geográficas: Lat. 16⁰ 58'93" Long. 49⁰ 46' 32"

Propriedade 4 - Coordenadas Geográficas: Lat. 17⁰ 03'45" Long. 49⁰ 49'76"

Propriedade 5 - Coordenadas Geográficas: Lat. 17⁰ 05'30" Long. 49⁰ 51'00"

Propriedade 6 - Coordenadas Geográficas: Lat. 17⁰ 06'25" Long. 49⁰ 49'25"



Foto 1. Propriedade 6 - Barragem nas nascentes



Foto 2. Propriedade 5 - Presença de macrófitas e foto aérea do viveiro.



Foto 3. Propriedade 5 - Presença de algas submersas e macrófitas



Foto 4 e 5. Propriedade 4 – Presença de algas submersas



Foto 6. Propriedade 3- Ausência de mata ciliar



Foto 7 e 8. Propriedade 2 – Dimensão do viveiro e retorno da água ao córrego



Foto 9 e 10. Propriedade 1 – Presença de macrófitas e algas submersas

4.2 Descrição dos viveiros

Na tabela 1, estão descritos os viveiros de cada propriedade, o tipo de construção, a dimensão, a profundidade máxima de cada um, o volume de água estimado, a presença de algas e/ou macrófitas, a espécie cultivada, alimentação fornecida e zona eufótica.

Propriedades/viveiros						
	1	2	3	4	5	6
Tipo construção	derivação	barragem	barragem	Barragem	barragem	barragem
Dimensão(m) comprimento/largura	40x15	150x50	120x 40	90x 70	200x130	50x30
Profundidade máxima	2 m	3m	2 m	2.5m	3m	3m
Volume estimado (m ³)	1200 m ³	22500 m ³	9600m ³	12250m ³	78000m ³	4500m ³
Presença algas/macrófitas	algas submersas macrófitas	algas submersas	algas submersas	algas submersas macrófitas	algas submersas macrófitas	algas submersas macrófitas
Espécie peixe	pacu	pacu tambaqui tambacu	pacu	pacu tambaqui	pacu tambaqui tambacu	pacu
Alimentação fornecida	natural farelos	ração 28% proteína extrusada deficitário*	natural não usa ração	ração 28% proteína Milho, mandioca extrusada deficitário*	ração 28% proteína extrusada deficitário*	Ração 28% proteína extrusada deficitário* em todas as etapas
Zona eufótica (m ³)	408	6375	3600	8316	18200	1320

* Refere-se a pouca quantidade de ração fornecida aos peixes

Os viveiros de todas as propriedades possuem em comum o peixe pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a presença de algas submersas está mais evidente nas propriedades 1, 4,5 e 6 (fotos 3,4,5,9 e 10 e tabela 1) nota-se o uso a deficitário de ração na alimentação em quatro propriedades, sendo duas (a nº 1 e a nº 3) não utilizam ração na alimentação. O tipo de construção dos viveiros escavados utilizado pela maioria das propriedades foi através da interceptação do curso d'água (foto 1).

4.3 Parâmetros e análises realizadas

Antes da instalação do experimento em campo, foi realizada uma “simulação de análise” sendo coletada a água de uma represa e em seguida realizado os testes químicos usando o kit para análise de água doce a fim de determinar o tempo máximo que poderia ser gasto com o transporte desse material sem que houvesse alteração no resultado em função do armazenamento.

Após essa simulação, elegeu-se as áreas em função dos resultados obtidos. As amostras foram coletadas seguindo a metodologia proposta por Prado *et. al*, (2004). Os frascos utilizados foram garrafas de água mineral devidamente limpos (livre de interferência química), descartadas após o uso. Eles foram devidamente identificados através de etiquetas protegidas com plástico para evitar que molhassem ou que perdessem as informações. Na etiqueta continham as seguintes informações: localização, data, hora, nome do responsável pela coleta. As informações foram registradas em uma ficha de coleta por amostra contendo as seguintes informações:

- ✓ Identificação do ponto de amostragem e localização;
- ✓ Data e hora da coleta;
- ✓ Tipo de amostra;
- ✓ Condições climáticas (chuva e temperatura);
- ✓ Indicação dos parâmetros a serem analisados;
- ✓ Tipo de preservação da amostra utilizado;
- ✓ Espaço para eventuais observações;
- ✓ Nome do responsável pela coleta

Para o procedimento da coleta a tampa do frasco foi retirada com todos os procedimentos de assepsia, mergulhou-se o frasco na água que foi preenchido e esvaziado por três vezes seguidas. No momento seguinte o mesmo recipiente foi mergulhado de cabeça para baixo, numa profundidade de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água. Enchemos até a borda, fechamos e o identificamos. As amostras foram transportadas imediatamente em caixa de isopor a um local comum distante 6 km, onde se procedeu às análises. A temperatura ambiente e da água foi medida com Termômetro Incoter com graduação de máx e min (0 a 50°C); a transparência da água foi medida através disco de Secchi, ambas no local.

Para a realização das coletas simultâneas em campo foi necessário treinar e equipar 6 pessoas para o uso de termômetro, disco de sechi, relógio e coletas de amostras da água conforme a metodologia proposta por Prado *et. al* (2004). Cada pessoa esteve coletando amostras a uma propriedade no mesmo horário em que os outros 5 estavam coletando nas outras 5 propriedades. A amostragem simultânea teve a finalidade de favorecer a comparação entre os fatores limnológicos desses sistemas, uma vez que a proximidade dos locais de coleta transmite os resultados expostos nas mesmas condições de temperatura, vento e radiação solar.

O intervalo de tempo para medir a atividade biológica foi baseado num ciclo diário ou nictemeral (24 horas), onde as coletas aconteceram de forma simultânea nas 6 propriedades, em intervalos de 6 (seis) horas (12:00, 18:00, 24:00, 06:00 e 12:00 horas) e repetidos a cada 5 dias no mês de julho de 2009.

Os intervalos diários de 6 em 6 horas foi utilizado com intuito de adquirir dados no maior e menor índice de radiação solar (12:00 e 24:00 horas). A repetição das coletas de 5 em 5 dias teve a finalidade de expor o experimento a uma maior variação dos parâmetros limnológicos dentro do mês.

Foram delimitados dois pontos de coleta na entrada e na saída do viveiro. As amostras coletadas foram analisadas por kits¹ comerciais para análises químicas de água doce. As variáveis físicas e químicas analisadas foram: , pH, oxigênio dissolvido, amônia, dureza, temperatura ambiente, temperatura da água, transparência, alcalinidade, e ortofosfato.

¹ Os kits utilizados foram: Ecolit da Alfakit, Kit para análise de água doce e Card kit ortofosfato, metodologia usada conforme o fabricante.

4.4 Análise estatística

Para a realização da análise estatística das variáveis limnológicas foi feito a análise de variância (ANOVA) e um teste de comparação múltipla de médias (Tukey). A finalidade dos testes foi identificar as possíveis alterações das variáveis físicas e químicas da água a montante (entrada) e a jusante (saída) dos viveiros escavados em estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média do estado de Goiás é de 23^o C, com tendência a subir nas regiões oeste e norte, e a diminuir nas regiões sudoeste, sul e leste. As temperaturas mais altas são registradas entre setembro e outubro, e as máximas podem chegar a até 39°C. As temperaturas mais baixas, por sua vez, são registradas entre maio e julho, quando as mínimas, dependendo da região, podem chegar a até 4°C. O experimento foi implantado no mês de julho, época do ano em que não ocorre chuva, a umidade do ar e a temperatura do ambiente são baixas.

O município de Cezarina pertence à microbacia rio dos Bois, está localizado a 70 km de Goiânia e é banhado em toda a parte leste pelo rio dos Bois, limitando com os municípios de Mairipotaba, Varjão, Guapó e Palmeiras de Goiás (Foto 11). No município existem 15 pequenas pisciculturas que se desenvolvem com baixa ou nenhuma tecnologia, entre as quais foram selecionadas 6 propriedades para a implantação do experimento. Nas propriedades trabalhadas notou-se a ausência da mata ciliar conforme mostra as fotos (1 a 10) e a atividade é conduzida pela família.



Foto 11- Município de Cezarina-GO tendo o rio dos Bois como confrontante a leste.

Segundo Pádua et al (2006) nos dados coletados em seu trabalho “A piscicultura no

desenvolvimento do estado de Goiás” informa que na maioria (55,8%) das pisciculturas visitadas em Goiás, verificou-se que a atividade é conduzida pelo proprietário com ajuda dos familiares.

Todos os viveiros são escavados e foram construídos a partir da elevação de um dique ou barragem que interceptou pequenos cursos d’água obedecendo à declividade natural do terreno. Foram aproveitados pequenos vales para alocação no intuito de armazenar a água na propriedade e obter lucros com a piscicultura, exceção a um viveiro construído através de tanque escavado derivando a água para as margens do manancial.

Os viveiros construídos por interceptação teoricamente tem custo menor que o de derivação porque demandam menor movimento de terra e dispensam investimentos em estruturas hidráulicas para abastecimento. Possuem, entretanto, pontos negativos por não possuir o controle da água que entra e que sai colocando os viveiros como alvos frequentes das enxurradas advindas das chuvas que podem causar rompimento dos diques ou levar detritos e peixes para o manancial sequente e dificultam o manejo (adubação, alimentação artificial e despesca).

Os viveiros escavados são cercados para evitar a entrada de animais, possuem proteção com tela no canal de escoamento para evitar a perda de alevinos e peixes. O tempo de residência é pequeno com constante renovação da água o que faz com que os nutrientes sejam retirados do sistema aquacultural com freqüência. A água a montante e a jusante dos viveiros retornam aos córregos e são usadas para dessedentação de animais bovinos nas propriedades. Alguns viveiros (represas) controlam o nível da água e o esvaziamento dos mesmos através de monges (concreto ou alvenaria) ou por um sistema móvel através de um “joelho”. Dois viveiros, porém, deságuam diretamente nos mananciais, ambas as formas a água que retorna ao leito natural não possui tratamento prévio.

Sipaúba-Tavares (1999) salienta que na região sudeste é comum o uso de fluxo contínuo de água, onde a água de um viveiro é passada para outro sem nenhum tratamento prévio, desaguando diretamente nos mananciais naturais levando a deterioração da qualidade da água.

Os proprietários consideram a atividade como meio de complementação na renda, uma visão da piscicultura que persiste no município e em toda a região limítrofe. Para Ostrensky e Boeger (2008) esse “modelo” coxo gerou um número grande de produtores subqualificados tecnicamente, centrado quase que exclusivamente na produção sem as devidas preocupações com qualidade, produtividade e competitividade.

O produto oriundo da atividade nas propriedades trabalhadas é comercializado (dentre

as selecionadas apenas duas) aos pesque-pague duas vezes por ano, no período da semana santa e ao final do ano. Nestas, o peixe é comercializado *in natura* ao mercado consumidor, obtendo algum retorno financeiro. As outras comercializam em pequenas quantidades, transformando a propriedade ocasionalmente em pesque-pague nos feriados e finais de semana. As anotações de receitas e despesas não são controladas dificultando obtenção de informações claras sobre o balanço financeiro ou econômico.

As espécies de peixes cultivadas nas propriedades, através do sistema de policultivo tem o pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*) como espécie comum entre elas, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o tambacu (Híbrido- tambaqui x pacu), são peixes redondos de hábito alimentar onívoro e bem aceitos no mercado consumidor, pois possuem boa adaptação ao local e clima.

De acordo com Boscardin (2008) o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em 2004 obteve na região Centro-Oeste 80% da produção nacional da aquicultura, o tambacu obteve 73% da produção nacional e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) foi à espécie de peixe cultivada no maior número de estados.

As propriedades em estudo utilizam a alimentação natural (existente no meio aquático) e a artificial através das rações fornecidas aos peixes. As rações são usadas em quantidades mínimas e sem qualquer controle. Conforme Silva (1988) para se calcular a taxa de alimentação artificial de um viveiro para um dado mês, retiram-se alguns peixes do viveiro e deles obtêm o peso médio, o qual multiplicado pelo número de indivíduos no viveiro fornece a biomassa. Desta se tira a quantidade diária do alimento de acordo com a taxa adotada. A ração diária deve ser dividida em duas ou mais refeições.

Para Diegues (2006) embora os custos de produção da aquicultura já são hoje, em média, mais baixos que os de pesca extrativa, há necessidade de desenvolver tecnologias apropriadas para a aquicultura familiar, cujos custos estejam ao alcance dos produtores.

Nas análises dos parâmetros físicos e químicos da água das pisciculturas, a opção de utilizar os kits comerciais de análises de água doce foi intencional no sentido de aproximação da realidade socio-econômico dos produtores da região. Os kits são importantes no monitoramento da qualidade da água e funciona como medida preventiva na detecção de possíveis problemas dentro da piscicultura.

Segundo Kubitzka (2003) um bom Kit de qualidade de água equipado para análises de pH, alcalinidade total, dureza, gás carbônico e amônia, possui preço irrisório frente a perda total de um lote de alevinos ou peixes na terminação.

Para a realização das coletas em campo foi necessário capacitar uma equipe de 6

peessoas quanto ao uso dos equipamentos (relógio, termômetro, disco de secchi e procedimentos de coleta segundo a metodologia de Prado *et. al*, (2004). As equipes foram organizadas em dois roteiros para viabilizar a coleta no mesmo horário (simultaneamente).

Thomaz, *et al* (2001) em seu trabalho usaram a simultaneidade das amostragens em dois ecossistemas devido à proximidade dos locais de coleta alegando que expostos às mesmas condições de temperatura, vento e radiação solar, poderia favorecer a comparação entre os fatores limnológicos desses sistemas.

O intervalo de tempo para medir a atividade biológica foi baseado num ciclo diário ou nictemeral (24 horas) onde se obteria dados mais precisos e pontuais dos viveiros. Conforme Esteves *et al* (1988) destacam que os estudos sobre a variação nictemeral (períodos curtos, 24 horas) de parâmetros limnológicos básicos são considerados de muita importância para o entendimento do metabolismo dos ecossistemas aquáticos tropicais, e que a localização geográfica e as condições próprias do ambiente em questão são determinantes. O autor colheu evidências de que em regiões tropicais, as variações sazonais são menos pronunciadas que as que ocorrem num ciclo de 24 horas. As variações na temperatura, luminosidade e fenômenos climáticos rápidos, característicos das regiões tropicais, são os principais responsáveis pelas variações do metabolismo aquático entre os ciclos diários (CARMOUZE *et al*, 1991 *apud* GAGLIARDI; GAGLIARDI, 2008).

Os de intervalos de horários (12:00; 18:00; 24:00; 06:00; e 12:00 horas) tiveram o propósito de aferir as medições nos horários de alta radiação solar (produção intensa de fotossíntese) e nenhuma radiação solar (respiração intensa).

A instalação do trabalho de campo foi realizada no mês de julho, período em que as colheitas de peixes (despescas) não ocorrem normalmente no município. As repetições foram realizadas a cada 5 dias com a finalidade de expor o experimento a uma maior variação dos parâmetros limnológicos dentro do mês.

Rotta (2003) assegura que a piscicultura é uma atividade cuja técnica é de difícil assimilação por parte do produtor rural. Pádua (2006) relata que o principal problema enfrentado na piscicultura em Goiás é a ausência de técnicos especializados, tendo sido constatada a falta de preparo por parte dos técnicos para o atendimento com qualidade ao piscicultor. Embora a piscicultura exista no município, pouco se faz para a implementação dessa atividade. Há por parte do poder público (Estadual e municipal) interesse em incentivar o desenvolvimento tecnológico desses produtores. É preciso que os interessados se mobilizem e mostrem disponibilidade para as mudanças necessárias.

Para avaliar a qualidade da água neste trabalho, usou-se como comparativo os

parâmetros recomendados pela Resolução 357/2005 do CONAMA e os parâmetros recomendados pela literatura técnica da área. A Resolução 357/2005 do CONAMA “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. As águas doces destinadas à aquicultura e a atividade de pesca estão classificadas na classe 2, cujos padrões de qualidade constam da Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros recomendados pela Resolução 357/2005 do CONAMA para organismos aquáticos de água doce na classe 2.

Análises	Unidade	Valores máximos recomendados
pH		6 a 9
Oxigênio dissolvido	mg. L ⁻¹	>5
N- amoniacal	mg. L ⁻¹	3,7 mg. L ⁻¹ N - pH < 7,5 2 mg. L ⁻¹ N, p/ 7,5 < pH < 8,0 1,0 mg. L ⁻¹ N, p/ 8,0 < pH < 8,5 0,5 mg. L ⁻¹ N, p/pH > 8,5 máximo 0,5, acima letal
Dureza	mg. L ⁻¹	até 500 mg. L ⁻¹

Na Tabela 3 verificam-se os dados que representam as médias, o desvio padrão e o nível de significância dos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, amônia, dureza, temperatura ambiente, temperatura da água, transparência, alcalinidade e ortofosfato da água analisada a montante e a jusante de viveiros escavados nas seis propriedades amostrados na pesquisa.

Tabela 3. Resultado do pH (pH), oxigênio dissolvido (OD), amônia (N-NH₃), dureza (DUR), temperatura ambiente (T AMB), temperatura da água (T H₂O), transparência (TRANS), alcalinidade (ALC) e ortofosfato (ORT) da água analisada suas médias a montante (MON) e a jusante (JUS) de viveiros escavados, desvio padrão (DP) e significância (P).

Parâmetros	MON	DP	JUS	DP	P
pH	7,12	0,43	7,25	0,47	0,0049*
OD (mg.L ⁻¹ O ₂)	7,92	0,23	7,87	0,12	0,6026
N-NH₃ (mg.L ⁻¹ N-NH ₃)	0,09	0,037	0,12	0,068	0,0849
DUR (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	72,17	50,32	71,37	58,61	0,9251
T AMB (°C)	22,81	0,74	22,71	0,75	0,9956
T H₂O (°C)	23,11	0,55	23,01	0,56	0,9569
TRANS (m)	0,87	0,24	0,87	0,24	0,7603
ALC (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	121,82	68,81	119,32	55,61	0,2729
ORT (mg.L ⁻¹ PO ₄)	0,007	0,016	0,02	0,049	0,5509

*Estatisticamente significativo em nível de $p < 0,05$ pelo teste Tukey

O pH é conhecido universalmente para expressar o grau de acidez de uma solução.

Segundo Esteves (1988), o pH possui estreita interdependência entre as comunidades vegetais, animais e o meio aquático. É importante, pois possui grande efeito sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes (ARANA, 1997) e na produção primária (YANCEY & MENEZES, 2001).

Gagliardi (2008) afirma que o pH e a alcalinidade em sistemas aquáticos estão intimamente relacionados e são indicadores da ocorrência de produção primária nos sistemas. O pH da água pode ser alterado pelos fatores respiração, fotossíntese, adubação calagem e poluição além do arrasto de materiais para o viveiro motivado pelas chuvas. Quaisquer alterações bruscas nestes fatores ocasionam desequilíbrios no ciclo de crescimento e desenvolvimento dos peixes podendo levá-los à morte.

A escala do pH varia de 0 a 14, sendo a água ácida se estiver entre 0 a 7, básica (ou alcalina) entre 7 a 14, sendo neutro quando estiver na escala 7 e é considerado crítico quando estiver próximo a 4,5 para a criação de peixes (ARANA, 1997).

Comparando-se os valores de referência contidos na Tabela 2 com os obtidos e expostos na Tabela 3 pode-se verificar que os valores de pH estão dentro daqueles considerado padrão pela Resolução do CONAMA 357/2005 (Tabela 2) na qual o valor de pH ideal para a classe 2 das águas doces vai de 6,0 a 9,0 e manteve-se dentro das faixas considerado adequado

para peixe entre 6 a 9 por Proença & Bittencourt (1994).

Em todas as amostras analisadas a média do pH ficou entre 6,4 e 7,7 (Figura 1). Verificou-se que durante o ciclo diurno o pH foi mais alto havendo quedas nos horários noturnos, sobretudo entre as 18 e 24 horas (Figura 2). Tal fato também foi relatado por Toledo & Castro (2001) quando analisavam no trabalho em Alta Floresta o pH de viveiros de piscicultura. Esses autores argumentaram que o pH da água em geral está inter-relacionado com as propriedades químicas da água, com a geoquímica da bacia hidrográfica. Ocorrem também influências de processos biológicos como a fotossíntese, a respiração e a decomposição dos organismos como esclarecem Tundisi e Tundisi (2008).

Notou-se um aumento significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey quando se comparou o pH nas posições a montante e a jusante dos viveiros. Isso pode estar relacionado com alguns indicadores verificados nos viveiros como produtividade primária e densidade de estocagem (tabela 1).

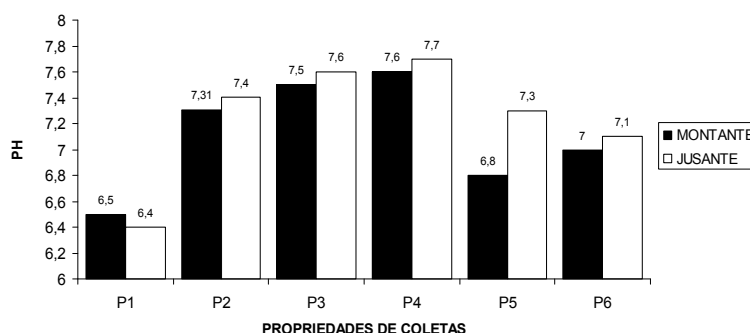


Figura 1: Médias dos valores de pH nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas

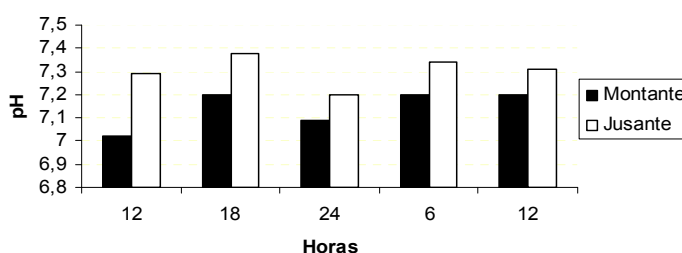


Figura 2: Médias dos valores de pH nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas em função dos horários de coleta.

O oxigênio é o segundo maior componente do ar, superado apenas pelo nitrogênio. Ele é o elemento mais importante para a sobrevivência dos peixes, e se, em baixos níveis, pode causar stress, redução no crescimento, maior susceptibilidade às enfermidades e até a morte. Em águas naturais o oxigênio dissolvido está constantemente mudando devido aos processos biológicos e ele pode se perder ou ser consumido através da respiração biológica, oxidação química, difusão para a atmosfera e por meio dos efluentes. As fontes de O_2 são: o fitoplâncton e plantas aquáticas (através da fotossíntese), O_2 atmosférico (difusão), O_2 da água adicionada (renovação da água) e através de aeradores (artificial).

As médias de concentração de oxigênio dissolvido nas posições a montante e a jusante dos viveiros para as propriedades analisadas (Tabela 3) variaram entre 7,87 a 7,92 $mg.L^{-1}O_2$, e não apresentaram diferença significativa entre elas. As concentrações de oxigênio dissolvido encontrado em média permaneceram dentro do recomendado pela Resolução do CONAMA 357/2005 (Tabela 2) que determina concentrações acima de 5 $mg.L^{-1}O_2$ e manteve-se no nível ótimo para peixes conforme Proença & Bittencourt (1994) onde relata que a maior parte dos peixes morre quando o teor de OD é igual ou inferior a 1 mg/L ; entre 1 e 3 mg/L situa-se no nível subletal, 3 a 5 mg/L teores suportáveis e acima de 5 mg/L estariam em níveis ótimos.

Nesse estudo de caso, esse parâmetro manteve-se na faixa de 7,7 a 8,3 $mg.L^{-1}O_2$ em todas as posições dos viveiros e em todas as propriedades (Figura 3). Mostrou oscilação durante o período do dia, o que é normal uma vez que, segundo Kubitza (1999), ao longo do dia há variação no processo de fotossíntese e respiração e no período noturno quando a respiração excede a fotossíntese os níveis de oxigênio demonstram queda. Esse resultado também foi reportado por Pádua (1997), ao estudar o perfil de comportamento de um conjunto de parâmetros limnológicos ao longo do período diurno, o oxigênio dissolvido variou durante o dia com processos de fotossíntese e respiração.

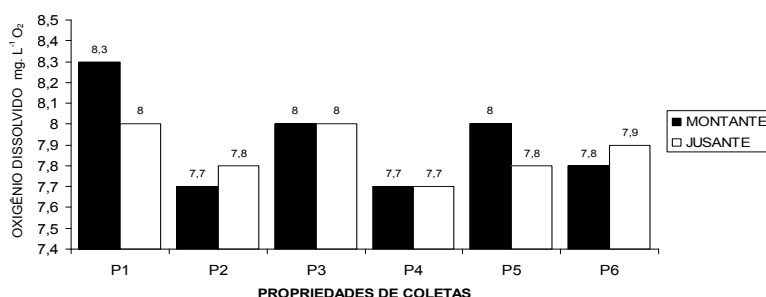


Figura 3: Médias das concentrações de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}O_2$) nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas

As concentrações médias observadas não atingiram o limite mínimo para a criação de peixes de $3 \text{ mg.L}^{-1} \text{O}_2$ (YANCEY & MENEZES, 2001). De conformidade com Kubitza (1999) as concentrações mais baixas de oxigênio dissolvido ocorrem nos viveiros durante a madrugada e ao amanhecer, período em que todos os organismos do viveiro (peixes, algas, microorganismos, plâncton etc.) consomem O_2 .

O nitrogênio é utilizado pelas plantas aquáticas principalmente na síntese de proteínas e aminoácidos. O Nitrogênio Total (NT) apresenta-se nos ambientes aquáticos nas seguintes formas: nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_3), íon amônio (NH_4), óxido nitroso (N_2O), nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio dissolvido (aminas, aminoácidos, etc.) e nitrogênio orgânico particulado através de bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos (LIMA, 2001).

O íon Amônio NH_4^+ (forma ionizada) e NH_3 (forma não ionizada) formam a amônia total ou nitrogênio amoniacal total. O pH influencia muito na perda de N para o meio. Se o pH é alto, ocorre maior perda para o meio. Quando a concentração da amônia aumenta no ambiente aquático, a excreção deste composto, na maioria dos animais, diminui, provocando um incremento no nível de amônia do sangue e dos tecidos afetando a fisiologia dos peixes. Se o pH for ácido a taxa de Nitrogênio Total (NT) aumentará.

Para as concentrações de amônia na água analisada (de todos os viveiros e em posições dos viveiros) pode-se dizer que os valores encontrados (Tabela 3) estão dentro dos parâmetros da Resolução 357/2005 (Tabela 2) que registra concentrações máximas de amônia para a classe 2 das águas doces variando entre 2 a $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$ de N- NH_3 para pH abaixo de 8. A concentração de amônia não apresentou diferença significativa quando se comparou as posições a montante e a jusante nos viveiros (Tabela 3). Segundo Sipaúba-Tavares (1994) as concentrações entre $0,1$ a $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ N- NH_3 , estão dentro da tolerância permitida para peixes. Neste estudo de caso, os valores nas posições a montante e jusante dos viveiros escavados para as propriedades avaliadas ficaram entre $0,04$ a $0,24 \text{ mg.L}^{-1}$ como se observa na Figura 4. Kubitza (1999) menciona que a amônia é um metabólito proveniente da excreção nitrogenada dos peixes e outros organismos aquáticos e da decomposição microbiana de resíduos orgânicos, observou-se a diferença nítida na propriedade 6 em relação as outras devido ao maior uso de ração na alimentação. Em seu trabalho na Bacia do Rio Cuiabá, Silva (2007) verificou que as principais fontes de amônia nos viveiros são os excrementos dos peixes, os fertilizantes químicos e a degradação bacteriana dos compostos nitrogenados.

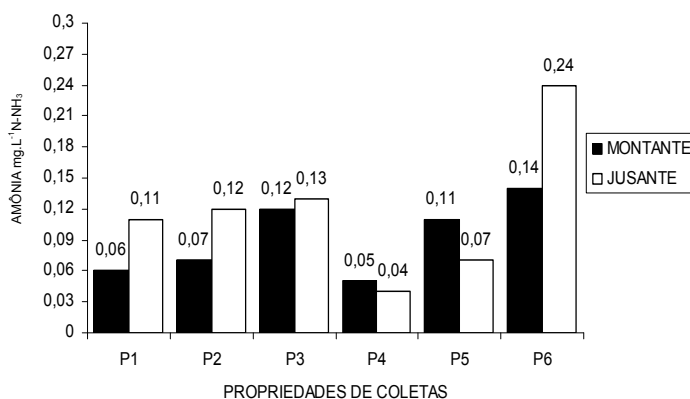


Figura 4: Médias das concentrações de amônia ($\text{mg.L}^{-1}\text{N-NH}_3$) nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas

No presente estudo de caso, o período da coleta de amostras foi no mês de julho, que é um período de pouca ou nenhuma chuva e nas propriedades em estudo com baixas temperaturas noturnas, a densidade de peixes observada era baixa. Por essa razão, os produtores tendem a reduzir o fornecimento de alimentos devido à queda da temperatura o que reduz o metabolismo dos animais e possivelmente essa também seja a causa das baixas concentrações de amônia encontradas.

A dureza é provocada pela presença na água de sais de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) que estão combinados ao carbonato e/ou bicarbonato, podendo também estar associado ao sulfato e cloreto. O Ca e o Mg são abundantes em água doce normal e as concentrações têm sido utilizadas como medida de dureza total. Alguns autores referem-se às águas com alta alcalinidade como águas duras, isto porque a dureza total está geralmente relacionada com os ânions da alcalinidade, e os cátions da dureza são derivados de soluções minerais (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

As médias do parâmetro dureza nas posições a montante e a jusante dos viveiros para as propriedades estudadas, variaram entre 15 a $153,6 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, e não houve diferença significativa entre a água coletada a montante e a jusante dos viveiros como se verifica na Tabela 3. Para os parâmetros de referência da resolução 357/2005 do CONAMA (Tabela 1) a dureza para a classe 2 das águas doces não pode ultrapassar $500 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$. Segundo Sipaúba-Tavares (1994) para efeito biológico das águas a dureza segue uma classificação na qual: de 0 a 75 mg.L^{-1} de CaCO_3 é considerada mole; de 75 a 150 mg.L^{-1} de CaCO_3 é considerada moderadamente dura e de 150 a 300 mg.L^{-1} de CaCO_3 é dura. Nas análises para a

dureza na água entre as médias das amostras a montante e a jusante (Figura 5) observou-se que quatro propriedades permaneceram entre água mole (propriedades 1, 2, 5 e 6), uma propriedade ficou classificada como água moderadamente dura (propriedade 3) e uma ficou na faixa de água dura (propriedade 4). Na propriedade quatro notou-se que os teores de dureza e de alcalinidade ficaram altos.

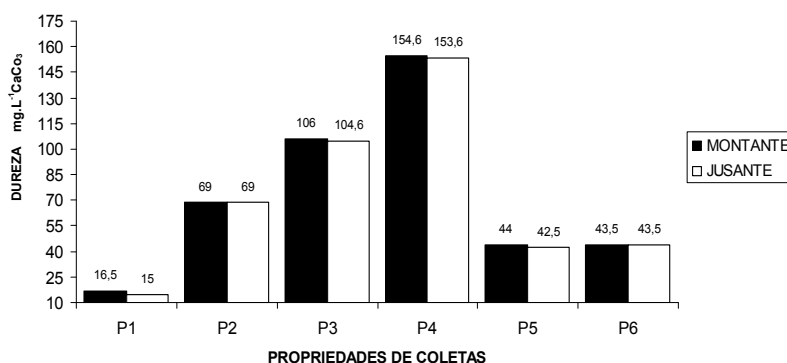


Figura 5: Médias dos valores de dureza ($\text{mg.L}^{-1}\text{CaCO}_3$) nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas

Os maiores valores de dureza foram observados na entrada do viveiro (Figura 5), provavelmente em função do incremento das cargas de dureza trazidas pelos principais tributários. Resultados semelhantes foram obtidos por Lachi e Sipaúba – Tavares (2008) em trabalho em viveiro de piscicultura para fins de pesca esportiva e irrigação.

Na propriedade 1 o que chamou a atenção foi que os valores de dureza (Figura 5) estão abaixo da faixa mínima de referência citados por Sipaúba-Tavares (1994) que reporta que para o cultivo de peixes, valores acima de $20 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ viabiliza o cultivo. Possivelmente a propriedade 1 (Foto 9 e 10) com os baixos valores de dureza, indicando pouca presença de Ca e Mg, o que se constata também pelos valores de pH (Figura 1) necessita de calagem cuja função é corrigir os valores do pH que irá reforçar o sistema tampão formado por bicarbonatos, carbonatos e íons de Ca e Mg e neutralizar a acidez de troca do solo do fundo dos viveiros (KUBITZA, 1999), viabilizando o cultivo de peixes.

A temperatura é um elemento de fundamental importância para todos os organismos aquáticos bem como para os demais parâmetros. A radiação absorvida na superfície transforma em energia calórica, que se propaga na água por condução (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). A temperatura afeta a densidade da água, sua viscosidade, a solubilidade dos gases, em

particular a do oxigênio e interfere na velocidade das reações químicas.

A comparação entre as médias da temperatura da água nas posições a montante e jusante dos viveiros para as propriedades estudadas (Tabela 3) não apresentaram diferenças significativas e variaram entre 22,1 a 23,7 °C (Figura 6). Para Kubtiza (1999) a faixa de temperatura da água recomendada para peixes tropicais é de 28 a 32 °C, entretanto, neste estudo de caso como o período da coleta foi no mês de julho, justificam-se essas temperaturas encontradas. Nesse período de ocorrência de temperaturas baixas a taxa de crescimento do peixe é reduzida e conseqüentemente a taxa de lotação também é baixa.

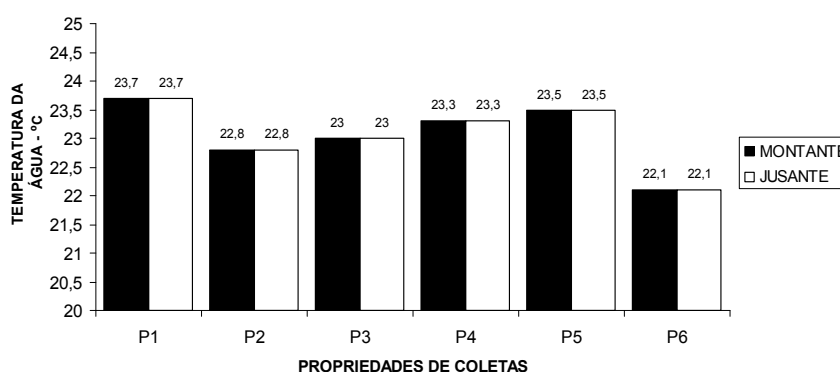


Figura 6: Médias da temperatura da água (°C) nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas.

As variações de temperatura da água e do ambiente obedeceram ao regime climático normal com altas durante o dia e amenas no período noturno, sendo as maiores temperaturas observadas ao meio dia e as menores ao amanhecer (Figura 7) Segundo Tundisi e Tundisi (2008) as temperaturas diurnas da água são maiores em virtude do processo fotossintético e teor de oxigênio na superfície, ao passo que as noturnas são menores e com pouca variação.

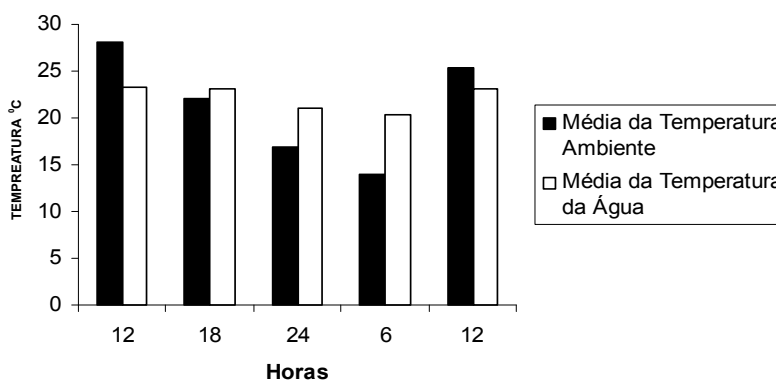


Figura 7: Média das temperaturas (°C) ambiente e da água em função dos horários de coletas.

A capacidade de penetração da luz na coluna da água (Transparência) é um bom indicador de qualidade da água e para a possibilidade de ocorrência de níveis críticos de oxigênio dissolvido no período noturno. A energia luminosa que vem do sol modifica substancialmente a estrutura térmica de um lago e interfere nos padrões de circulação e de estratificação de massa de água. A água é transformada biologicamente pelo processo de fotossíntese sendo fundamental para o metabolismo dos ecossistemas

O parâmetro transparência variou entre 0,69 e 1,32m (Figura 8), não apresentando diferença significativa entre as propriedades estudadas. Isso indica a existência de produção primária (Tabela 1). Lins *et al* (2008) esclarecem que os valores da transparência podem ser vistos como indicativos da penetração de luz fotossintetizante que estimula a produção fitoplanctônica e a movimentação de algas e cianobactérias.

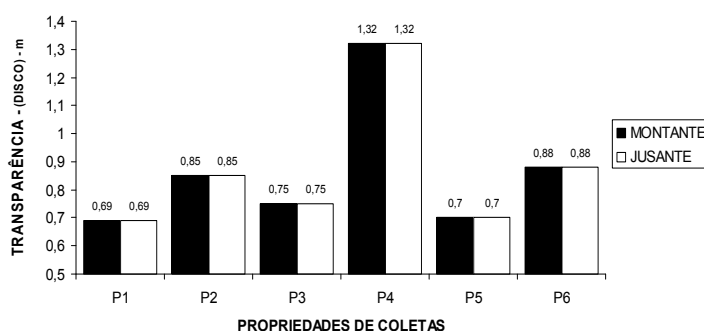


Figura 8: Médias de transparência (m) das águas dos viveiros escavados nas diferentes propriedades.

Águas com transparência maior que 0,60 m permitem a penetração de grande quantidade de luz em profundidade, favorecendo o crescimento de plantas aquáticas submersas (KUBTIZA, 1999). Nos viveiros analisados foi comum a presença de macrófitas (Tabela 1), o que possivelmente ocorreu em função desse nível de transparência detectado. É recomendável para cultivo de peixes que a transparência fique entre 0,40 e 0,60m (KUBTIZA, 1999), tomando cuidado com as cianobactérias. Observou-se que a zona eufótica nas propriedades 1, 4, 5 e 6 (Tabela 1) é grande se comparada com os volumes de água dos respectivos viveiros e que nesses viveiros a presença de algas submersas e macrófitas é registrada (Fotos 3, 4, 5, 9 e 10)

A alcalinidade da água de acordo com Sawyer e McCarty (1978) *apud* por Arana (1997), é a medida da sua capacidade para neutralizar ácidos. Refere-se à concentração total de sais na água, sendo expressa em carbonato de cálcio (CaCO_3), bicarbonato (HCO_3), hidroxila (OH), sais orgânicos, entre outros, que são capazes de neutralizar o íon (H^+).

Quanto à alcalinidade nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas, não se observou diferenças significativas (Tabela 2). As médias variaram entre 25 e 219 mg.L^{-1} CaCO_3 , como se pode verificar na Figura 9. Bons níveis para criação de peixes são aqueles que se encontram com teores na faixa de 50 a 200 mg.L^{-1} CaCO_3 (YANCEY & MENEZES, 2001). Para Kubitzka (1999), os íons bicarbonato e carbonatos são os responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas dos sistemas aquaculturais. De acordo com o mesmo autor “águas com alcalinidade total inferior a 20 mg.L^{-1} CaCO_3 apresentam reduzido poder tampão e podem apresentar flutuações diárias nos valores de pH em função dos processos fotossintéticos e respiratórios nos sistemas aquaculturais”.

Dentre as propriedades analisadas apenas uma (propriedade 1) apresentou nível abaixo do recomendado, indicando baixo poder tampão provavelmente por que nessa propriedade observou-se que os tanques foram construídos em local onde o solo é saturado (brejo) e onde há renovação constante de água com deslocamento de nutrientes, mantendo as reservas de bicarbonato e carbonato em quantidades pequenas. Notou-se que a zona eufótica ocupa 1/3 da área alagada provocando o aparecimento de algas submersas e macrófitas (Foto 9 e 10) em grande quantidade (Tabela 1) gerando forte concorrência por nutrientes nos viveiros. Observou-se também que o pH a montante e a jusante nessa propriedade (Figura 1) ficou abaixo de sete.

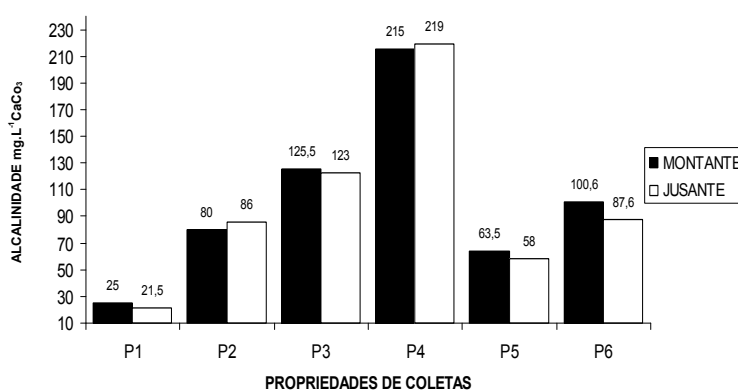


Figura 9: Média de alcalinidade (mg.L^{-1} CaCO_3) nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas

Notou-se que comparando as médias de alcalinidade (Figura 9) com as médias de pH (Figura 1) obtidos em todas as propriedades nas posições a montante e a jusante dos viveiros, percebeu-se uma estreita relação entre eles. Conforme Esteves *et al* (1988) quando se avaliam os fenômenos que ocorrem dentro de um ciclo nictemeral (24 horas) para os parâmetros pH e alcalinidade total, observa-se uma homogeneidade vertical dessas variáveis, em função da estrutura térmica desestratificada durante o ciclo nictemeral.

O fósforo em sistemas de cultivo em geral apresenta-se com baixa concentração, no entanto, é o nutriente que mais limita a produtividade em ecossistemas aquáticos. Uma vez em contato com o sistema aquático é imediatamente incorporado à cadeia alimentar, via fitoplâncton e zooplâncton e é um elemento essencial para a manutenção destes organismos (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Os ortofosfatos são as principais formas de P inorgânico assimiláveis pelo fitoplâncton. O fósforo é o indicador de trofia do sistema aquático e ele será eutrófico (ambiente rico em nutrientes) quando este sistema apresentar teor maior que 30µg-P/L (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Para Tundisi e Tundisi (2008), o fluxo do fósforo para as águas continentais depende dos processos geoquímicos nas bacias hidrográficas. As áreas que mantiveram sua vegetação conservam fósforo enquanto ambientes onde ocorrem desmatamentos geralmente perdem fósforo.

Os ortofosfatos são as principais formas de P inorgânico assimiláveis pelo fitoplâncton. Para o ortofosfato avaliado nas posições a montante e a jusante dos viveiros nas propriedades estudadas não se observou diferença significativa (Tabela 2). Nas análises realizadas e de acordo com o método utilizado para este estudo de caso, detectou-se que somente a propriedade seis apresentou em quantidade mínima o ortofosfato (Figura 10). Isto se justifica uma vez que essa é a única propriedade que utiliza com mais frequência rações em todos os ciclos de crescimento do peixe, porém, como o fluxo de água é contínuo e vem de nascentes, o “tempo de residência” é muito rápido (Foto 1).

Aparentemente, a falta ou o uso inadequado da tecnologia principalmente na alimentação aos organismos aquáticos, limita os viveiros na produção. Possivelmente o fósforo está presente no fundo dos viveiros. Tundisi e Tundisi *et al* (2008) relataram que “a sedimentação de partículas e excreta de animais planctônicos ou bentônicos contribuem para o acúmulo de fósforo no sedimento”. O fósforo é requerido para a manutenção normal das funções metabólicas e fisiológicas dos animais e permite o desenvolvimento do fitoplâncton. Aproximadamente 90% do fósforo nos peixes estão nos ossos e nas escamas. Não obtendo fósforo através dos alimentos convencionais (zooplâncton e fitoplâncton) por serem

parcialmente indisponíveis, é necessário adicioná-lo através de rações. A carência deste mineral leva ao baixo desempenho do animal.

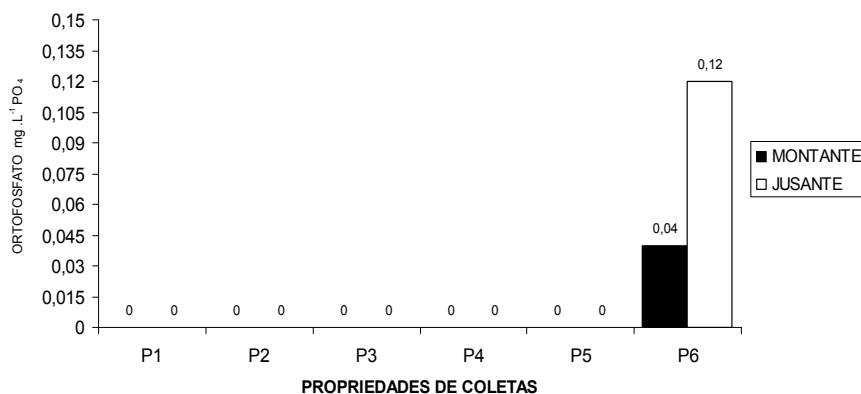


Figura 10: Média de ortofosfato (mg .L⁻¹ PO₄) nas posições a montante e a jusante das viveiros nas propriedades estudadas.

Minucci *et al* (2005) analisando as variáveis limnológicas amônia e fósforo total em viveiros com piaçu observaram que picos de fósforo total e picos de amônia coincidiram com a adubação inicial e as adubações de manutenção, ou seja, provavelmente as flutuações de amônia, fósforo total e clorofila estiveram relacionados com o aumento dos processos metabólicos das comunidades biológicas do viveiro. No presente estudo de caso, somente na propriedade 6 (seis) a amônia e o ortofosfato tiveram picos semelhantes aos obtidos por Minucci *et al* (2005), possivelmente por que nesta propriedade é realizada adubação nos viveiros, que mesmo deficitária (Tabela 1) colabora com presença da amônia e do ortofosfato.

6. CONCLUSÃO

Nas condições desse estudo de caso pode-se concluir que:

Utilizando kits para análise de água doce para quantificar parâmetros físicos e químicos da água em viveiros escavados em Cezarina Goiás, não houve diferença significativa entre as posições a montante e a jusante dos viveiros escavados estudados para as variáveis: temperaturas do ambiente e da água, transparência, alcalinidade, dureza, oxigênio dissolvido, amônia e ortofosfato.

A variável pH apresentou diferença significativa quando se comparou a posição a montante e a jusante dos viveiros escavados em todas as propriedades analisadas.

Observou-se que as variáveis físicas e químicas apresentaram melhores condições de qualidade de água para o cultivo de peixes na propriedade número 1, entretanto, a propriedade número 4 apresentou condições desfavoráveis.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades embora estejam na mesma microbacia apresentou diferenças naturais como à vegetação que cerca os viveiros, o manejo dispensado ao cultivo de peixes e a quantidade, qualidade e fornecimento de alimentos, portanto, a condução do trabalho focou a qualidade da água que entrava no viveiro e a qualidade da água que saía com o propósito de abastecer o manancial subsequente.

Os resultados das análises indicaram que a água das pisciculturas monitoradas pelos kits de análise de água doce, não provocou danos ambientais, ou melhor, não contaminou os córregos e não ofereceu risco a saúde humana e dos peixes, considerando o período das coletas. Não obstante a essa constatação, deve-se enfatizar que apesar dos resultados estatísticos não apresentarem diferença significativas a nível de montante e jusante dos viveiros, faz-se necessário fazer ressalvas quanto à atividade desenvolvida. Observou-se que as propriedades no mesmo período não obtiveram o rendimento necessário em termos de produção e produtividade, apesar do período da coleta.

Os estudos realizados nessas propriedades expressam também que a atividade não é abordada como empreendimento rentável porque está condicionada a produtores subqualificados tecnicamente, sem o necessário preparo para prosperar e se manter nessa atividade (BOEGER e OSTRENSKY, 2008)

Existem evidências visuais claras de que as pisciculturas em estudo ao serem construídas impactaram o meio ambiente através da ação antrópica (TUNDISI et al, 2006). Os impactos ocorreram no período da construção dos viveiros através do desmatamento com retirada da cobertura vegetal local, remoções da mata ciliar para captação da água e com isso provocaram e continuam a provocar carregamento de detritos, terra e sedimento para os cursos d água e para as represas e tanques povoados de peixes na época da chuva.

Nota-se que em todas as propriedades que o tempo de residência da água é pequeno havendo renovação constante da água nos viveiros e retorno da mesma ao leito natural. As reservas permanentes e legais também não existem legalmente e nem de fato.

A atividade principal em todas as propriedades é a bovinocultura tendo a pastagem como maior área ocupada, causando erosão laminar, erosão em sulcos e até voçorocas. Se o período de estiagem se prolonga a situação se agrava colocando em risco não só a atividade de piscicultura como também o abastecimento de água para consumo humano e animal.

No período das chuvas não há controle eficiente para evitar inundações e a perda de peixes para o manancial subsequente, que trás não só prejuízo ao produtor como também

desequilíbrio para o ambiente (a espécie estocada concorrerá com as outras espécies nativas por espaço e comida). A falta de planejamento na atividade, a ausência da assistência técnica especializada e o desinteresse do produtor em investir na atividade com visão lucrativa e ambiental limitam a níveis reduzidos a produção e a produtividade de peixes propiciando o uso indiscriminado da água.

De acordo com as pesquisas realizadas *in loco*, considerando o trabalho desenvolvido, recomendam-se abaixo, aos piscicultores abordados, as seguintes medidas de caráter preventivo:

- ✓ Envolvimento do poder público;
- ✓ Elaboração de um plano de gestão para as pisciculturas com controle ambiental;
- ✓ Reflorestamento e averbação das reservas legais e permanentes;
- ✓ Redução na taxa de renovação de água ao mínimo indispensável;
- ✓ Uso de ração balanceada, fornecida de forma controlada e de acordo com a idade e quantidade de animais;
- ✓ Controle rigoroso no programa de adubação dos viveiros para evitar a falta e o excesso aos animais e tanque;
- ✓ Povoamento dos viveiros com densidade moderada e compatível com a capacidade de carga do ambiente;
- ✓ Uso de efluentes como água de irrigação de plantações;
- ✓ Uso de tanques de decantação, filtros mecânicos e/ou naturais, acoplados ao sistema de escoamento;
- ✓ Liberação de efluentes em corpos de água corrente, com capacidade de diluição;
- ✓ Uso de manejo adequado para evitar o escape de animais para o meio ambiente;
- ✓ Uso de técnicas de manejo que aumentam a produtividade sem prejuízo ao meio ambiente;
- ✓ Prática do policultivo ou consórcio para aproveitar melhor o alimento natural disponíveis.

As recomendações estão em consonância com as recomendações propostas no livro “Boas Práticas de Manejo em aquicultura” (SEAP, 2006).

Com base nestes estudos sugiro a continuidade na pesquisa com parâmetros mais detalhados dentro da microbacia em questão. Considerar em outros trabalhos, as estações chuvosas e secas bem como desenvolver pesquisas utilizando amostragens através do perfil na

coluna d'água o que geralmente é acompanhada por modificações na concentração de gases dissolvidos (O_2 e CO_2); distribuição vertical térmica e de organismos planctônicos nas várias profundidades. Estes estudos permitirão a obtenção de dados aprofundados quanto à qualidade da água nos viveiros. Os sistemas envolvidos estão sujeitos a outros fatores que possam influenciar nos ecossistemas aquáticos.

Diante da expansão da atividade no Estado de Goiás e na microbacia Rio dos Bois, tornam-se imperativo o estudo técnico e científico para subsidiar o desenvolvimento com sustentabilidade sócio-ambiental de forma a preservar os nossos recursos hídricos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS. Site da *Agência Ambiental de Goiás*. Disponível em: < http://www3.agenciaambiental.go.gov.br/site//estudosprojetos/pag_eibh.php>. Acesso em: set. 2009.

ALVES, J. M. C.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; SCORVO FILHO, J. D.; LARA, L. B.; CASEIRO, A.; ROMERO, S.; MELLO, R. F. 2006. Segurança alimentar na produção de organismos aquáticos. *Feed & Food – segurança alimentar para a saúde e bem estar do homem*, Porto Feliz/SP, v.1, n.4, p. 16-23, 2006.

AMARAL, R. B. do; FIALHO, A. P. Aplicação das normas do Plano de Controle Ambiental (PCA) em Pisciculturas da região metropolitana de Goiânia e suas aplicações ambientais. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia/GO, v. 7, n. 1, p-27-36, jan./mar. 2006.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Conservação de águas e solos*. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/>, acesso em 01/10/2009.

ARANA, V. L. *Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões/ Luis Vinatea*. Tradução de Marlene Alano Coelho. Florianópolis/SC: Ed. UFSC, 1997. 166 p.

BONIFÁCIO, A. D.; REIS, F. A. Piscicultura básica. *Emater/GO, Boletim técnico nº 02*. 1997.

BOSCARDIN, N. R. *A produção aquícola brasileira*. In: Ostrensky, A., BORGHETTI, R. J. SOTO, D. *Aquicultura no Brasil: um desafio a crescer* (FAO), Brasília/DF, 2008. 287 p.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 02 set. 2009.

BRASIL. IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. *Estatística da pesca 2007 Brasil – grandes regiões e unidades da federação*. 2007. Disponível em < http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/estatistica_2007.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2009.

BRASIL. SEAP - Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/ MPA. *Aquicultura no Brasil*, 2003. Disponível em < <http://200.198.202.145/Seap/html/aqinformacao.htm>> Acesso em: 15 ago. 2009.

BRASIL. SEAP - Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/ MPA. *Boas Práticas de Manejo em Aquicultura*. 2006. Disponível em <<http://www.itaipu.gov.py/files/Manual%20de%20Boas%20Praticas%20em%20Aquicultura.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2009.

BRUNE, D. E. Managing water in aquaculture ponds: the tradeoff between carrying capacity and environmental impact. *Bull. Natl. Re.Inst.Aquicultura*, 1:37-44, 1994.

CARNEIRO, P. R. F. A cobrança pelo uso da água na aquicultura. *Revista Panorama da Aquicultura*, Laranjeiras/RJ, n. 56, v. 9, p. 19-33, 1999.

CASTILHO, G. G.; PEREIRA, L.; PIE, M. R. Aquicultura, segurança alimentar sanidade e meio ambiente. In: OSTRENSKY. A.; BORGHETTI R. J.; SOTO, D.; *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer* (FAO), Brasília/DF, 2008. 276 p.

CRUZ, S. F. Caracterização de parâmetros qualitativos e quantitativos da água da microbacia: Água de cabeceira. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal/SP, n. 2, v.22, p. 258, 2002.

DIEGUES, A. C. *Para uma aquicultura sustentável do Brasil*. NUPAUB – USP, n.3, São Paulo, 2006. Disponível em < <http://www.usp.br/nupaub/aquicultura.pdf> > Acesso em: 22 de julho de 2009.

DNIT. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte. Mapa Rodoviário. Goiás, 2002.

ELER, M. N.; MILLANI T. J.; Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa/MG, v. 36, julho, 2007. Suplemento.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Memórias do I Workshop Internacional para o Desenvolvimento de Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Aquicultura. *Anais do I Workshop Internacional para o Desenvolvimento de Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Aquicultura*, Piracicaba/SP, 28-30 de março de 2006. Embrapa Meio Ambiente. Documentos 70, 2007. 24 p.

ESTEVES, F. A.; BOZELLI, R. L.; CAMARGO, A. F. M. ; ROLAND, F.; THOMAZ, S. M. Variação diária (24 hs) de temperatura, O₂ dissolvido, pH e alcalinidade em duas lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo destes ecossistemas. *Acta Limnológica Brasiliensia*, São Paulo/SP, v. 11, p. 101 e 107, 1988.

FAO - Departamento de Pesca y La Acuicultura de La FAO. *Exame Mundial de La Pesca y La acuicultura*, In *El Estado Mundial de La Pesca y La acuicultura*, 2008. Organizacion de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentacion. Roma, p. 27, 2009. Disponível em < <http://www.fao.org> > acesso em 22 de julho de 2009.

FRANÇA, M. S. *Educação e meio ambiente do vale do rio dos Bois*. Secretaria da Educação, Governo de Goiás. Ed. O popular. Goiânia/GO. 67p., 2001.

GAGLIARDI, M. L. *Determinação do metabolismo nictimeral dos sistemas aquáticos do norte e Vale do Jequitinhonha de Minas Gerais*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros/MG, 2008.

GURGEL, J. J. S.; VINATEA, J. E.; *Métodos de aumento da produtividade aquática natural-parte 2*. In: *Manual sobre manejo de reservatórios para produção de peixes*.

Departamento de pesca, FAO. 1988. Disponível em:

<<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P/AB486P02.htm> > Acesso em: 24 de setembro de 2009.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impactos das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. *Boletim do Instituto da Pesca*, São Paulo/SP. n. 34, v. 1, p.163-173, 2008.

KUBITZA, F. Peixes nativos: saiba como assegurar maior sobrevivência, encurtar o período de engorda e aproveitar bem seus viveiros. *Panorama da aquicultura*. Julho/Agosto de 2003. n.78, p.61

KUBITZA, F. *Qualidade da água na produção de peixes*. 3º ed, Jundiaí/SP, 1999. 97 p.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. *Boletim do Instituto da Pesca*, São Paulo/SP, n. 34, v. 1, p. 29-38, 2008.

LIMA, E. B. N. R. *Modelagem integrada para a gestão da qualidade da água na Bacia do rio Cuiabá*. 186 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, 2001.

LINS, R. P.; ARRUDA, P. C.; SILVA, F. M. S. da ; BARBOSA, J. E. de L.; CEBALLOS, B. S. O. De. Piscicultura intensiva em um ecossistema aquático eutrofizado no nordeste do Brasil. Avaliação preliminar na época da seca. In: *Anais do XXXI CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS*. Santiago, Chile. 2008.

MARTIN, N.B. – Manejo de microbacias: o caso do Paraná Rural. in *LOPES, et al – Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucesso*. FGV, 4ª. Ed., 2000.

MARTINS, O. De C. Usos múltiplos de água na bacia rio dos Bois – GO. 2002. Disponível em: <www2.ucg.br/nupenge/pdf/Osmar_de_pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2009.

MATOS, A. C.; BOLL, M. G.; TESTOLIN, G. Qualidade da água de cultivo de peixes e a

legislação. In: XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 2000, Florianópolis, SC. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura*. Florianópolis: Simbraq, 2000. Não paginado, CD-ROM.

MELO, A. R. de. A piscicultura em cativeiro como alternativa econômica para as áreas rurais. *Geografia*, Londrina/PR, n.2, v. 10, p.175, 2001.

MIDLEN, A.; REDDING, T. Environmental Management for aquaculture. Netherlands: *Kluwer Academic Publisher*, 1998.

MINUCCI, L. V.; PINESE, J.F.; ESPINDOLA, E. L. G. Análise limnológica de sistemas semi-intensivo de criação de *Leporinus Microcephalus* (Pisces, Anostomidae). *Bioscience Journal*, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, n.1, v.21, p.123-131, Jan/abril 2005.

MIRES, D. Aquaculture and aquatic environmental: mutual impact and preventive management. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, v. 47, p. 163-172, 1995.

ONO, E. A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Parte 2 – Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas. In: Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para cultivo de peixe. *Panorama da aquicultura*, setembro/outubro de 2005. n. 73, p. 15.

ONO, E. A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Parte 3 – As estruturas hidráulicas In: Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para cultivo de peixe. *Panorama da aquicultura*, setembro/outubro de 2005. n. 74, p. 15.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. Parte 1 - Planejamento, seleção das áreas, fontes de água, demanda hídrica e propriedades do solo. In: Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para cultivo de peixe. *Panorama da aquicultura*, setembro/outubro de 2005. n.72, p.15

ONO, E. A.; KUBITZA, F. Parte 4 – O reaproveitamento da água e o manejo do solo. : Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para cultivo de peixe. *Panorama da*

aquicultura, janeiro/fevereiro de 2003. n. 75, p. 17.

OSTRENSKY. A.; BOAGER, A.W. Principais problemas enfrentados atualmente pela aquicultura brasileira. In: *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer* (FAO), Brasília/DF, 2008. 276 p.

OSTRENSKY. A.; BORGHETTI R. J. Água e Aquicultura. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil. Capital ecológico, uso e conservação*. 3ª Ed. revisada e ampliada- São Paulo: Escrituras Editora, p. 579-605. 2006.

OSTRENSKY. A.; BORGHETTI R. J., SOTO, D.; *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer* (FAO), Brasília/DF, 2008. 276 p.

PADUA, D. M. C; AGUIAR, M. da S; BOIJINK, C. de L. A piscicultura no desenvolvimento do Estado de Goiás. In: ROCHA, C.; FRANCISCO L. TEJERINAGARRO; PIETRAFESA, J. P. (Org). In: *CERRADO, SOCIEDADE E AMBIENTE: desenvolvimento sustentável em Goiás*. Goiânia/GO, Editora da Universidade Católicas de Goiás, 2006, v.1, p. 253-287.

PADUA, D.M.C; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; SILVA, P.C.; PÁDUA, J.T. Variação diurna de Parâmetros limnológicos em viveiros de piscicultura. *Anais. Escola Agronomia e Veterinária*. 57 (1): 93-102, 1997.

PAZ, M. F.; LUCA, S. J. de; SHINMA, E. A. Desenvolvimento sustentável e a qualidade das águas de efluentes de sistemas aquícolas. In: *XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Campo Grande/MS. 18-23 de setembro de 2005.

PRADO, R. B.; TAVARES, S. R. DE L.; BEZERRA, F. B.; RIOS, L. da C.; ESCALEIRA, V. *Manual Técnico de Coleta, Acondicionamento, Preservação e Análises Laboratoriais de Amostras de Água para fins Agrícolas e ambientais*. Rio de Janeiro/RJ: Embrapa Solos, 2004. 97 p. (Documentos n° 65).

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. *Manual de Piscicultura Tropical*. Brasília: IBAMA, 1994. 196 p.

QUEIROZ, J. F.; LOURENÇO, J. N. de P.; KITAMURA, P. C. *A Embrapa e a Aquicultura Demandas e Prioridades de Pesquisa*. Editores Técnicos. Embrapa Informação Tecnológica Brasília/DF. 2002.

ROSEENTHAL, H. 1994. Aquaculture and the environment. *World aquaculture*, 25 (2): 4-11.

ROTTA, M. A. *Situação da Piscicultura sul-mato-grossense e suas perspectivas no Pantanal. Documentos*. Corumbá, Embrapa Pantanal, 2003. 43 p.

SILVA, J. W. B. Outros sistemas de cultivo de piscicultura – parte 8. In: *Manual sobre manejo de reservatórios para produção de peixes*. Departamento de pesca, FAO. 1988. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P/AB486P02.htm> > Acesso em: 24 de setembro de 2009.

SILVA, N. A. *Caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: estudo de caso na bacia do Rio Cuiabá/ MT*. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2007.

SIPAUBA-TAVARES, L. H. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal; FUNEP, 1994, 70 p.

SIPAUBA-TAVARES, L. H. *Qualidade da água em aquicultura*. 1999. Disponível em: <<http://www.uenar.edu.co/acuicola/revista/archivo/a1vol1/conf15.pdf> > Acesso em: 13 abr. 2009.

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A. F. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil. Capital ecológico, uso e conservação*. 3ª Ed. revisada e ampliada- São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

THOMAZ, S. M.; ENRICH-PRAST, A.; JUNIOR, J. F. G.; SANTOS, A. M. dos. ; ESTEVES, F. A. *Metabolismo e trocas gasosas em duas lagoas costeiras do Rio de Janeiro com distintas características limnológicas*. Braz.arch.biol. n.4, v. 44, p. 3 Curitiba, Dec. 2001.

TIAGO, G. G. *Aquicultura, meio ambiente e legislação*. Biblioteca Nacional/Agência Brasileira do International Standard Book Number. Segunda Edição Atualizada. 2007. ISBN 978-85-906936-1-1. Disponível em: www.almalivre.org/2007AquiMambApres.pdf. Acesso em 19 de setembro de 2009.

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D. Parâmetros físico-químicos da água em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, João Pessoa/PB, n. 3, v. 1, 2001.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia I*. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2008. 625 p. ISBN 978-85-86238-66-6.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O.; ABE, D. S.; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: Impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil. Capital ecológico, uso e conservação*. 3ª Ed. revisada e ampliada- São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: XXII Congresso de Zootecnia, Vila Real, Portugal. Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. *Anais do XXII Congresso de Zootecnia*. p. 111-118. 2002.

VINATEA, A. L. *Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de Políticas de desenvolvimento da aquicultura*. Florianópolis, SC: EDUFSC, 1999. 310

YANCEY, D. R.; MENEZES, J. R. R. *Manual de criação de peixes*. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas/SP, 2001. ISBN 85-7121-012-8.