

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE**

**CARACTERIZAÇÃO DE IMPACTOS GERADOS
PELA PISCICULTURA NA QUALIDADE DA ÁGUA:
ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO CUIABÁ/MT**

NELI ASSUNÇÃO SILVA

**PROF^a. DR^a. ELIANA BEATRIZ NUNES RONDON LIMA
ORIENTADORA**

Cuiabá, MT, abril de 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE

**CARACTERIZAÇÃO DE IMPACTOS GERADOS
PELA PISCICULTURA NA QUALIDADE DA ÁGUA:
ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO CUIABÁ/MT**

NELI ASSUNÇÃO SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Física e Meio Ambiente.

PROF^a. DR^a. ELIANA BEATRIZ NUNES RONDON LIMA
ORIENTADORA

Cuiabá, MT, abril de 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE

FOLHA DE APROVAÇÃO

**Título: CARACTERIZAÇÃO DE IMPACTOS GERADOS PELA
PISCICULTURA NA QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA
BACIA DO RIO CUIABÁ/MT**

Autora: NELI ASSUNÇÃO SILVA

Dissertação defendida e aprovada em 27 de abril de 2007, pela Comissão Julgadora:

Prof.^a Dr.^a Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima
UFMT

Prof. Dr. Gilson Alberto Rosa Lima
UFMT

Prof. Dr. Peter Zeilhofer
UFMT

Prof. Dr. Rafael Kopschitz Xavier Bastos
UFV

*“A amizade é um amor que nunca morre”
(Mário Quintana)*

DEDICATÓRIA

À **Deus**, pela vida;

Aos meus avós: Olímpio Gonçalves Loredo e Helena Fuzato Loredo (*in memorian*);

Ao meu querido pai biológico Brazilino Cardozo da Silva (*in memorian*), pelas singelas palavras de incentivo em uma única oportunidade nos dada nessa vida;

Ao meu pai (não-biológico) Boaventura Silva e minha mãe Joanelita Assunção Silva, pelo amor e apoio em minha caminhada;

Aos meus irmãos pelo companheirismo, em especial a minha irmã Elenir e aos outros irmãos que ainda não conheço: Marcos, Fátima e Reginaldo.

Para Francielly e Gustavo, que este trabalho seja um dos exemplos de que os sonhos mesmo sonhados na infância se concretizam quando nos esforçamos para alcançá-los.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem a colaboração de inúmeras pessoas, que direta ou indiretamente participaram com pequenas e grandes contribuições, porém, igualmente valiosas. Agradecer nominalmente a cada uma delas é tarefa quase impossível, sem que este item se transforme no mais extenso deste trabalho. Entretanto, gostaria de externar minha gratidão a algumas instituições e pessoas, e pedir que aquelas aqui não mencionadas sintam-se igualmente lembradas.

Quero agradecer esta conquista:

- Aos meus pais Brasilino Cardozo da Silva (*in memoriam*), Boaventura Silva e Joanelita Assunção Silva, que sempre me espelhei e dos quais sempre recebi e recebo apoio incondicional;
- Ao Francisco, alma gêmea e companheiro, belo e teimoso, que mesmo em caminhos paralelos, desvendamos os mesmos mistérios;
- Aos meus filhos Francielly Assunção Silva e Gustavo Batista de Assunção, que me reluzem diariamente de felicidade, sem os quais minha vida não teria sentido;
- Aos meus irmãos e minha sobrinha Lorena, com quem compartilho horas de intensa alegria, que renovam as minhas forças para continuar sempre em frente;
- Aos piscicultores: Dr. Benedito Figueiredo e Prof.^a Carmem, que gentilmente permitiram a utilização dos viveiros de suas propriedades para realização desse trabalho;
- Ao Engenheiro Agrônomo Josimar Brito (Técnico Ambiental – SEMA) pelos esclarecimentos referentes aos dados das pisciculturas;
- Expresso também meu agradecimento ao Pesquisador MSc. Sergio Tamassia (Estação Experimental de Ituporanga – Ituporanga/Santa Catarina), pelas conversas on-line e pelas monografias, dissertações e teses enviadas;
- À secretária do departamento Vera Cezarino pela amizade, carinho e apoio demonstrado desde o início do curso de graduação;

- Aos colegas do Departamento: Liliana, Zoraidy, Catarina, Leiliane, Jonas, Belmiro (técnico), Eng. Belmiro e Márcio Mecca;
- A Prof.^a Dr.^a Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima pela orientação, pelo exemplo de competência e ousadia que muito inspiraram na elaboração desta dissertação, bem como pelo respeito profissional dispensado a minha pessoa, especialmente;
- Aos professores do Programa de Mestrado em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso, onde transmitiram seus conhecimentos, em especial: Dr. José de Souza Nogueira (Coordenador) que brilhantemente incentiva os alunos a seguirem com perseverança na caminhada; Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque, Dr. José Holanda Campelo Júnior, Dr. Francisco de Almeida Lobo e Dr. Mariano Martinez;
- A secretária do Programa de Pós Graduação-Graduação pelo excelente atendimento durante o curso;
- Aos membros da Banca, Dr. Gilson Alberto, Dr. Peter Zeilhofer e Dr. Rafael Kopschitz Xavier Bastos, pelas contribuições;
- À FAPEMAT pelo aporte financeiro tão importante nessa caminhada e valiosa para o desenvolvimento de pesquisas no Estado de Mato Grosso;
- Aos colegas do Curso de Mestrado: Suely, Maricéia, Armindo, Bamby, Osvaldo, Carlos Dias e Carlos Machado;
- Ao eterno Gilmon F. de Araújo;
- As amigas incomparáveis: Cirlene, Eliane, Ester, Rosilda e Vilidiana.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	VI
SUMÁRIO	I
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS.....	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 A PISCICULTURA NO CONTEXTO INTERNACIONAL E BRASILEIRO	5
2.1.1 <i>A Piscicultura Brasileira.....</i>	7
2.1.2 <i>A Piscicultura no Estado de Mato Grosso.....</i>	9
2.2 DEMANDA DE ÁGUA NA PISCICULTURA	11
2.3 MODALIDADES DOS SISTEMAS DE CULTIVO	12
2.4 FORMA E DIMENSÃO DE TANQUES E VIVEIROS	13
2.5 CALAGEM E ADUBAÇÃO NOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	14
2.6 DENSIDADE DE ESTOCAGEM E ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES	15
2.7 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES CULTIVADAS NAS PISCICULTURAS ANALISADAS.....	16
2.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA	17
2.9 IMPACTOS DA PISCICULTURA SOBRE OS AMBIENTES AQUÁTICOS.....	26
2.10 LEGISLAÇÃO PERTINENTE ÀS ATIVIDADES DE PISCICULTURA.....	27
2.11 LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	28
3 ÁREA DE ESTUDO	29
3.1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA DO RIO CUIABÁ	29
3.1.1 <i>Características Climáticas.....</i>	31
3.1.2 <i>Morfologia, Topografia e Solo.....</i>	31
3.1.3 <i>População.....</i>	32
3.1.4 <i>Unidades de Conservação.....</i>	32
3.1.5 <i>Usos da Água na Bacia.....</i>	32
4 METODOLOGIA	34
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	34
4.1.1 <i>Dados Primários.....</i>	34
4.1.2 <i>Parâmetros e Análises Laboratoriais</i>	38
4.2 BASE E TRATAMENTO DOS DADOS.....	40
4.2.1 <i>Distribuição das Pisciculturas.....</i>	40
4.2.2 <i>Análises Estatísticas.....</i>	40

4.2.3	<i>Medição de Vazão</i>	41
4.2.4	<i>Densidade de Estocagem</i>	42
4.2.5	<i>Estimativa de Produção</i>	42
4.2.6	<i>Estimativa de Carga orgânica (DBO) e Nutriente (N e P)</i>	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS PISCICULTURAS NA BACIA DO RIO CUIABÁ.....	44
5.1.1	<i>Porte das Pisciculturas</i>	49
5.1.2	<i>Principais Espécies Cultivadas</i>	51
5.1.3	<i>Estimativa de Produção</i>	53
5.2	ANÁLISE QUANTITATIVA DA ÁGUA.....	54
5.3	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	55
5.3.1	<i>Potencial Hidrogeniônico</i>	58
5.3.2	<i>Alcalinidade Total</i>	60
5.3.3	<i>Turbidez</i>	62
5.3.4	<i>Cor</i>	63
5.3.5	<i>Oxigênio Dissolvido</i>	65
5.3.6	<i>Demanda Bioquímica de Oxigênio</i>	66
5.3.7	<i>Sólidos Totais</i>	68
5.3.8	<i>Nitrogênio Total Kjeldahl</i>	70
5.3.9	<i>Nitrogênio Amoniacal Total</i>	72
5.3.10	<i>Fósforo Total</i>	74
5.3.11	<i>Escherichia coli</i>	79
5.4	CARGA DE DBO E NUTRIENTES (N E P).....	81
5.5	BASES LEGAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PISCICULTURA.....	83
6	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS	88
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da sub-Bacia do Rio Cuiabá no Estado de Mato Grosso e os municípios pertencentes a ela.....	30
Figura 2 - Área de estudo e Pontos de Amostragem das pisciculturas B e C.	37
Figura 3 - Distribuição das Pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.	45
Figura 4 - Porcentagem por número de instalações de pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.	47
Figura 5 - Área de lâmina d'água das Pisciculturas na Bacia e seus respectivos municípios.	48
Figura 6 - Classificação do Porte das Pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá/MT.	49
Figura 7 - Representação do percentual da área de lâmina d'água das Pisciculturas.	50
Figura 8 - Percentual das espécies cultivadas na Bacia do Rio Cuiabá.	52
Figura 9 - Percentual da Produção estimada de peixes por município em 2004.....	54
Figura 10 - Valores de pH na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	58
Figura 11 - Valores de pH na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	59
Figura 12 - Valores médios de alcalinidade na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.....	60
Figura 13 - Valores médios de alcalinidade na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	61
Figura 14 - Valores médios de alcalinidade na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.....	62
Figura 15 - Turbidez da água na Piscicultura B (Viveiro 1) no período de seca (setembro de 2003).....	62
Figura 16 - Valores médios de turbidez na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	63
Figura 17 - Valores médios de cor na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	64
Figura 18 - Valores médios de cor na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	64
Figura 19 - Valores médios de oxigênio dissolvido na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	65
Figura 20 - Valores médios de oxigênio dissolvido na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.	66

Figura 21 - Valores médios de DBO na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	67
Figura 22 - Valores médios de DBO na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	67
Figura 23 - Valores médios de sólidos totais na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	68
Figura 24 - Valores médios de sólidos totais na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	69
Figura 25 - Valores médios de NTK na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	70
Figura 26 - Valores médios de NTK na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.....	71
Figura 27 - Valores médios de Nitrogênio amoniacal total na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.....	72
Figura 28 - Valores médios de Nitrogênio amoniacal total na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.	74
Figura 29 - Valores médios de Fósforo Total na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	75
Figura 30 - Valores médios de Fósforo total na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.	76
Figura 31 - Verificação de razão em decomposição as 14h00min horas na Piscicultura C – P2 (efluente da piscicultura) no período de seca.....	77
Figura 32 - Presença de algas na Piscicultura C – P2 (efluente da piscicultura).	78
Figura 33 - Valores médios de <i>E. coli</i> na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.	79
Figura 34 - Valores médios de Fósforo total na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.	80
Figura 35 - Estimativa de carga orgânica de DBO e nutrientes de nitrogênio e fósforo dos sistemas A, B e C na saída do efluente das pisciculturas.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos e equipamentos utilizados nas análises físicas, químicas e microbiológicas; e respectivos limite de detecção.....	38
Tabela 2 – Quantidade, área, produção e classificação do porte das pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.....	47
Tabela 3 - Relação das espécies de peixes cultivadas nas pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.....	51
Tabela 4 – Parâmetros de qualidade da água na Piscicultura B, média e desvio padrão.....	56
Tabela 5 – Parâmetros de qualidade da água na Piscicultura C, média e desvio padrão.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

Alc.	Alcalinidade
APA's	Áreas de Proteção Ambiental
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EMPAER	Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FEMA	Fundação Estadual do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis
INMET	Instituto Meteorológico de Mato Grosso
N	Nitrogênio
NI	Não Informada
NPK	Nitrogênio Fósforo Potássio
NKT	Nitrogênio Kjeldahl Total
OD	Oxigênio Dissolvido
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SIBAC	Sistema de Monitoramento Integrado da Bacia do Rio Cuiabá
ST	Sólidos Totais
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

SILVA, N. A. **Caracterização de Impactos Gerados pela Piscicultura na Qualidade da Água: Estudo de Caso na Bacia do Rio Cuiabá/MT.** Cuiabá, 2007. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.

O presente estudo objetivou conhecer a distribuição espacial e a qualidade da água através da análise de suas características físicas, químicas e biológicas de dois sistemas produtivos de pisciculturas (micro e pequeno porte) localizados na bacia do rio Cuiabá. As análises seguiram as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995). Os resultados mostram a necessidade de se conhecer a qualidade da água de abastecimento dos viveiros, em relação ao pH e alcalinidade e monitorar os efluentes gerados. Comparando os parâmetros de qualidade da água de entrada e jusante da micro piscicultura os valores revelam que ocorrem diferenças estatisticamente significativas ($\rho < 0,05$) entre os pontos para as variáveis de alcalinidade, DBO, ST, NKT, Nitrogênio amoniacal, P e *E. coli* e para a piscicultura de pequeno porte somente a variável de fósforo. Os resultados mostram ainda a importância de considerar as cargas orgânicas de DBO e Nutrientes (N e P) das pisciculturas em função das características físicas e químicas do corpo d'água receptor. Salienta-se a importância de conhecer as características dos empreendimentos, de forma a minimizar os impactos negativos decorrentes dessa atividade na bacia, para manter o equilíbrio sustentável dentro do que estabelece o código ambiental e o Decreto lei 8.149 que disciplina a atividade no Estado de Mato Grosso.

Palavras Chaves: Piscicultura; Qualidade de água; Carga orgânica; Rio Cuiabá.

ABSTRACT

SILVA, N. A., **Characterization of Impacts Caused By Fish Aquaculture in the Water Quality: The Case Study in the Cuiabá River Basin /MT.** Cuiabá, 2007. 106 p. Dissertation (Magister) – Physical and Environment. Federal University of Mato Grosso.

The present study has as objective to know the spatial distribution and the water quality through the analysis of its physical, chemical and biological characteristics of two Fishpond productive systems (micron and small size) located in the basin of the river Cuiabá. The analyses had followed the recommendations of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995). The results show the necessity to know the water quality of supplying of the fish ponds, in relation to pH and alkalinity and monitoring the effluent ones generated. Comparing the parameters of water quality of affluent and effluent of the micron fish aquaculture the values disclose that significant differences ($\rho < 0,05$) between the points for the variable alkalinity, BOD, TS, NKT, ammoniacal, Nitrogen, P and *E. coli* and for the Fish aquaculture of small transport only the Phosphorus variable. The results still show the importance to consider organic loads of BOD and Nutrients (N and P) of the Fish aquaculture in function of the physical and chemical characteristics of the receiving water body. Also it is important to know the characteristics of the form enterprises, to minimize the negative impacts of this activity in the basin, to keep the sustainable balance according with the environmental code and the Decree law 8,149 that disciplines the activity in the State of Mato Grosso.

Words Keys: Fish aquaculture; Quality of water; Organic load; River Cuiabá.

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma modalidade da aquicultura, que consiste na criação de peixes em ambientes artificiais. É uma prática registrada desde a Roma Antiga e, depois de séculos, em função do crescimento demográfico e da demanda por alimentos, apresentou grande expansão na região indo-pacífica, principalmente na China (BASTOS, 2003). A criação de peixes pode significar uma excelente atividade de lazer e valor econômico agregado e ainda ser uma medida eficiente de preservação da natureza desde que o planejamento e as técnicas de manejo sejam adequados à realidade de cada região.

BOSCARDIN BORGHETTI, *et al.* (2003) relatam que na década de 1990 houve uma redução nos estoques pesqueiros; e como alternativa houve grandes avanços na aquicultura mundial e especialmente para a brasileira, com crescimento médio anual de 20%. No acelerado crescimento, a indústria de peixes vem ganhando mais importância na economia brasileira e aumentando as vendas no comércio exterior. O contínuo avanço da técnica e dos níveis de produção que na piscicultura tornam esta atividade agropecuária um negócio vantajoso, embora muito ainda deva ser feito em termos de regulamentação do uso da água e do solo, translocamento e introdução de outras espécies de peixes (CYRINO & KUBITZA, 1996).

O Estado de Mato Grosso apresenta todas as condições hidrográficas, topográficas e climáticas para a criação de peixes de espécies de elevado valor comercial. No entanto, vêm ocorrendo diminuição sensível aos estoques pesqueiros, provocados por alterações bioecológicas como desmatamentos, aterros, assoreamentos e a sobrepesca (OLIVEIRA *et al.* 1995). Com esses problemas os

mato-grossenses buscam novas alternativas dentre elas a piscicultura, pelo suporte protéico na alimentação e a alta rentabilidade econômica proporcionado por essa atividade. Segundo BOSCARDIN BORGHETTI *et al.* (2003) entre as cinco regiões brasileiras, a região centro-oeste ocupa o 3º lugar na produção de peixes por grupos cultivados, com 6% (8,1 mil toneladas).

O desenvolvimento da piscicultura no Estado de Mato Grosso vem se intensificando nas últimas décadas e esse crescimento se deve principalmente pela grande quantidade de água superficial disponível, solos areno-argilosos e temperaturas elevadas, que são condições básicas para o desenvolvimento da criação de peixes em ambientes artificiais. Estudos realizados pela Fundação Estadual de Meio Ambiente, mostra que dois terços dos peixes comercializados no município de Cuiabá são de origem artificial e um terço de origem natural (FEMA, 2003).

Na criação de peixes, o piscicultor deve ter conhecimento da qualidade, quantidade e a origem da água, devendo obedecer a normas e parâmetros de projetos, além da avaliação quanti-qualitativa da água utilizada para suprir as necessidades dos empreendimentos. A qualidade da água em tanques de piscicultura é resultado de influências externas como a qualidade da fonte da água, características do solo, clima, introdução de alimentos, etc., e de aspectos internos como a densidade de peixes, processos físico-químicos e biológicos, além das características construtivas dos tanques (BASTOS, 2003). PHILLIPS *et al.* (1991) considera que o maior impacto na utilização da água pela aquicultura é o impacto sobre a qualidade da água. As principais fontes poluentes do ambiente aquático são as rações e metabólitos (substâncias químicas produzidas através de material orgânico) dos peixes que apresentam altos teores de nitrogênio e fósforo (MEDEIROS, 2002).

O manejo integrado dos recursos hídricos está baseado na percepção da água como parte integrante do ecossistema, que além de recurso natural é um bem econômico e social, cuja quantidade e qualidade adequada determinam à natureza de sua utilização. Segundo GARUTTI (2003) a água deve ser protegida, levando-se em conta o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a perenidade do recurso, a fim de satisfazer e conciliar as necessidades humanas atuais e futuras. Por exemplo, TOLEDO *et al.* (2003) analisando a qualidade da água de uma piscicultura no

município de Alta Floresta/MT encontrou diferenças estatisticamente significativas entre as águas que abastecem os viveiros e a água efluente dos viveiros.

Diante do aumento do número de pisciculturas, na sua maioria sem acompanhamento técnico, há uma necessidade premente do estudo dos impactos ocasionados na qualidade da água dos corpos receptores, principalmente pela estimativa de matéria orgânicas e nutrientes que são lançados diariamente nos rios e córregos da região.

Porém, BORGHETTI & OSTRENSKY (1999), relatam que no Brasil, são raros os estudos que avaliam a poluição causada pela aquicultura. Neste sentido, esse estudo tem como objetivo (i) o conhecimento da distribuição espacial dos empreendimentos piscícolas, (ii) análise da qualidade da água de dois sistemas produtivos, (iii) a estimativa da carga orgânica expressa em DBO e nutrientes (N e P) e os possíveis impactos decorrentes dessa atividade na bacia do rio Cuiabá.

Dentro desse contexto, os objetivos específicos são: (i) Caracterizar a distribuição das pisciculturas; (ii) Analisar a qualidade da água de duas pisciculturas (micro e pequeno porte) na entrada e jusante; (iii); Análise das cargas de DBO e nutrientes (N e P); (iv) Verificação dos possíveis impactos no corpo receptor.

O Capítulo 1 apresenta um breve histórico da piscicultura, a degradação dos ambientes aquáticos e a exploração da pesca. Incluem-se também os principais poluentes do ambiente aquático, alguns impactos observados na área de estudo e ainda a importância da qualidade da água para manutenção da vida.

O Capítulo 2 aborda uma revisão da literatura sobre a piscicultura no contexto internacional e brasileiro, inclusive no Estado de Mato Grosso. Destaca ainda as diferentes modalidades de cultivo, a alimentação e a importância da água em relação a critérios e padrões de qualidade; os impactos da piscicultura sobre os ambientes aquáticos; a legislação pertinente a atividades de piscicultura e o processo de licenciamento ambiental.

No Capítulo 3, será apresentada a área de estudo, caracterizando o clima, a morfologia, a topografia, o solo, a população, as unidades de conservação e os diversos usos da água na Bacia.

Será apresentada no Capítulo 4 a metodologia, com o processo de levantamento de dados primários e secundários, os parâmetros e análises

laboratoriais, base e tratamento dos dados, a distribuição das pisciculturas, a análise estatística, o processo de medição de vazão, a densidade de estocagem; estimativa de produção de peixes e a estimativa da carga orgânica expressa em DBO e nutrientes (nitrogênio e fósforo).

São apresentados no Capítulo 5, numa primeira etapa, os resultados dos dados quantitativos: distribuição das pisciculturas, lâmina d'água, porte das pisciculturas, densidade de estocagem, produção estimada de peixes e as espécies cultivadas na Bacia do Rio Cuiabá. Numa segunda etapa são apresentados os resultados das análises laboratoriais física, químicas e microbiológicas da água dos sistemas B e C mostrando as diferenças entre os pontos de entrada e a jusante das pisciculturas. Para visualização, foram construídos gráficos em excel mostrando essa variação média por pontos de coletas. Foram analisadas ainda as cargas de DBO, nitrogênio e fósforo e por último uma discussão sobre as Bases legais para o desenvolvimento da piscicultura com sustentabilidade ambiental.

As considerações e recomendações são apresentadas no Capítulo 6, buscando o conceito sobre essa atividade, melhorando a qualidade da água para lançamento através da Resolução CONAMA 357/05, para rios de classe II; e em relação aos impactos ambientais verificados, procurar alternativas para solucioná-las dentro do Código Ambiental do Estado de Mato Grosso e Decreto nº 8.149 de 27 de setembro de 2006 que regulamenta a atividade de piscicultura no Estado de Mato Grosso, dando suporte para a expansão da atividade de criação de peixes em ambientes artificiais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A PISCICULTURA NO CONTEXTO INTERNACIONAL E BRASILEIRO

A piscicultura é uma atividade antiga, mesmo antes da Era Cristã, mas o seu desenvolvimento é relativamente recente. SILVA (2005) relata que a obra mais antiga que trata da criação de peixes é conhecida como “Tratado de Fan Li”, escrita na China há 2500 anos, porém, FILHO (2004) e PROENÇA & BITTENCOURT (1994) registram que o primeiro documento escrito data de 475 a.C. Segundo SILVA (2005), Fan Li, após retirar-se da política, aconselhou o Rei de Yue a investir na criação de peixes como forma de gerar riqueza no país. Nesse tratado existiam também informações sobre a reprodução da espécie de carpa comum, construção de viveiros, controle de predadores e desbaste populacional.

Segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994) a influência desse país na criação de peixes no Brasil está relacionada com o policultivo que são praticados em viveiros escavados e a utilização de fertilizantes orgânicos. Diversos métodos de cultivo de peixes adotados no mundo tiveram sua origem em quatro sistemas básicos: chinês, europeu, japonês e israelense.

A China é um dos países onde nasceu a aquíicultura e, líder mundial de produtos aquícolas de água doce e salgada.

O sistema chinês teve início em monocultivo da carpa comum com adubação orgânica dos viveiros. Posteriormente, perceberam-se as vantagens do policultivo, e procedendo-se à introdução das carpas capim, prateada, cabeça grande e cabeça

negra. Atualmente o cultivo é feito com quatro ou mais espécies, em duas faixas etárias, com utilização interna de esterco de animais e restos de culturas vegetais e envolvem grandes piscigranjas. São sempre comunitárias e os viveiros de engorda são, em sua, maioria de pequeno ou médio porte (PROENÇA & ITTENCOURT, 1994).

Segundo HUET (1970) o centro do nascimento da piscicultura na Idade média foi a Europa Central, e seu desenvolvimento está relacionado com a edificação dos mosteiros e a produção destinada ao consumo dos religiosos, pois o jejum praticado entre os fiéis podia chegar até 200 dias por ano.

GISSUBELOVA (2003) relata que os viveiros além de produzir peixes, também tinham outras finalidades secundárias, tais como, reserva de água para casos de incêndio e da evaporação da água sobre o clima. O sistema baseava-se inicialmente no cultivo da carpa comum de linhagens selecionadas pelo melhor crescimento. Até o século XIV a produtividade dos viveiros era baixa (100 – 300 kg/ha/ano), porém, no final do século foi incrementada pela introdução de técnicas de fertilização, alimentação e produção artificial. O policultivo só foi introduzido na Europa nos últimos 30 anos, sendo mais ou menos constante uma relação de 70% de carpa comum, 20 a 30% de carpas chinesas e 5% de carnívoros (bagre europeu ou lucioperca). Os viveiros são em geral de grande porte (até 100 ha) e a alimentação dos peixes é baseada no uso de milho, distribuído por meio de pequenos barcos. Os sistemas são caracterizados pelo uso da mecanização e baixa utilização de mão de obra (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

O sistema japonês surgiu junto à rizicultura e evoluiu para uma piscicultura intensiva. Predomina o monocultivo, com alta mecanização, sem utilização de estercos e baseado, principalmente, no uso de rações balanceadas ricas em proteína. Os viveiros são pequenos e a renovação ou aeração da água é intensa (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

O Sistema israelense baseia-se no policultivo intensivo, com uso de adubação orgânica na fase inicial, uso de fonte de carboidrato (milho e sorgo) na fase intermediária e ração balanceada na fase final. A produtividade média é de 6 toneladas/ha/ano com viveiros de engorda e cerca de 3 ha (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

No início do Século XX a piscicultura se desenvolveu na América do Norte com dois objetivos: produzir peixes para consumo, principalmente à truta, e o repovoamento, utilizando-se o Black bass (HUET, 1970). Os Estados Unidos é o principal produtor de organismos aquáticos da região, com 77,6% da produção total em 2000 (FAO, 2003). A criação do catfish americano (*Ictalurus punctatus*) serviu como base para o desenvolvimento do setor seguido pela criação da tilápia, sendo que e a produção é quase todas destinadas à indústria de processamento SILVA (2005).

A piscicultura pode apresentar objetivos distintos, tais como: (i) comercial, que visa à obtenção do retorno financeiro; (ii) social, com intuito da alimentação familiar, sem fins lucrativos, tanto para subsistência quanto para comunidade em geral; (iii) sanitário, quando o objetivo é eliminar insetos, vegetação daninha, poluição, etc, (iv) recreativa, para a prática de pescarias esportivas (YANCEY & MENEZES, 2001) e (AMARAL & FIALHO, 2006).

Um dos problemas relacionados à piscicultura está na demanda de muita água. Dados comparativos demonstram que a água requerida por sistemas de produção de tanques de bagres/Channel Catfish é de 6.470m³/TM, enquanto que a criação de porcos é de 54m³/TM (PHILLIPS *et. al.* 1991). Segundo TIAGO & GIANESELLA (2007) a aquicultura usa grande quantidade de água, mas consome menos água do que na agricultura irrigada.

2.1.1 A Piscicultura Brasileira

A piscicultura brasileira é recente quando comparada com a da China ou da Europa, as quais tiveram importância decisiva na construção da base técnica do que se pratica no mundo. No Brasil, as primeiras ações realizadas com o objetivo de praticar a piscicultura foram feitas por Maurício de Nassau, governador geral das possessões holandesas que permaneceu no Brasil entre 1637 e 1644 quando foram construídos viveiros em áreas estuarinas situadas próximas a sua residência (SILVA, 2005).

Em São Paulo, a piscicultura iniciou-se no ano de 1904, pelo Secretário de Agricultura do Estado de São Paulo, mas estudos sobre essa atividade intensificaram somente a partir de 1934, com o zoólogo Rodolfo Von Ihering dedicando-se ao

estudo dos hábitos da vida dos peixes nacionais. E na região nordeste os estudos tiveram início com o mesmo pesquisador e alcançados em 1933, época em que foi trabalhar no Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) com a desova induzida de espécies nativas do rio São Francisco. A época, as construções dos açudes tinham como objetivo a minimização dos efeitos da seca regional e a criação de peixes (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

Segundo OSTRENSKY & BOEGER (1998) a piscicultura no Brasil é desenvolvida, principalmente, por pequenos produtores rurais os quais, em grande parte, ainda a encaram como uma forma de complementação de renda, raramente a produção de peixes é a principal atividade econômica da propriedade.

Outro fato interessante da aquicultura nacional é que o cultivo de espécies exóticas representa 72%, enquanto que a de nativa representa apenas 28% (IBAMA, 2004).

BOSCARDIN BORGHETTI *et al.* (2003) relatam que a região sul é o maior produtor de organismos aquáticos do país, 49% da produção nacional (86,5 mil toneladas). Em destaque no ranking nacional, encontra-se os Estados do Rio Grande do Sul, com 33,1 mil toneladas (19%) da produção do país, e Santa Catarina, com 30,2 mil toneladas (17%) da produção. A área média por piscicultor no Estado de Santa Catarina é de 0,49ha, a maior do país com cultivo de 42 espécies em ambientes artificiais (SILVA, 2005).

Registra-se ainda a influência chinesa de uso de fertilizantes orgânicos e a norte americana no uso de ração extrusada. SILVA (2005) afirma ainda que os modelos que tiveram maior influência na piscicultura brasileira foram os policultivos desenvolvidos na China e Hungria e as técnicas norte-americanas desenvolvidas, principalmente, para o cultivo do catfish. A contribuição dos húngaros foi em relação ao aperfeiçoamento técnico da desova artificial de peixes reofílicos, prática iniciada no Brasil que infelizmente não havia evoluído tecnicamente de forma satisfatória, assim como a produção de alevinos.

Esses modelos técnicos que foram adaptados ao Brasil constituíram a base de conhecimento para o desenvolvimento de pesquisas realizadas com espécies nativas e exóticas por pesquisadores brasileiros e a referência de técnicos da extensão rural para o desenvolvimento da piscicultura. Possivelmente, o emprego dessas técnicas é

o que tem contribuído para o crescimento, em torno de 30% ao ano, um índice superior aos da grande maioria de outras atividades, entre elas a pecuária e a agricultura (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

2.1.2 A Piscicultura no Estado de Mato Grosso

No estado de Mato Grosso, os estudos em piscicultura iniciaram-se em 1972, em paralelo aos estudos dos peixes do Pantanal e do rio Aripuanã e, em 1983, foi construída a primeira estação experimental de piscicultura (SILVA, 2006).

O Estado de Mato Grosso tem dentro de seus limites geográficos as bacias Paraguaia e Amazônica. Na bacia do rio Paraguai existem aproximadamente 230 espécies de peixes; 125 espécies reconhecidas por seus nomes vulgares, 60 podem ser identificados como ornamentais, ou podem vir a ser consideradas como ornamentais. Algumas delas são exploradas através do extrativismo, sendo apenas 16 espécies exploradas comercialmente para alimentação humana (SILIMON & VARGAS, 1994).

O sucesso da atividade de piscicultura está relacionado diretamente com a possibilidade de se cultivar o maior estoque possível de peixes, numa menor área e volume de água disponível. No entanto é sabido que um dos problemas mais sérios, que se manifesta quando se pretende intensificar qualquer processo de confinamento de peixes, é o aparecimento de doenças. Isso ocorre devido ao fato de serem submetidas a um estresse crônico com reflexo em sua homeostasia, ocasionando uma maior sensibilidade e, por conseqüência, uma menor resistência às enfermidades. Tais enfermidades, dependendo da etiologia, podem constituir em uma grave ameaça ao sucesso da exploração (PAVANELLI et al. 1998).

Em 2002 teve início o Programa Propeixe, com objetivo de estimular, apoiar e expandir a aqüicultura para alimentação humana, dentro dos mais altos padrões de qualidade e sustentabilidade técnica, econômica, social e ambiental. O Propeixe-indústria visa à agregação de valor ao pescado mato-grossense, dentro dos padrões de sustentabilidade, competitividade e modernização tecnológica, e também atender às crescentes exigências dos consumidores nacionais e internacionais (ZANELATO, 2002). No Estado existem cinco indústrias de processamento de peixes, sendo: três

em Cuiabá, uma em Nova Olímpia e uma no município de Acorizal. Portanto, das cinco indústrias, quatro encontram-se na Bacia do rio Cuiabá.

Segundo dados da EMPAER (2005), até o ano de 2003 o Estado de Mato Grosso possuía 981 pisciculturas em atividade, sendo 135 na Baixada Cuiabana. SILVA (2003) relata que até o ano de 2002 as pisciculturas cadastradas junto a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEMA) 649 empreendimentos no Estado e, deste total, 260 estavam localizadas na bacia do rio Cuiabá.

A AQUAMAT, Associação dos Piscicultores do Estado de Mato Grosso foi criada com o objetivo de fortalecer e buscar alternativas que viabilizem a atividade no Estado e com essa organização instalada e o empenho do Poder Público já foi possível até mesmo um dos principais objetivos, uma legislação específica.

Entretanto, a atividade ainda enfrenta dificuldades de obter acesso a linhas de crédito, e o setor busca saídas para o processamento do pescado, redução da burocracia, acesso ao mercado, assistência técnica e criação de um selo de qualidade para os produtos (SEDER, 2005).

A SEMA/MT em parceria com o SEBRAE/MT desenvolve o projeto “Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Piscicultura na Baixada Cuiabana” com objetivo de identificar os principais pontos para promover o desenvolvimento da atividade no Estado (SEBRAE, 2005).

A EMPAER conduz atualmente dois projetos de pesquisas com as espécies matrinhã e pintado, além de disponibilizar todas as tecnologias de reprodução e produção de espécies de pacu, tambacu, piraputanga, piaui e curimatá, na Estação de Piscicultura localizada no município de Nossa Senhora do Livramento (35 km ao Sul de Cuiabá); nesta estação a EMPAER produz ainda cerca de 800 mil alevinos podendo chegar até um milhão de alevinos por ano (EMPAER, 2006). A Estação possui 33 tanques de reprodução, sendo nove de pesquisa e vinte e quatro de recria. Além de estudos direcionados a pesquisa das espécies supra citadas, a EMPAER presta assistência técnica e os alevinos produzidos são vendidos aos pequenos produtores (EMPAER, 2007).

O consumo de pescado recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 12 kg/hab./ano, sendo que o consumo médio mundial de pescado em 1999 era de 15,8 kg/ha./ano (FAO, 2002). No Brasil, nesse mesmo ano o consumo

médio era de 6,5 kg/hab./ano em 2002 (BOSCARDIN BORGHETTI et al., 2003). No Estado de Mato Grosso não há dados referentes ao consumo per capita de peixes.

No município de Cuiabá, há um aumento considerável de insumos de pescados no período que antecede a Semana Santa, são organizadas palestras e reuniões para definir estratégias de comercialização de peixes. Nesse período ocorre a veiculação de informações em diversos meios de comunicação esclarecendo os locais de venda, sendo possível a compra do peixe vivo, limpo ou não, a preços bem acessíveis pelo consumidor. Os locais de vendas dos peixes abrangem praticamente todos os bairros, com postos de venda, sempre em locais públicos ou de destaque na comunidade, como praças, trevos, clubes, centros comunitários e perto de escolas. Conforme (ALVES, 2004), o preço máximo do quilo de pescado de tanque seria de R\$ 4,00 para o consumidor. Esse aumento no consumo de peixes nesse período acontece da mesma forma em Mato Grosso do Sul (ROTTA, 2003).

Entretanto, em 2006 houve novas dificuldades de abastecimento neste período, pois a grande maioria dos empreendimentos piscícolas da região encontra-se em áreas de preservação permanente e em situação irregular e são impedidos de obter a guia de retirada e comercialização de peixes dos viveiros. A SEMA elaborou um termo adjunto de compromisso provisório (por 30 dias) autorizando a despesca e a comercialização de peixes das pisciculturas irregulares (MACIEL, 2006).

2.2 DEMANDA DE ÁGUA NA PISCICULTURA

A condição essencial para implantação de uma piscicultura é que o terreno tenha água em quantidade e qualidade suficientes para sua manutenção. Segundo OSTRENSKY & BOEGER (1998) o piscicultor deve ter água suficiente para encher ou renovar todo o viveiro em no máximo 15-20 dias. Isso corresponde a uma taxa de renovação de mais ou menos de 5 a 7% por dia. OLIVEIRA et al., (1995) consideram valores da demanda de água de 15litros/seg.ha. O IBAMA (1989) cita que para a renovação de água nos viveiros e a compensação das perdas pela evaporação e infiltração é necessário cerca de 8L/seg/ha. Segundo (PROENÇA & BITTENCOURT (1994) pode-se considerar como normal um rebaixamento de nível de até 8cm/dia, na lâmina d'água, no primeiro ano de uso de um viveiro.

2.3 MODALIDADES DOS SISTEMAS DE CULTIVO

Os peixes, ao contrário dos outros animais terrestres, podem ser criados sob maneiras diferentes de manejo, dependendo das condições da propriedade, tipo de alimento, espécie considerada e aceitação de mercado. Alguns autores classificam as formas pelas quais se procede à engorda dos peixes de sistemas de cultivos que são: extensivo, semi-intensivo e intensivo (CYRINO & KUBITZA, 1996) e o IBAMA (1989) acrescenta o sistema super-intensivo.

Na piscicultura extensiva a exploração ocorre com interferência mínima possível nos fatores de produtividade, restringindo-se, praticamente, o povoamento inicial do corpo d'água. Esse sistema é caracterizado pela impossibilidade de esvaziamento total do criadouro, impossibilidade de despesca, ausência de controle da reprodução dos animais estocados, presença de peixes e aves predadoras, ausência de práticas de adubação, calagem e alimentação. O nível de produção varia de 300 e 600 kg/ha com fertilização baixa, e sem fertilização 150 a 300 kg/ha (IBAMA, 1989). Este tipo de sistema é utilizado principalmente para o consumo familiar.

No sistema semi-intensivo ocorre interferência de alguns fatores de produtividade, caracterizando-se pela possibilidade de esvaziamento total do viveiro, possibilidade de despesca, controle na reprodução, presença de prática de adubação, calagem e opcionalmente, uma alimentação artificial à base de subprodutos orgânicos e a manutenção da densidade populacional durante o cultivo.

A adubação é realizada para aumentar a produtividade natural do viveiro, e faz-se uso de alimentação suplementar (ração para peixes, milho, macaxeira, farelo de arroz e outros tipos de ração). A taxa de estocagem varia de 2.000 a 6.000 alevinos/ha e a produtividade pode variar entre 1 e 3 toneladas por hectare ao ano (IBAMA, 1989).

Estima-se a produção entre 2.000 e 7.000 kg de peixes por hectare/ano, quando se utiliza alimentação peletizada (ração prensada em forma de pequenas bolas ou cilindros) ou extrusada (expelida da máquina em forma de pequenas bolas) e uma boa estratégia de produção. Segundo OLIVEIRA et al. (1995) a densidade de estocagem para a espécie de pacu é de $2m^2$, ou seja, 5.000 peixes/ha.

Na piscicultura intensiva busca-se produzir o máximo de peixes por unidade de volume de água, através do manejo de alevinos, filhotes e peixes de engorda.

Os viveiros de crescimento devem ter uma dimensão entre 1 a 2ha e os de reprodução e alevinagem de 100 a 400m² (IBAMA, 1989). Nesse sistema a água deve ser fornecida em qualidade adequada e requer-se o acompanhamento especializado no monitoramento à alimentação, crescimento, biomassa, taxas de conversão alimentar, parâmetros ambientais e de rentabilidade do empreendimento (SILVA, 2006). Segundo o (IBAMA, 1989) a produtividade dos sistemas intensivos é da ordem de 4 a 8 t/ha/ano em função do número de recursos aplicados.

O sistema super-intensivo é o cultivo de peixes em tanques-rede (gaiolas) e raceways. Segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994) os sistema raceways são longos tanques construídos de alvenaria ou concreto, nos quais se utiliza grande vazão de água para a criação de peixes com densidades elevadas. RIBEIRO et al., (2007) relata que a densidade de estocagem não é considerada por m², mas sim por biomassa em m³.

2.4 FORMA E DIMENSÃO DE TANQUES E VIVEIROS

Alguns autores denominam de viveiros o local onde se realizam a recria ou engorda dos peixes e de tanques o lugar de reprodução, larvicultura e alevinagem (CYRINO & KUBITZA, 1996). A forma e a dimensão de tanques e viveiros variam de acordo com a espécie cultivada, topografia do terreno, disponibilidade de água e o tipo de manejo a ser adotado na criação de peixes.

O terreno deve ter uma declividade suave, em torno de 2% de forma que os viveiros possam ser abastecidos e esvaziados por gravidade, de acordo com a necessidade do cultivo (OLIVEIRA et al., 1995).

A impermeabilidade do solo é um fator preponderante para execução de um projeto para criação de peixes. Os solos areno-argilosos e sílico-argilosos são os mais indicados. Os solos com teor de argila igual ou superior a 20% apresentam características técnicas adequadas para implantação de projetos piscícolas (OLIVEIRA et al., 1995).

Segundo os autores GALLI & TORLONI (1992) e OLIVEIRA et. al., (1995) os tanques retangulares são os que apresentam melhor forma, tanto para manejo como para o bem-estar dos peixes. Para viveiros de engorda ou crescimento recomenda-se uma área de 3.000 a 5.000m². O principal problema em relação ao

tamanho reduzido dos tanques é que, conseqüentemente, fica reduzida a superfície de água em contato com o ar, resultando em taxas menores de oxigênio dissolvido. Já os viveiros muito grandes, apresentam como inconvenientes às dificuldades no manejo, como encher, esvaziar e requerem mais tempo na hora de passar a rede para a realização da despesca.

A largura deve ser no máximo de 50m (IBAMA, 1989), para facilitar o manejo. A profundidade situa na faixa de 1,70m na parte mais rasa e 1,90 m na parte mais profunda. Considera-se uma borda livre de 0,30m, chegando à altura do talude de 2,20m; com uma inclinação em torno de 1:2 (OLIVEIRA et al., 1995). Porém, o (IBAMA, 1989) considera bons os tanques ou viveiros que apresentam profundidade de 1,0m na parte menos profunda e 1,5m na parte mais profunda.

Em viveiros rasos e com alta transparência, quase não há diferença de temperatura. Já os locais com mais de um metro de profundidade a diferença de temperatura entre a superfície e o fundo pode ser de 2 a 4°C, caso a transparência seja de 20 a 25 cm (SILVA et. al., 2007).

2.5 CALAGEM E ADUBAÇÃO NOS PROCESSOS PRODUTIVOS

A calagem nos viveiros cumpre as seguintes finalidades: (i) realizar assepsia contra ovos e larvas de predadores e parasitas; (ii) corrigir o pH do solo ou da água; (iii) corrigir a turbidez causada pela mineralização da matéria orgânica, (iv) melhorar a produtividade primária dos viveiros, elevando a alcalinidade para valores maiores que 20mg/L (PROENÇA & BITTENCOURT, 1996). A calagem é necessária quando a água do viveiro apresenta pH inferior a 7 e a reserva alcalina estiver baixa. Normalmente em viveiros ácidos utiliza-se de 60 a 100 g/m² de cal virgem ou de 100 e 150 g/m² de calcário dolomítico (CaMg(CO₃)₂), espalhados homogeneamente em toda superfície d'água ou no fundo do viveiro. O povoamento deve ser feito 15 dias depois da calagem (IBAMA, 1989).

A adubação orgânica e fertilização mineral são as práticas utilizadas para assegurar altos índices de produtividade natural dos tanques ou viveiros, ou seja, é feita com o objetivo de adicionar os elementos limitantes à produção orgânica aos ecossistemas aquículturaes: nitrogênio, fósforo e carbono. (CYRINO & KUBITZA,

1996) relatam que os fertilizantes inorgânicos solúveis contendo N e P podem ser aplicados em doses de 4 a 9kg de N e 9 de P_2O_5 /ha.

2.6 DENSIDADE DE ESTOCAGEM E ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES

A densidade de estocagem é um parâmetro importante para conhecer a quantidade de biomassa e do arraçoamento a ser ministrado aos peixes nos viveiros (MENEZES, 2005). Como o aumento da densidade de estocagem, a taxa de crescimento individual do peixe tende ao decréscimo. Dessa forma, o conhecimento sobre a alimentação dos peixes é um dos principais requisitos para o sucesso de seu cultivo. No ambiente aquático, encontra-se a alimentação natural dos peixes, que são: o plâncton, o necton, os bentos, e as macrófitas aquáticas.

A base da cadeia alimentar na água é o plâncton. A partir dos nutrientes, do CO_2 e da luz incidente, o fitoplâncton sintetiza matéria orgânica através da fotossíntese. O zooplâncton alimenta-se de fitoplâncton e o nanoplâncton alimenta-se da matéria orgânica particulada na água (CYRINO & KUBITZA, 1996).

Segundo (DIAS, 2007) a quantidade de ração fornecida aos peixes varia de acordo com a densidade de estocagem, a espécie, o tipo de ração, a fase de crescimento, as condições ambientais do viveiro e a condição de saúde dos peixes. Considera-se que a quantidade diária de ração necessária em uma piscicultura é de 10% da biomassa para alevinos e de 3 a 5% para peixes na fase de engorda.

O uso da ração extrusada, que é flutuante, permite avaliar aproximadamente a quantidade de peixes, pela quantidade de ração consumida. A ração é pesada em pequenas porções, lançada na água e, quando o consumo começar a sobrar, pode-se calcular a biomassa em valores de aproximadamente 4%. Por exemplo, o consumo de 4 quilos, avalia-se que devem existir aproximadamente 100 quilos de peixes.

Os alimentos desintegrados e não ingeridos poluem a água, causam stress devido a depleções em oxigênio, influenciando o teor em matéria orgânica que afeta o crescimento e o estado sanitário dos peixes. A perda de alimento devida a uma má gestão da alimentação são fatores que influenciam significativamente o aumento dos dejetos piscícolas nos tanques e viveiros.

2.7 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES CULTIVADAS NAS PISCICULTURAS ANALISADAS

A seguir serão apresentadas as espécies cultivadas nas pisciculturas em estudo e as condições ambientais de cultivo adequadas ao seu desenvolvimento.

a) Pacu – (*Piaractus Mesopotamicus*): O pacu é de origem da Bacia do Prata, sendo criado em todo o território nacional. É um peixe onívoro (que se alimenta de vários de alimentos); requer uma faixa de pH de 6 a 9, sendo o ideal entre 7 e 8 (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994) e oxigênio dissolvido mínimo para o cultivo de 1,5mg/L. Pode ser cultivado tanto no sistema de monocultivo quanto no policultivo. A densidade de estocagem recomendada para o cultivo é de 1peixe/m² (MENEZES, 2005). É um peixe de piracema e somente se reproduz em cativeiro com a indução artificial; seu cultivo nos viveiros pode ultrapassar 1,1 kg em 12 meses (CAAL, 2007).

b) Piraputanga - (*Brycon Microlepis*): A piraputanga é originária nas Bacias do Prata, Amazônica, São Francisco e Paraíba, sendo encontrada em todo o Brasil. É um peixe onívoro e para ter um bom desenvolvimento no cultivo a faixa de pH deve estar entre 6 a 8. Suporta concentrações de oxigênio dissolvido de até no mínimo 2 mg/L; pode ser cultivada tanto no sistema de monocultivo quanto no policultivo e no tanque convencional com uma densidade de estocagem de 0,8 a 1 peixe/m³ (VIEIRA et. al., 2006).

c) Pintado: (*Pseudoplatystoma Corruscans*): È de origem das Bacias do Prata, Uruguai e São Francisco; apresenta hábito alimentar carnívoro, ou seja selecionam alimento animal vivo, incluindo zooplâncton; para o desenvolvimento requer pH ideal na água de 6,5 a 9 e não suporta oxigênio dissolvido inferior a 4 mg/L. Por ser uma espécie carnívora, deve ser cultivado no sistema de monocultivo com densidade de estocagem de 1 peixe/5m² (MENEZES, 2005).

d) Tambacú – (*Colossoma Macropomum* (Tambaqui - fêmea) + *Piaractus Mesopotamicus* (Pacu - macho): O tambacu é resultante do cruzamento da fêmea de tambaqui com o macho do pacu. Mas se esse híbrido for fértil e escapar para a natureza, ameaça o futuro das duas espécies das quais se originou.

2.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA

Os critérios estabelecidos de qualidade das águas consistem em limites de concentração de alguns parâmetros importantes para a saúde humana bem como para a manutenção da flora e da fauna aquática, sendo obtidos tanto no próprio meio, quanto em experimentos laboratoriais.

No Brasil, o instrumento responsável pelo controle desses padrões é a resolução 357/2005 – CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que detém o controle sobre 13 classes, indicadores de qualidade de águas e mais 90 substâncias potencialmente prejudiciais. A resolução contempla ainda padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos aquáticos para fins de consumo intensivo. As classes estão subdivididas em águas doces, salinas e salobras, de acordo com o uso a que se destina.

As águas classificadas de classe 2 a 4 permitem o lançamento de efluentes domésticos e industriais, desde que obedeçam aos padrões de emissão do registro receptores estabelecidos nesta resolução. Porém, um corpo hídrico poderá ter mais de uma classificação ao longo de seu curso de acordo com a variação física ou uso de suas águas ao longo da bacia.

A água na biosfera faz parte de um ciclo denominado “ciclo hidrológico”. O ciclo hidrológico é um processo contínuo de transporte de massas de água do oceano para a atmosfera, e desta, por meio das chuvas, escoamento superficial e subterrâneo, novamente para o oceano (VINÁTEA ARANA, 1997).

A característica essencial de qualquer volume de água superficial localizada em rios, lagos, tanques, represas artificiais e águas subterrâneas são a sua instabilidade e mobilidade. Todos os componentes sólidos, líquidos e gasosos (as três fases em que a água existe no planeta Terra) são partes do ciclo dinâmico da água, ciclo este, perpétuo. A fase mais importante deste ciclo para o homem é justamente a fase líquida, em que ela está disponível para pronta utilização (TUNDISI, 2003).

Em seu trajeto, a água dissolve numerosas substâncias do solo, que a tornam uma solução mais ou menos diluída de sais minerais e compostos orgânicos. Além dessas substâncias dissolvidas, a água arrasta no seu caminho partículas não solúveis, colóides e partículas maiores, tornando-se uma suspensão mineral ou orgânica.

A qualidade da água em tanques de pisciculturas pode ser alterada pela introdução de qualquer substância e pelo manejo em viveiros, os quais nem sempre são favoráveis ao desenvolvimento e à sobrevivência dos organismos aquáticos (SOUZA, et. al., 2000). Outros fatores que também influenciam são as diferenças ambientais, tamanho, profundidade e vazão (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

A seguir discorre-se sobre alguns dos parâmetros de qualidade da água de importância para a piscicultura.

Potencial Hidrogeniônico - pH

É considerado um parâmetro muito importante, pois possui grande efeito sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes (VINÁTEA ARANA, 1997) e na produção primária (YANCEY & MENEZES, 2001). O pH menor que 7 indica maior grau de acidez e maior que 7 menor grau de acidez ou alcalinidade da água, sendo consideradas adequadas faixas entre 6 e 9 (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994) e o pH crítico está próximo de 4.5 para criação de peixes (VINÁTEA ARANA, 1997).

O pH pode ser alterado devido arrasto de materiais para dentro dos viveiros, através de chuvas ou por excesso de adubação, mas os peixes não suportam variações bruscas de pH. O pH também exerce uma forte influência sobre a toxicidade de certos parâmetros químicos, tais como a amônia não ionizada, que se torna mais abundante em pH alcalino, e o Ácido Sulfídrico (H_2S), que aumenta percentualmente em pH ácido (VINÁTEA ARANA, 1997).

A correção do pH (entre 4,5 e 6) pode ser feita com a calagem; recomenda-se a aplicação de uma a três toneladas de calcário por hectare (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

ESTEVES (1988), o pH possui uma estreita interdependência entre as comunidades vegetais, animais e o meio aquático. Este fenômeno ocorre na medida em que as comunidades aquáticas interferem no pH, assim como o pH interfere de diferentes maneiras no metabolismo destas comunidades. A respeito das comunidades, o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular dos organismos integrantes, interferindo, no transporte iônico intra e extracelulares, bem como entre os organismos e o meio.

Os organismos heterotróficos (bactérias e animais aquáticos) interferem sobre o pH do meio, em geral, abaixando-o. Esta situação ocorre devido aos intensos processos de decomposição e respiração, através dos quais há liberação de CO_2 , que por hidrólise origina o ácido carbônico e íons de hidrogênio (VINÁTEA ARANA, 1997).

A Resolução CONAMA 357/2005 define para lançamento uma faixa de pH variando de 5 a 9.

Alcalinidade

A alcalinidade é capacidade da água de neutralizar ácidos. Refere-se à concentração total de sais na água, sendo expressa em equivalentes de carbonato de cálcio (CaCO_3), bicarbonato (HCO_3), hidroxila (OH), sais orgânicos entre outros que são capazes de neutralizar íons de hidrogênio (H^+). Segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994) a alcalinidade ideal no meio aquático para os peixes está entre 20 e 300 mgCaCO_3/L ; YANCEY & MENEZES (2001) consideram bons níveis para criação de peixes a faixa de 50 e 200 mg/L .

Segundo BOYD (1990), a acidez total da água pode ser traduzida como a concentração total de ácidos tituláveis (que podem ser neutralizados com bases), expressos em mg/L de equivalentes de carbonato de cálcio. As águas com um pH superior a 8,3 contêm uma pequena fração de dióxido de carbono livre, tendo, então, um padrão mensurável de acidez. Porém, do ponto de vista da aquicultura, a acidez mensurável tem pouco interesse quando a água apresenta certa quantidade de alcalinidade. Praticamente, na aquicultura, somente nas águas com um pH inferior a 4,5 (que não contêm alcalinidade), o CO_2 , presente é incapaz de tornar mais ácidas estas águas. Entretanto, quando se trata de águas com presença de ácidos orgânicos ou minerais o pH poderá cair a menos de 4,5.

Em águas naturais, o CO_2 é liberado pelos processos respiratórios do fitoplâncton e dos microorganismos, assim como adicionado da atmosfera por difusão na água. A remoção do CO_2 da água provoca um aumento do pH (torna-se mais alcalino), sendo que o sistema “buffer” de bicarbonato evita estas mudanças repentinas de pH. Se a concentração dos íons de hidrogênio aumenta, este irá reagir

com o bicarbonato para formar CO₂ e água; dessa forma, o equilíbrio é mantido, com pouca variação de pH (BOYD, 1990).

Turbidez

A turbidez é resultado da presença de partículas em suspensão, responsáveis por variações quantitativas e qualitativas da qualidade da água, como penetração de luz, fotossíntese e produtividade. Essas partículas podem ser coloridas, esverdeadas ou avermelhadas em águas ricas em plâncton.

Partículas de solo em suspensão em águas de viveiros são provenientes da erosão dos taludes, dos canais de abastecimento, erosão dentro do próprio viveiro e provocada pelo excesso de aeração, o que revolve o fundo e não permite a decantação das partículas. A decomposição da ração em excesso e adubos orgânicos presentes nos tanques também provocam o aspecto turvo da água; e em água muito mais turvas o processo de fotossíntese fica bastante prejudicado, e, por conseguinte, a formação de plâncton como fonte de alimento para os peixes. Além, disso o excesso de partículas em suspensão pode dificultar a respiração dos peixes por aderência às brânquias.

Cor

A cor da água de um sistema de cultivo de peixes é em função direta da quantidade e qualidade de substâncias orgânicas e inorgânicas em solução na água. A quantidade excessiva de substância húmicas (extrato de matéria orgânica vegetal em decomposição) na água confere a esta uma cor escura, o que reduz a capacidade biogênica da água, pois limita a penetração de luz (CYRINO & KUBITZA, 1996).

As colorações verde e verde-azulada são as mais indicadas para a piscicultura, pois demonstra maior presença de nutrientes ou um desenvolvimento adequado, fonte de alimento para os peixes (MARDINI & SANTOS, 1991).

Oxigênio Dissolvido - OD

O oxigênio é o segundo gás mais abundante na água e também o mais importante para a sobrevivência dos peixes. A partir da fotossíntese o fitoplâncton é capaz de ser a principal fonte de oxigênio no meio aquático. Baixos níveis de

oxigênio dissolvido podem causar stress e até mesmo a morte dos peixes. Segundo FAST & BOYD (1992) os tanques de cultivos possuem quatro fontes principais de oxigênio: fitoplâncton e plantas aquáticas (fotossíntese), oxigênio atmosférico (difusão), oxigênio da água adicionada (renovação de água) e oxigênio a partir dos aeradores mecânicos. O oxigênio pode ser perdido ou consumido através da respiração biológica (seres vivos, água e lodo), oxidação química, difusão para a atmosfera e por meio dos efluentes.

Dentre os fatores abióticos que interferem no ecossistema aquático, estão o pH, OD, condutividade, tempo de residência, alcalinidade, temperatura, transparência da água, nutrientes e clima e dos fatores bióticos as comunidades aquáticas. O conjunto desses fatores irá determinar a qualidade da água nos ecossistemas artificiais rasos (BACHION & SIPAÚBA TAVARES, 1992; *apud* LACHI, 2006). Os viveiros utilizados na aqüicultura comportam-se como sistemas intermediários entre sistemas lênticos e lóticos (LACHI, 2006). Além disso, em sistemas rasos de cultivo as flutuações das variáveis limnológicas são intensas ao longo de 24 horas devido ao curto tempo de residência e efeito de manejo (SIPAÚBA-TAVARES et. al, 1991; SIPAÚBA-TAVARES & COLUS, 1995; SIPAÚBA-TAVARES, 1996; *apud* LACHI, 2006).

São muitos os fatores que interferem no estudo do estado trófico e na caracterização de um ambiente aquático, dentre os quais podemos destacar a climatologia, morfometria, formação geológica e impactos humanos realizados neste ambiente. Os fatores climatológicos afetam a produtividade primária nos ecossistemas aquáticos, fundamental para a manutenção de qualquer cadeia alimentar.

Dentre os diversos fatores climáticos, a radiação solar tem maior importância em superfícies líquidas, sendo responsável pela distribuição de calor na massa da água, participando também nos processos de evaporação. A precipitação total também tem forte influência sobre a dinâmica desses ambientes, pois ocasiona um aporte de nutrientes e material particulado, alterando as características ópticas, físicas e químicas da água (HENRY & CURY, 1981).

Durante o dia, os processos fotossintéticos das microalgas e outras plantas aquáticas produzem grandes quantidades de oxigênio, o qual é transferido para a

atmosfera, porém, altos níveis de oxigênio dissolvido podem acumular-se durante períodos de intensa radiação solar e baixas velocidades de vento, provocando altos níveis de supersaturação de gases (VINÁTEA ARANA, 1997).

O processo fotossintético realizado pelo fitoplâncton (algas, em especial) é a principal fonte de oxigênio dissolvido em um sistema de cultivo de peixes. Em águas turvas e com baixa transparência, a produção fotossintética pode diminuir ou até mesmo parar. Pode-se notar, portanto, que o processo fotossintético dos organismos clorofilados está limitado às camadas superficiais de água onde a maior parte da luz é absorvida (MATOS, 1976 *apud* SIQUEIRA, 2004).

Os viveiros rasos sofrem flutuações de acordo com as condições atmosféricas que se refletem na coluna d'água. Tais fatores influenciarão nas variáveis físicas químicas e biológicas, levando a mudança periódica no ambiente (SIPAÚBA-TAVARES & GAGLIANONE, 1993). Os tanques profundos (com mais de um metro de profundidade) podem provocar estratificação do oxigênio por ação do fitoplâncton, o qual consegue estacionar na camada superficial. BOYD (1989) cita que os efeitos adversos dos baixos níveis de oxigênio geralmente se traduzem numa diminuição no crescimento dos organismos e uma maior susceptibilidade às enfermidades.

Os peixes tropicais, em geral, exigem concentrações de OD acima de 5 mg/L; Exposição contínua a 3 mg/L pode levar ao stress, falta de resistência, incidência de doenças e até a morte (MEDEIROS, 2002). Segundo (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994) a maior parte dos peixes morre quando o teor de O₂D é igual ou inferior a 1mg/L; entre 1 e 3 mg/L situa-se um nível subletal, 3 a 5 mg/L teores suportáveis de OD e acima de 5mg/L estariam os níveis ótimos.

Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A DBO é a medida da quantidade de oxigênio consumido no processo biológico de oxidação da matéria orgânica na água. Grandes quantidades de matéria orgânica utilizam grandes quantidades de oxigênio. Portanto, quanto maior o grau de poluição, maior será a DBO. A determinação da DBO é feita em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, a temperatura de 20 ° C.

A matéria orgânica presente no ambiente aquático é devido à disposição de seres produtores, (algas e vegetais aquáticos), e seres consumidores, (animais, bactérias e fungos), e também através da sua introdução via externa. Essa matéria orgânica em decomposição libera o gás carbônico através dos processos de respiração, (liberando energia), e oxidação ocorridos no interior da água, este último pelas atividades metabólicas e ação de bactérias.

Sólidos Totais - ST

A principal fonte de sólidos advém do alimento não convertido em massa para os peixes, podendo chegar até 40% em material em suspensão na água e que logo se depositará no fundo dos viveiros (PÁDUA, 2003). As altas concentrações de sólidos podem causar danos aos peixes e a vida aquática. No lançamento de efluentes, eles podem sedimentar-se no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos nos fundos dos viveiros promovendo a decomposição anaeróbia (anaerobiose).

Nitrogênio - N

O Nitrogênio Total Kjeldahl refere-se à soma das formas de nitrogênio orgânico e amoniacal respectivamente. O nitrogênio apresenta nos ambientes aquáticos nas seguintes formas: podem ser: nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_3), íon amônio (NH_4), óxido nitroso (N_2O), nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico dissolvido (aminas, aminoácidos etc) e nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos) (LIMA, 2001).

Dentre os compostos nitrogenados dissolvidos na água, encontra-se uma forma ionizada, NH_4^+ , denominada íon amônio, ou simplesmente amônio, e outra não ionizada, NH_3 , conhecida como amônia. As duas formas juntas constituem a amônia total ou nitrogênio amoniacal total. Quanto mais elevado for o pH, maior será a porcentagem da amônia total presente na forma de NH_3 não ionizada (forma tóxica) (PEREIRA & MERCANTE, 2005).

A amônia excretada pelos organismos aquáticos é oxidada em nitrato pela ação das bactérias quimioautotróficas *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que transformam NH_4^+ em NO_2^- (nitrito) e NO_2^- em NO_3^- (nitrato) (VINÁTEA ARANA, 1997).

Segundo BOYD (1979) *apud* VINÁTEA ARANA (1997) as reações químicas são mais rápidas com pH entre 7 a 8 e temperaturas entre 25 a 35°C. O efeito mais importante do nitrito em peixes refere-se à capacidade que este composto tem de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo-a em meta-hemoglobina (molécula incapaz de transportar oxigênio), provocando, assim à morte dos organismos por asfixia. O nitrato em altas concentrações, tem efeitos negativos sobre a osmorregulação e possivelmente também sobre o transporte de oxigênio nos peixes.

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.

Segundo VON SPERLING (1996), em um corpo d'água, a determinação da parcela predominante de nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Os compostos de nitrogênio, na forma orgânica ou de amônia, referem-se à poluição recente, enquanto que nitrito e nitrato à poluição mais remota.

A presença de nitrogênio amoniacal na água pode indicar matéria orgânica em decomposição e que o ambiente está pobre em oxigênio. As análises dessas variáveis são usadas para avaliar o grau de eutrofização dos viveiros e do corpo hídrico receptor.

Fósforo - P

O fósforo como nutriente faz parte de alguns processos metabólicos importantes, tais como: fotossíntese, respiração síntese protéica; sendo, portanto, um elemento essencial na cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos.

Em corpos d'água doce a concentração de fósforo solúvel (fosfato PO_4^-) em geral, determina sua produtividade. No ambiente aquático o fósforo usualmente se apresenta em baixa concentração. Em todas as dietas usadas em cultivos de peixes, o fósforo está presente. Nos viveiros a disponibilidade de nutrientes é máxima em níveis de pH próximos da neutralidade e valores maiores que 8,0, os nutrientes tem

sua disponibilidade sensivelmente reduzidas (BASTOS, 2003). Fontes de fósforo em efluentes de pisciculturas compreendem: ração não consumida, fezes e várias frações excretadas pelas brânquias e urina. O fósforo, também pode ser introduzido no ambiente através de fertilização química ou orgânica, e neste particular em um manejo inadequado, principalmente águas naturalmente mesotróficas, poderá levar a um processo rápido de eutrofização.

Em água meio ácida, a mineralização do fósforo orgânico é mais lenta e, a relação N total/P orgânico é baixa; à medida que o pH se eleva essa relação também aumenta, por conta da maior velocidade da mineralização do P orgânico.

Nos viveiros a decomposição da matéria orgânica é acompanhada por decréscimo na relação C/P, pois passa a ocorrer mais P que carbono, em consequência da maior necessidade de C pelos microrganismos. Como a demanda de P pelos microrganismos é menor que a de C e N, a relação C/P se mantém em níveis bem mais acentuados durante o processo de cultivo (BASTOS, 2003).

Bactérias do grupo coliformes

As bactérias do grupo coliformes são tradicionalmente utilizadas como indicadoras de poluição de material fecal (humana ou animal), sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como para caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral.

São todos os bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos na superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35° C, em 24-48 horas .

Os coliformes totais incluem um grande número de organismos, entre elas a de *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal e que dificilmente se multiplica fora do trato intestinal. O problema é que outras bactérias dos gêneros *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, igualmente identificadas pelas técnicas laboratoriais como coliformes totais, podem existir no solo e nos vegetais. Desta forma, não é possível

afirmar categoricamente que uma amostra de água com resultado positivo para coliformes totais tenha entrado em contato com fezes.

Os coliformes termotolerantes são subgrupos das bactérias do grupo coliformes que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal.

A *Escherichia coli* bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produzindo a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. São habitantes exclusivos do trato intestinal de humanos e animais de sangue quente, sendo um indicador mais preciso de contaminação.

A *E. coli* não faz parte da flora intestinal de peixes. Os limites recomendados da Organização Mundial de Saúde para a criação de peixes com efluentes é de $10^4/100\text{mL}$ no afluente do tanque e $10^3/100\text{mL}$ no tanque. O padrão ≤ 1000 CF/100mL é um indicativo da inativação de bactérias patogênicas e vírus (BASTOS, 2003).

2.9 IMPACTOS DA PISCICULTURA SOBRE OS AMBIENTES AQUÁTICOS

Os principais aspectos do meio ambiente que devem ser considerados na piscicultura são os que podem produzir impactos negativos sobre os ecossistemas, principalmente na qualidade da água, por meio de descartes de efluentes e os conflitos entre usuários da água, quando da não regulamentação e administração dos recursos hídricos de forma planejada (ALMEIDA, 2006). A estabilidade biológica das substâncias orgânicas em uma água contendo oxigênio dissolvido realiza-se em duas fases bem distintas. Primeiro, o consumo de oxigênio é devido à oxidação dos compostos orgânicos de carbono (DBO carbonácea). Em seguida, a Demanda de Oxigênio se dá à custa da oxidação da matéria orgânica nitrogenada (DBO nitrogenada), como a amônia produzida a partir da hidrólise das proteínas. PÁDUA (2002) relata que em uma grande produção piscícola, significa elevada concentração de matéria orgânica, representada pela excretas e rejeitos alimentares dos peixes.

O nitrogênio e o fósforo, presente nos rios e lagos, constituem dois nutrientes básicos que dão suporte à cadeia alimentar. Os problemas advindos do aumento dessas concentrações refletem na proliferação de algas, no efeito tóxico da amônia nos peixes e nos déficits de oxigênio consumido no processo (LIMA, 2001). Apesar do efluente de piscicultura apresentar grande volume com baixos teores de nutrientes (N e P), quando comparado com efluentes de origem doméstica, o seu lançamento direto e contínuo nos ambientes pode resultar em uma bioacumulação crônica e posteriormente a eutrofização, com conseqüências ecológicas negativas sobre o ambiente aquático.

2.10 LEGISLAÇÃO PERTINENTE ÀS ATIVIDADES DE PISCICULTURA

A atividade de piscicultura é praticada há muitos anos, mas, surpreendentemente sua regulamentação recentemente tem merecido atenção especial dos órgãos governamentais. A criação de peixes interfere em matérias que se situam no centro de criação, como, por exemplo, leis referentes ao solo, à água, meio ambiente, conservação de recursos naturais, caça e pesca, sanidade animal, e outras (TIAGO, 2003).

No Brasil a Piscicultura está classificada como atividade agro-pastoril na parte II, do capítulo VI (Desenvolvimento da Agropecuária), do II Programa Brasileiro para Ciência e Tecnologia da Presidência da República, de 31 de março de 1976, (SILIMON & VARGAS, 1994). O Decreto N.º 4.895, de 25 de novembro de 2003 do Governo Federal, dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos da'água de domínio para fins de aquíicultura. A Resolução CONAMA N° 303 estabelece parâmetros, definições e limites referentes às APPs e adota ainda que implicitamente, a bacia hidrográfica como unidade de sua aplicação.

Segundo TIAGO (2003) no conjunto da legislação brasileira verifica-se a larga utilização de atos administrativos normativos regulamentadores (decretos, portarias, resoluções e deliberações) para a organização da atividade aquícola brasileira; entretanto tais atos, além de não contemplarem, necessariamente a atividade, não há plena discussão social por serem atos de vontade de autoridades do poder executivo, e muitas vezes causam conflitos entre si.

No Estado de Mato Grosso a Piscicultura está inserida na Lei n.º 7.881, de 30 de dezembro de 2002, que dispõe sobre a pesca, estabelecendo medidas de proteção a ictiofauna e dá outras providências. Instruções Normativas n.º 5, de 18 de janeiro de 2001, no artigo 8, sobre a aquicultura, o qual dispõe sobre os documentos a serem apresentados à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA) para o cadastramento e Licenciamento Ambiental. A Lei n.º 8.464 de 04 de abril de 2006, dispõe, define e disciplina a piscicultura no Estado e o Decreto n.º 8.149 de 27 de setembro de 2006 que regulamentam a atividade de piscicultura no Estado de Mato Grosso.

2.11 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Um dos maiores problemas em relação aos licenciamentos ambientais é o fato de que faltam instrumentos específicos que auxiliem e assegurem um desenvolvimento sustentável da piscicultura e que promovam a proteção ambiental (TIAGO, 2003).

O licenciamento Ambiental concedido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA tem como objetivo disciplinar a implantação e funcionamento das atividades que utilizem recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente. Portanto, para o licenciamento ambiental da atividade de piscicultura torna-se necessário o cumprimento dos seguintes procedimentos: (i) preenchimento do requerimento padrão da SEMA; (ii) cálculo de taxa para o licenciamento de acordo com o tamanho do empreendimento; (iii) roteiro de acordo com a lâmina d'água da piscicultura.

As pisciculturas menores de 1ha de lâmina de água são necessários: (i) cadastro técnico e (ii) licença de operação.

Para as pisciculturas maiores de 1ha, são necessários: (i) projeto técnico, o mesmo deve contemplar: Licença prévia (LP); licença de instalação (LI) e licença de operação (LO).

O piscicultor deve seguir os seguintes passos: na Secretaria de Estado do Meio Ambiente obtêm-se o Licenciamento Ambiental; na EMPAER o Projeto da piscicultura e no Ministério da Agricultura o Registro de Aquicultor, conforme roteiros técnicos da atividade (SEMA, 2007).

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA DO RIO CUIABÁ

A bacia Platina, ou do rio da Prata, é formada pelos rios Paraná, Uruguai e Paraguai. A bacia do Paraguai que se localiza nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, no primeiro, recebe a denominação de bacia do Alto Paraguai (BAP). A BAP é dividida em cinco sub-bacias: do rio Paraguai, do rio Cuiabá, do rio São Lourenço, do rio Itiquira e do Pantanal.

Dois terços da população vivem nas margens do rio Cuiabá, distribuída em 13 municípios, que utilizam suas águas de diversas formas (abastecimento público e rural, industrial, agrícola, geração de energia, pesca, navegação e lazer, inclusive para despejo de efluentes domésticos), desde próximo às nascentes em Nobres até Porto Cercado, no Pantanal. A Figura 1 mostra a localização da sub-bacia do rio Cuiabá no Estado de Mato Grosso e os 13 municípios (ou parte deles) nela inseridos.

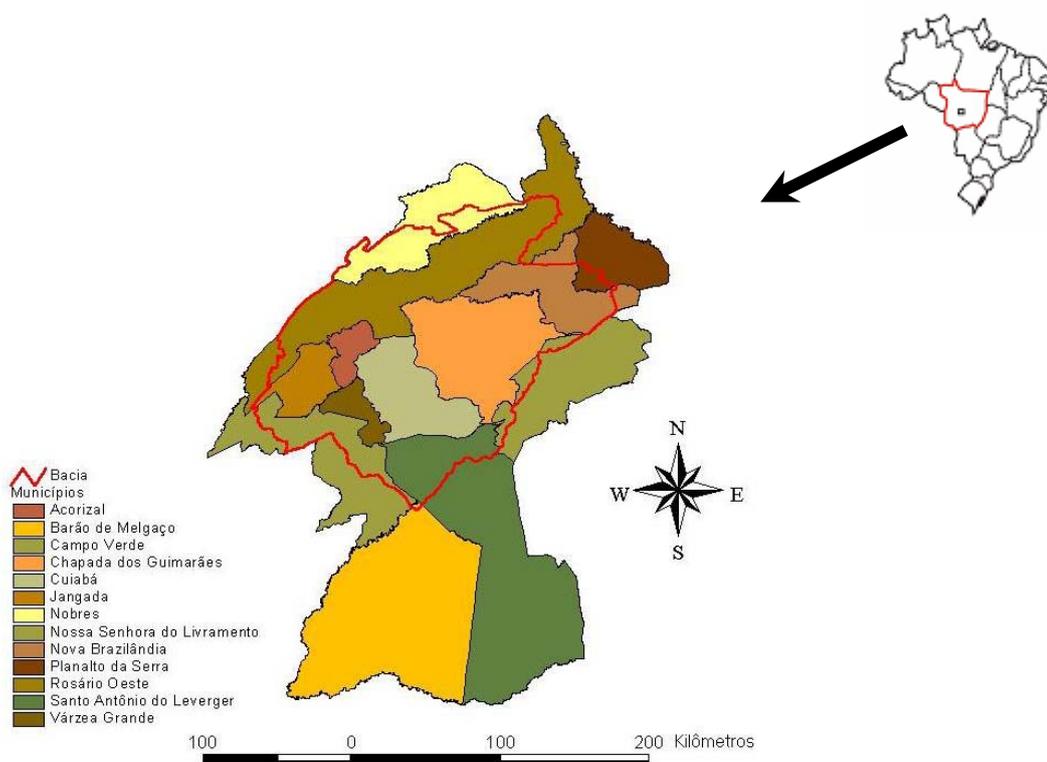


Figura 1 - Localização da sub-Bacia do Rio Cuiabá no Estado de Mato Grosso e os municípios pertencentes a ela.

Fonte: SIBAC (2000).

O rio Cuiabá percorre cerca de 828 km desde sua nascente na Serra Azul no município de Rosário Oeste até sua confluência com o rio Paraguai (SAFFORD, 2001). Segundo CAVINATTO (1995) a bacia do rio Cuiabá está localizada entre os paralelos $14^{\circ}18'$ e $17^{\circ}00'$ S e meridianos $54^{\circ}40'$ e $56^{\circ}55'$ W e de acordo com o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP, FEMA (1997) totaliza aproximadamente 29.000 km^2 de área, com perímetro de 841 km; abrangendo as cabeceiras dos rios Cuiabá da Larga e Cuiabá do Bonito, que são formadores do rio Cuiabá, até a confluência do rio Coxipó-Assú, pouco a jusante da cidade de Santo Antônio do Leverger.

Os principais afluentes do rio Cuiabá pela margem esquerda são os rios Coxipó-Açú, Coxipó, São Lourenço, Aricá Mirim, Manso e Itiquira e, entre os córregos de maior importância, pode-se citar o Ribeirão do Lipa, Gambá, Manoel

Pinto, Prainha, Barbado, Bandeira e São Gonçalo. Pela margem direita são os rios Jangada, Pinheiro, Pari e Santana.

3.1.1 Características Climáticas

O clima predominante na região de estudo nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande é do tipo quente tropical sub-úmido, com temperatura média anual de 26°C, com as máximas médias diárias em torno de 36°C, em setembro, e as mínimas de 15°C no mês de julho (INMET, 2000).

A umidade relativa do ar tem média anual de 79%, pressão atmosférica média anual de 993,54 mb e os ventos predominantes com direção Norte e Nordeste. No período chuvoso a umidade do ar chega a 90% e durante a seca atinge níveis baixíssimos em torno de 18% (INMET, 2001).

A precipitação pluvial média anual chega a valores de 1.342 mm/ano, de acordo com a série temporal medida entre 1989 - 2000 (INMET, 2000). A bacia apresenta uma sazonalidade marcada por dois períodos bem distintos, definidos pela precipitação pluviométrica: estiagem (maio a outubro) e chuvas (novembro a abril).

3.1.2 Morfologia, Topografia e Solo

De acordo com FIGUEIREDO (1996), MIGLIORINI (1999), MIRANDA & AMORIN (2000), LIMA (2001) e MOURA (2006), a descrição do relevo da bacia do rio Cuiabá, consideraram dois grandes grupos: o Planalto e a Depressão cuiabana. As áreas do planalto abrangem os municípios de Nobres, Rosário Oeste, Nova Brasilândia, Campo Verde, Acorizal, Jangada, Chapada dos Guimarães e Planalto da Serra e caracterizam-se por apresentarem uma vegetação do tipo cerrado. Por sua vez, a depressão cuiabana abrange os municípios de Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger, compreendendo uma área de depressão que fica entre as partes mais altas do planalto e o início da planície inundável.

Na Baixada Cuiabana há predominância de solos concrecionários que se associam os relevos de formas tabulares. Nas porções mais conservadas encontram-se latossolo vermelho-amarelado e podzólicos vermelho-amarelo. A sudeste da área, os relevos são aplainados, moldados pelos sedimentos inconsolidados Quaternários

da Formação Pantanal. Há ocorrência de solos hidromórficos, principalmente a laterita hidromórfica (RADAMBRASIL, 1982).

Os solos da Baixada Cuiabana, em geral, são ácidos, pobres em fósforo, com teor de potássio variando de médio a bom, com matéria orgânica normalmente acima de 2,5%, baixo valor de pH e elevados teores de alumínio trocável. Os teores de cálcio e magnésio são baixos ou quase inexistentes (SEPLAN, 1997).

Segundo MOURA (2006) a vazão média do Rio Cuiabá numa série histórica de 1948 a 1998 foi de 448,66 m³/s e após o fechamento da Comporta de Manso no ano 1999 foi de 331,56 m³/s, ou seja, 26,09% menor.

3.1.3 População

Atualmente o Estado de Mato Grosso tem 2.803,274 habitantes, distribuídos em 141 municípios. Os 13 municípios pertencentes à Bacia do Rio Cuiabá representa 32,9%. Cuiabá é o mais populoso com 19,0% e Várzea Grande com 8,9%, sendo os mais habitados (IBGE, 2005).

3.1.4 Unidades de Conservação

O Estado de Mato Grosso tem 28 Unidades de Conservação sendo: 21 Estaduais e 07 Federais (FEMA, 2001). São consideradas unidades de conservação os Parques Nacionais e Estaduais, Estações Ecológicas, Áreas de Preservação Ambiental, Reservas Biológicas, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Áreas de Proteção Especial e Áreas Naturais Tombadas (Reservas da Biosfera). É importante salientar que muitas pisciculturas estão instaladas nessas áreas de conservação.

3.1.5 Usos da Água na Bacia

Nos municípios da bacia do rio Cuiabá, os usos preponderantes da água são: abastecimento público e rural; irrigação, geração de energia, diluição de efluentes industriais e domésticos incluindo também a recreação. Alguns usos são conflitantes, como é o caso do abastecimento público e da diluição de efluentes, o que pode gerar graves reflexos na saúde pública e no ecossistema aquático.

A cobertura do sistema de abastecimento de água dos municípios que compõe a bacia do rio Cuiabá atende a uma população de 687.835 habitantes que representa

um atendimento médio superior a 90% da população urbana. O suprimento público da cidade de Cuiabá é efetuado através de mananciais superficiais localizados nos rios Cuiabá e rio Coxipó além dos mananciais subterrâneos, sendo que 60% do abastecimento de água são provenientes do sistema Ribeirão do Lipa no rio Cuiabá, 30% no sistema Tijucal localizado no rio Coxipó e através de 87 poços artesianos distribuídos em vários bairros, que compreendem os 10% restantes (LIMA, 2004).

O rio Cuiabá fonte de abastecimento tem sido largamente utilizado para a diluição dos efluentes domésticos gerados nas sub-bacias urbanas, principalmente nas que apresentam maiores concentrações populacionais. Nelas são diretamente lançados esgotos domésticos, resíduos sólidos *in natura*, além da parcela proveniente dos efluentes industriais. Segundo TEIXEIRA (1994) as cidades de Cuiabá e Várzea Grande são responsáveis por 94% de toda a poluição orgânica de origem doméstica que chega direta ou indiretamente ao rio Cuiabá. Dados mostram que a cobertura no tratamento desses efluentes é de apenas 37% dos quais apenas 29% recebem tratamento com diferentes níveis de remoção de matéria orgânica (LIMA, 2004).

Segundo ROMIO (1999) está inserida na bacia do Rio Cuiabá 71 indústrias potencialmente poluidoras, sendo 71,8% delas localizadas nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Destas, 30,9% são responsáveis por toda a poluição de origem industrial lançada nos rios Coxipó e Cuiabá.

4 METODOLOGIA

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Em uma primeira etapa, foram levantado o número de pisciculturas cadastradas junto à Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA até o mês de setembro de 2004 acompanhado das seguintes informações: a localização através das coordenadas geográficas, área de lâmina d'água, espécies cultivadas e produção. A consulta ao Banco de Dados da Secretaria de Meio Ambiente, possibilitou a conhecimento de como os empreendimentos piscícolas estavam cadastrados e quais informações seriam possíveis e úteis aos objetivos deste trabalho. Buscou-se analisar os empreendimentos e sua distribuição ao longo da bacia do rio Cuiabá.

Foram obtidos alguns dados sobre qualidade de água proveniente de sistemas de pisciculturas, através de monografias de conclusão de curso no departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

4.1.1 Dados Primários

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram selecionadas duas pisciculturas cujas principais características são descritas a seguir:

a) Piscicultura B

A piscicultura B está localizada no município de Cuiabá, entre as coordenadas 15°19'58,5,9" S e 55°57'25,3" W, as margens da BR 070 – Rodovia Emanuel Pinheiro com uma distância de 33 Km de Cuiabá, especificamente no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.

Conforme o Decreto nº 8.149, de 27 de setembro de 2006 essa piscicultura é classificada como um micro empreendimento: área inferior a 1 ha.

A área de espelho d'água é de 0,3535 ha, com dois viveiros paralelos escavados.

O sistema é abastecido pelo Rio Mutuca, sendo que os níveis de água nos viveiros são controlados através de um sistema de monges, facilitando a saída do efluente, que é lançado no mesmo curso d'água a jusante do sistema. Os peixes são alimentados de duas formas: naturalmente e artificialmente. A alimentação natural é composta pelo (zooplâncton e fitoplâncton) presentes na água e artificial com o fornecimento de rações extrusadas.

As espécies cultivadas são o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a piraputanga (*Brycon microlepis*) e o híbrido tambacu (*Colossoma macropomum*).

b) Piscicultura C

A piscicultura C está situada a 10 km do município de Várzea Grande, nas coordenadas 15°33'35" S e 56°10'08" W.

Conforme o Decreto nº 8.149, de 27 de setembro de 2006 essa piscicultura é classificada de pequeno porte.

A área de espelho d'água de 1,1 ha. A instalação da piscicultura é do tipo viveiros de derivação, que são reservatórios escavados em terreno natural, dotados de sistemas de abastecimento; porém, não tem um sistema adequado de drenagem. A alimentação dos peixes é através de alimentos naturais da água (zooplâncton e fitoplâncton) e do fornecimento de rações extrusada. A principal vantagem da ração extrusada são os grânulos que ao ser lançada na água flutuam, permitindo maior controle na quantidade da alimentação fornecida aos peixes.

O sistema é abastecido pela água do rio Cuiabá por bombeamento, e o efluente é lançado no rio Cuiabá.

As espécies cultivadas são o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) e a piraputanga (*Brycon microlepis*).

Para a avaliação dos impactos causados pelas atividades de piscicultura, foram analisadas amostras de água na entrada dos sistemas produtivos (afluente), na

saída (efluente) e nos corpos receptores, cerca de 200m a jusante dos empreendimentos.

As pisciculturas estão localizadas nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, na Bacia do Rio Cuiabá. A Figura 2 mostra a localização e os pontos de amostragem da coleta de água para a realização das análises físicas, químicas e microbiológicas. As pisciculturas foram denominadas de B (micro empreendimento) e C (pequeno porte), como mostra a seguir:



Piscicultura B - P1- Rio Mutuquinha, P2 – Rio Mutuca (abastece os viveiros), P3 - Saída do viveiro 1 (efluente da piscicultura), P4 – Saída do Viveiro 2 (efluente da Piscicultura) e P5 – Jusante a 200 metros.

Piscicultura C - P1- Rio Cuiabá, P2 - Saída do viveiro 2 (efluente da piscicultura) e P3 – Rio Cuiabá (Jusante a 200 metros).

Figura 2 - Área de estudo e Pontos de Amostragem das pisciculturas B e C.

4.1.2 Parâmetros e Análises Laboratoriais

As amostras foram coletadas nos primeiros 30 cm da superfície da massa d'água, com frequência mensal, no período de setembro de 2003 a setembro de 2004 para a piscicultura B e outubro de 2003 a dezembro de 2004 para a piscicultura C.

As variáveis físicas, químicas e microbiológicas analisadas foram: pH, Alcalinidade, Turbidez, Cor, Oxigênio Dissolvido, DBO₅, Sólidos Totais, Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK), Nitrogênio amoniacal, Fósforo total e *Escherichia coli*.

Na Tabela 1 apresenta-se uma síntese das variáveis analisadas e seus respectivos métodos e limite de detecção. As coletas e análises foram realizadas de acordo com as técnicas preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995).

Tabela 1 - Métodos e equipamentos utilizados nas análises físicas, químicas e microbiológicas; e respectivos limite de detecção.

Variável	Método	Limite de Detecção	Equipamentos
pH	Eletrométrico	0,10	1. pH-metro Digimed – Dm 20
Alcal. Total (mgCaCO ₃ /L)	Potenciométrico c/ Titulação c/ H ₂ SO ₄ – 0,02N	0,10	1. pH-metro Digimed/DM20 2. Bureta automática/Metrohm
Turbidez (uT)	Nefelométrico	0,10	1. Turbidímetro / Polilab / AP-1000 .
Cor (mgPtCo/L)	Comparação Visual solução Padrão de cobalto-Platina	2,50	1. Colorímetro Polilab/ Aqua Nessler An 1000.
OD (mg/L)	Winkler, por modificação de azida sódica.	0,1	1. Titulador 2. Bureta automática
DBO (mg/L)	Winkler-Azida	0,1	1. Bureta Automática 2. Estufa Encubadora – Temperatura de 25 ^o C
NTK (mg/L)	Digestão com ácido sulfúrico a 0,02N -	0,1	1. Digestor Buchi – Modelo 426 2. Destilador Buchi - Modelo B - 324
Nit. amoniacal (mg/L)	Digestão por vapor de arraste	0,1	1. Destilador Buchi - Modelo B - 324
Fósforo (mg/L)	Ácido Ascórbico	0,02	1. Espectrofotômetro/Micronal-B380 - Comprimento de Onda 300 – 900nm 2. Autoclave de 15 a 20 PSI 3. Balança Analítica
Sólidos Totais (mg/L)	Gravimétrico	0,001	1. Cápsulas de porcelana 2. Estufa Fanem 320-SE à 105°C 3. Dissecador/Pirex/200mm 4. Balança analítica eletrônica de precisão de 0,1 mg/Scientech/ As-210
E. coli (NMP/100mL)	Colilert - (ONPG/MUG)	2,0	1. Estufa de Cultura / FANEM/002 2. Seladora Quanti -Tray Sealer modelo 2X 3. Banho Maria /FANEM

Fonte: APHA (1995).

As amostras para análises físicas e químicas da água foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade de 1000mL; e no momento da coleta os frascos eram enxaguados com a amostra por três vezes antes de seu enchimento. As

amostras eram acondicionadas em caixas térmicas refrigeradas e transportadas até o laboratório para realização das análises.

Para as determinações de OD e DBO as amostras eram coletadas com auxílio de amostrador especial com frascos apropriados (para incubação da DBO) e fixadas no momento da coleta.

Para a realização das análises microbiológicas, as amostras foram coletadas em frascos de polietileno autoclavável, com capacidade de 250mL contendo solução de tiosulfato de sódio para preservação. As coletas eram efetuadas evitando o contato manual com a água para evitar possível contaminação; as amostras eram armazenadas em caixa de isopor para análises e realizadas no mesmo dia.

Na piscicultura B foram definidos cinco pontos de coleta, P1 - Rio Mutuquinha (interfere na qualidade da água no ponto 5); P2 - Rio Mutuca que abastece os viveiros por gravidade; P3 - (saída do viveiro 1); P4 - (saída do viveiro 2) e P5 Jusante a 200 metros. As coletas foram realizadas mensalmente nos meses de setembro de 2003 a setembro de 2004, num total de 13 amostras.

Na piscicultura C, foram definidos três pontos de coleta: P1 - Rio Cuiabá que abastece os viveiros 1 e 2; P2 - saída do viveiro 2 (efluente da piscicultura) e P3 (jusante a 200 metros). As coletas foram realizadas em frequência mensal, entre outubro de 2003 a dezembro de 2004, totalizando 16 amostras.

O Quadro 1 apresenta o período de campanha de monitoramento das pisciculturas.

Quadro 1 - Distribuição das campanhas realizadas nas pisciculturas de estudo de caso.

Piscicultura B		Piscicultura C	
Campanha	Data	Campanha	Data
1 ^a	10/09/03	1 ^a	28/10/03
2 ^a	13/10/03	2 ^a	12/11/03
3 ^a	15/11/03	3 ^a	25/11/03
4 ^a	16/12/03	4 ^a	10/12/03
5 ^a	27/01/04	5 ^a	26/01/04
6 ^a	28/02/04	6 ^a	19/02/04
7 ^a	24/03/04	7 ^a	10/03/04
8 ^a	23/04/04	8 ^a	14/04/04
9 ^a	22/05/04	9 ^a	19/05/04
10 ^a	21/06/04	10 ^a	16/06/04
11 ^a	24/07/04	11 ^a	27/07/04
12 ^a	23/08/04	12 ^a	30/08/04
13 ^a	26/09/04	13 ^a	29/09/04
-	-	14 ^a	26/10/04
-	-	15 ^a	30/11/04
-	-	16 ^a	20/12/04

4.2 BASE E TRATAMENTO DOS DADOS

4.2.1 Distribuição das Pisciculturas

Os dados secundários foram sistematizados em termos de distribuição espacial das pisciculturas (área antropizada) com o uso de técnicas em geoprocessamento e do Software ArcView 3.2 (ESRI, 1999).

4.2.2 Análises Estatísticas

Para a análise estatística dos dados de qualidade da água, foi utilizado o Pacote Estatístico SPSS versão 9. Para verificar se os dados apresentavam uma distribuição normal, foi realizado o Teste de Normalidade de Kolmogorov – Smirnov. O princípio deste teste baseia-se na comparação da curva da frequência cumulativa dos dados, com a função de distribuição teórica em hipótese. Quando as duas curvas se sobrepõem à estatística de teste é calculada através da máxima diferença entre ambas. A magnitude da diferença estabelece-se probabilisticamente, segundo a lei de probabilidade dessa estatística, que se encontra tabelada. Se os dados experimentais se afastam significativamente do que é esperado segundo a

distribuição em hipótese, então as curvas obtidas devem encontrar-se igualmente afastadas e, por um raciocínio análogo, se o ajustamento ao modelo hipotético é admissível, as curvas têm um delineamento próximo.

A distribuição normal foi calculada conforme a equação 4.1.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (4.1)$$

Sendo: $f(x)$ = o valor da função dentro do limite $(\mu \pm \sigma)$, μ a média, σ o desvio padrão em relação à média e x o valor aleatório da amostra.

Após a confirmação da normalidade os dados foram submetidos o Teste T para uma amostra simples, conforme (MILONE, 2004). Esse teste paramétrico foi utilizado em função dos dados apresentarem distribuição normal. Valores de significância menores que 0,05 indicam que ocorreram diferenças significativas entre a fonte de abastecimento dos viveiros (água bruta) e o efluente já diluído num percurso de 200 metros à jusante do sistema.

Os Testes de hipóteses foram:

h_0 = Não há diferença entre os pontos de entrada e jusante da piscicultura;

h_1 = Ocorre diferenças entre os pontos de entrada e jusante da piscicultura.

4.2.3 Medição de Vazão

Para medir a vazão afluente e nos corpos receptores, foi utilizado o método da medição direta, ou seja, a medida de (0,5 a 15 l/s). Neste método mede-se o tempo gasto para encher um recipiente de volume conhecido. A vazão é determinada dividindo-se o volume do recipiente pelo tempo requerido para o seu enchimento. É também o processo padrão para aferir os demais métodos (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994). Chama-se vazão ou descarga líquida, numa determinada seção, o volume que atravessa esta seção na unidade de tempo (Equação 4.2). Onde:

$$Q = \frac{V}{T}, \quad (4.2)$$

Sendo: Q = vazão; V = volume e T = tempo.

4.2.4 Densidade de Estocagem

Segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994) a densidade de estocagem é expressa conforme a Equação 4.3.

$$De = \frac{n}{s^2}, \quad (4.3)$$

Onde: De = Densidade de estocagem; n = Número de peixes e s a Superfície de lâmina de água (m^2).

4.2.5 Estimativa de Produção

Segundo MENEZES (2005) em um ano de cultivo o peixe atinge entre 1 e 1,5kg. Portanto, para estimar a produção de peixe adotou-se 1,5kg.

$$Pe = n \times 1,5 \quad (4.4)$$

Pe = Produção estimada; n = N° de peixes

4.2.6 Estimativa de Carga orgânica (DBO) e Nutriente (N e P)

SILVA (2003) analisando a qualidade da água de um sistema de grande porte na bacia do rio Cuiabá, especificamente a montante da captação de água do Porto (Passagem da Conceição) obteve valores de concentrações médias de DBO, nitrogênio e fósforo que serão considerados na estimativa das cargas provenientes dos sistemas piscícolas. Vale salientar que a amostragem das pisciculturas são poucas; faltando até mesmo uma piscicultura de médio porte para possibilitar a estimativa das cargas seguindo a classificação da SEMA. Porém, ressalta-se que a Legislação da Piscicultura é recente, fato que no período inicial do estudo não havia um parâmetro a ser seguido. Portanto, para a estimativa das cargas orgânica (DBO) e nutrientes (N e P) foram consideradas somente 3 (três) pisciculturas, sendo um micro empreendimento, uma pequena e uma de grande porte.

LIMA (2001) considera que as bases de dados geradas por instituições governamentais com a finalidade de monitoramento podem ser úteis para um entendimento inicial e de interações que venham a ocorrer dentro da bacia e para mostrar pesquisas mais detalhadas, úteis aos planos de gerenciamentos. LIMA

(2001) relata que dentre os quatro estágios necessários para estabelecer o gerenciamento sustentável de uma bacia, observa-se a importância de determinar o estado atual do ambiente e identificar as forças dominantes de mudanças locais.

Para o cálculo da carga orgânica foi utilizada a equação segundo (VON SPERLING, 1996):

$$C \text{ arg } a(\text{kg} / \text{d}) = \frac{\text{concentração}(\frac{\text{g}}{\text{m}^3}) \times \text{vazão}(\frac{\text{m}^3}{\text{d}})}{1.000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} \quad (4.5)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PISCICULTURAS NA BACIA DO RIO CUIABÁ

No Estado de Mato Grosso, até o ano de 2004, havia 815 empreendimentos piscícolas cadastrados na Secretaria Estadual do Meio Ambiente. A bacia do rio Cuiabá de fato apresenta um total de 490 pisciculturas, porém, após a locação dos empreendimentos no mapa digitalizado e georeferenciado da bacia constatou-se que apenas 362 empreendimentos estão no perímetro dos municípios pertencentes à bacia. Segundo os dados obtidos, cerca de 37,8% não informaram as coordenadas geográficas, portanto não foram plotadas na imagem espacial (Figura 3).

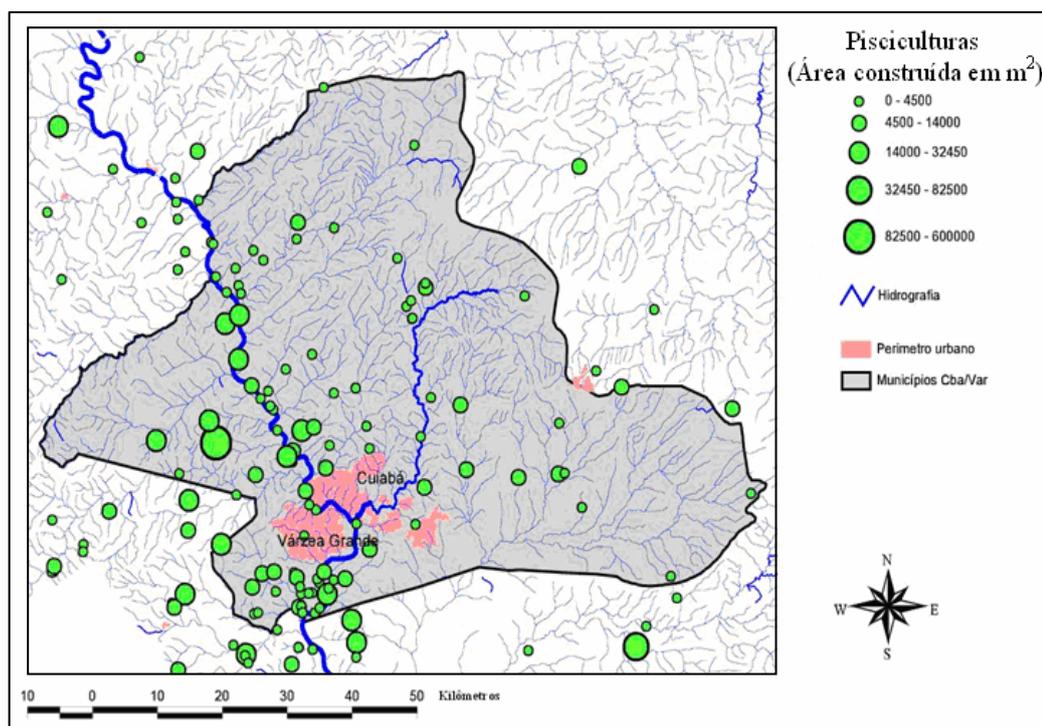


Figura 3 - Distribuição das Pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.

As 362 pisciculturas instaladas na bacia ocupam uma área de aproximadamente 1.395 ha, distribuídas ao longo do Rio Cuiabá e concentradas, principalmente, nos municípios de Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger. Observa-se ainda, que as maiores partes das pisciculturas, estão instalada em áreas de preservação permanente.

As áreas de preservação permanente (APPs) são áreas de grande importância ecológica e social, que têm a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

O Art. 58 do Código Ambiental do Estado de Mato Grosso considera de preservação permanente, as seguintes áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, localizadas nas áreas rurais e urbanas:

a) ao longo de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto, em faixa marginal, cuja largura mínima será de: 1) 50m (cinquenta metros), para os cursos d'água de até 50 m de largura; 2) de 100m , para os cursos d'água que tenham de 50m a 200m de largura; 3) de 200m para os cursos d'água que tenham de 200 m a

600m de largura; 4) de 500m para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;

b) ao redor das lagoas ou lagos e reservatórios d'água naturais ou artificiais, represas hidrelétricas, de uso múltiplo, em faixa marginal, cuja largura mínima será de 100m;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes, nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja sua situação topográfica, nas veredas e nas cachoeiras ou quedas d'água, num raio mínimo de 100metros;

d) no topo de morros, montes, montes e serras;

e) nas encostas ou parte destas com declividade superior a 45°;

f) nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m em projeção horizontal.

Os estudos relativos às questões ambientais mostram de maneira bastante clara que as falhas existentes nesse âmbito não estão na falta de informações ou no desconhecimento dos problemas, mas na sensação de distância entre a ação individual e coletiva (AMARAL & FIALHO, 2006). Segundo o autor, em Goiânia das 30 pisciculturas estudadas na averiguação do Plano de Controle Ambiental, cerca de 73% não respeitam a distância das margens dos córregos e rios e 23% constroem viveiros nas nascentes.

A Tabela 2 mostra a quantidade de empreendimentos distribuídos por município, estimativa de produção, densidade de estocagem e a classificação por porte das pisciculturas, de acordo com a Lei nº 8.464, de 04 de abril de 2006.

Tabela 2 – Quantidade, área, produção e classificação do porte das pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.

Município	Quant. (UN)	Área (há)	Produção estimada (ton/ano)	Classificação do Porte (ha)				NI
				Micro (< 1,0)	Pequena (>1<5,0)	Média (>5<50)	Grande (> 50)	
Acorizal	12	6,58	17,80	10	02			
Barão de Melgaço	3	0,64	8,50	02				01
Chapada dos Guimarães	17	12,79	223,27	13	03			01
Cuiabá	85	177,74	1.832,33	61	16	01	01	06
Jangada Nova	11	47,34	125,95	07	02	01		01
Brasilândia								
Nossa Senhora do Livramento	66	139,42	663,43	48	09	05		04
Nobres	10	33,40	117,40	07	01	02		
Planalto da Serra								
Poconé	37	26,12	244,95	34	03			
Rosário Oeste	16	67,41	545,36	09	05	02		
Santo Antônio do Leverger	45	40,99	432,61	35	08	01		01
Várzea Grande	60	843,48	4.917,26	43	11	02	02	02
Total	362	1.395,90	9.128,87	269	60	14	03	16

Fonte: SEMA (2004).

NI – Não Informada

UN – Unidade

A Figura 4 mostra o percentual de distribuição das pisciculturas nos municípios da Depressão Cuiabana.

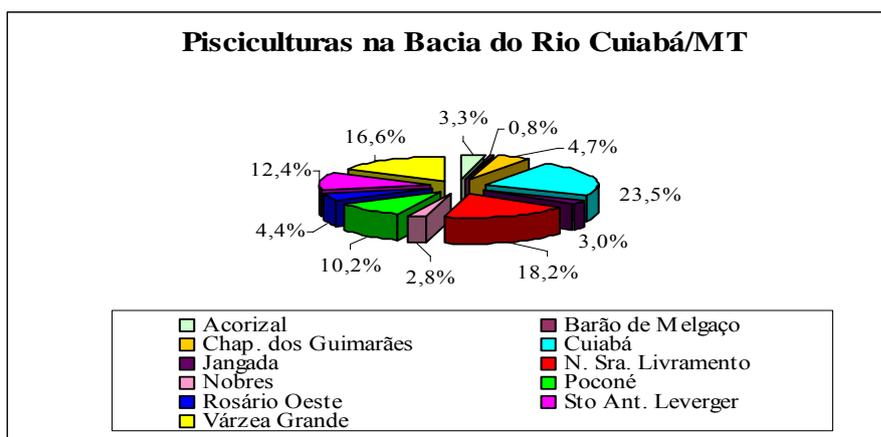


Figura 4 - Porcentagem por número de instalações de pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.

O município de Cuiabá apresenta o maior percentual de empreendimentos (23,5%), seguido por Nossa Senhora do Livramento 18,2%, Várzea Grande com 16,6% e Santo Antônio do Leverger com 12,4%. A grande maioria das pisciculturas está próxima aos centros urbanos, inclusive os maiores empreendimentos. Possivelmente, essa proximidade favorece o acesso aos grandes consumidores, e a comercialização de pescados.

No Estado de Mato Grosso do Sul também foi observado que a maioria dos empreendimentos está próxima aos centros urbanos (ROTTA, 2003).

A área de lâmina d'água por municípios pode ser observada na Figura 5.

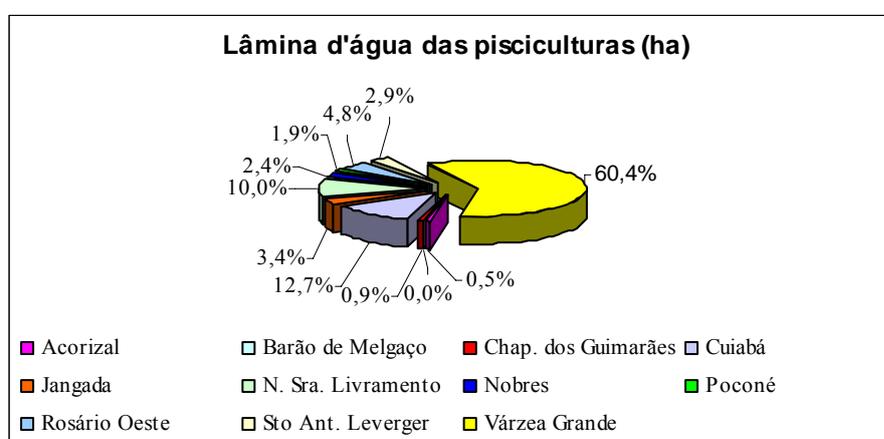


Figura 5 - Área de lâmina d'água das Pisciculturas na Bacia e seus respectivos municípios.

O município de Várzea Grande apresenta a maior área com 60,4%, seguida por Cuiabá (12,7%) e Nossa Senhora do Livramento (10%) totalizando mais de 83% em relação aos outros municípios. A área média de lâmina d'água na Bacia é de 1ha.

Segundo OSTRENSKY et. al. (2000) a produção em Mato Grosso era de 634 toneladas por ano, com 525 produtores e área média por produtor de 1,02 ha. MERCOESTE (2002) registra que a área de lâmina d'água no Estado era de 755,36 ha. No entanto observa-se um crescente aumento de área de lâmina d'água entre os anos de 2002 a 2004 mostrando grande importância no cenário do desenvolvimento da piscicultura na Bacia do Rio Cuiabá.

A densidade média de estocagem na bacia é de 0,65 peixes/m², sendo o município de Várzea Grande com 0,58 peixes/m², Cuiabá com 1,03 peixes/m² e com a menor densidade da bacia os municípios de Jangada e Acorizal (0,27peixes/m²). A

densidade de estocagem média por município mostra que a maioria é menor que 1peixe/m², porém em Cuiabá essa densidade é maior.

5.1.1 Porte das Pisciculturas

A legislação classifica o porte dos empreendimentos de piscicultura, de acordo com a lâmina d'água acumulada: micro: até 1ha; pequena: maior que 1 ha, até no máximo 5 ha; média: maior que 5 ha, até no máximo 50 há, e grande: maior que 50 ha (Tabela 2).

De acordo com os dados obtidos 74,3% das pisciculturas da bacia são micro empreendimentos, 16,6% de pequeno porte, 3,9% de médio porte, 0,8% de grande porte; e 4,4% não informaram a área no cadastro de preenchimento do órgão ambiental – SEMA, Figura 6.

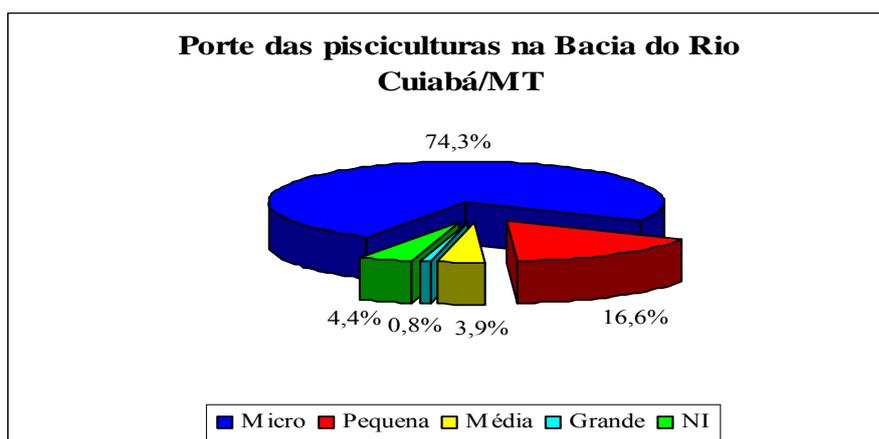


Figura 6 - Classificação do Porte das Pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá/MT.

No Estado de Mato Grosso do Sul, 65% das pisciculturas são de pequeno porte, com área inundadas menor que 1(um) ha (CATELLA et al., 1997; *apud* ROTTA, 2003).

Estima-se que a piscicultura seja rentável, é necessário no mínimo uma área de 12 ha de lâmina d'água (MERCOESTE, 2002). Analisando o porte e a produção das pisciculturas, observa-se que existem duas realidades distintas na Bacia do Rio Cuiabá: a dos grandes empreendimentos com emprego de tecnologia de ponta e bons índices de produtividade e a outra, em que se enquadra a grande maioria dos piscicultores, com baixo nível tecnológico e com baixa escala de produção e

rentabilidade, fatos observados também no Estado de Mato Grosso do Sul (ROTTA, 2003).

Os micros empreendimentos ocupam uma área de lâmina d'água correspondente a 8,7%, os de pequeno porte 9,3%, os de médio porte 17,8% e os de grande porte 64,2%, conforme Figura 7.

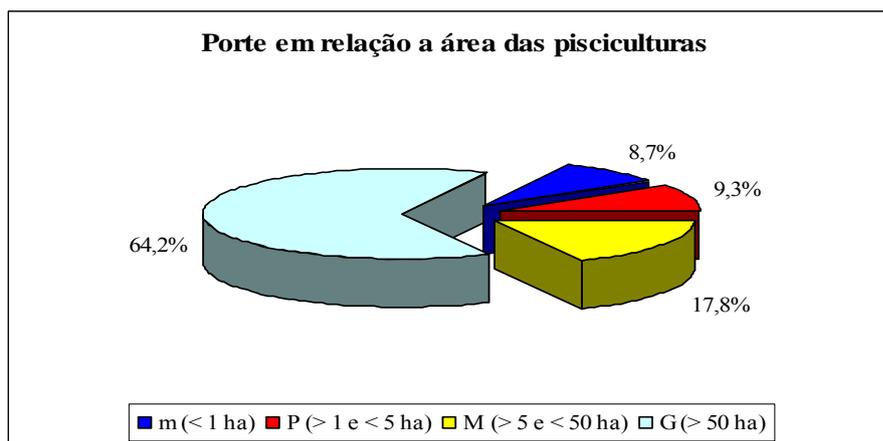


Figura 7 - Representação do percentual da área de lâmina d'água das Pisciculturas.

Observa-se que a maioria das pisciculturas são micros empreendimentos, porém, não detêm a maior quantidade de lâmina d'água e sim as grandes pisciculturas onde são empregadas técnicas avançadas de manejo.

Vale salientar que as pisciculturas de grande porte respondem 64,2% do total de lâmina d'água; Várzea Grande 52,2% e Cuiabá com 8% de lâmina d'água.

Segundo MENEZES, 2005, as criações de pequeno porte, destinadas ao consumo familiar, merecem orientação técnica, com vistas à produção com mínimos riscos, maior produtividade e menores custos.

Os viveiros são utilizados geralmente para quatro finalidades principais: alevinagem, recria, cria e engorda. Na alevinagem os peixes são criados até o momento da venda, e a engorda onde os peixes ficam em ambientes artificiais até o momento da comercialização ou do abate.

Observa-se que, em sua maioria, as piscicultores da Bacia do Rio Cuiabá dedica-se à engorda (46,7%) e cria (38%). A recria e a alevinagem dedicam-se apenas a 15% e 0,3% dos empreendimentos, respectivamente. Os tipos de sistemas são, em sua maioria, extensivos e semi-intensivos. Segundo SILVA (2004) na Bacia

do Paraguai existe instaladas cerca de dez laboratórios de produção de alevinos, sendo o da EMPAER/MT, localizado na Fazenda Experimental no município de Nossa Senhora do Livramento, o principal fornecedor de alevinos para os pequenos produtores.

5.1.2 Principais Espécies Cultivadas

A Tabela 3 mostra as principais espécies cultivadas nos municípios pertencentes à bacia.

Tabela 3 - Relação das espécies de peixes cultivadas nas pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá.

Nome comum	Nome científico	Alóctone	Exótica	Híbrido
Cachara	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>			
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>		x	
Curimatá	<i>Prochilodus lineatus</i>			
Dourado	<i>Salminus maxillosus</i>			
Lambari	<i>Astyanax sp.</i>	x		
Matrinchã	<i>Brycon lundii</i>			
Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i>			
Pacu-Peva	<i>Mylossoma orbignyanum</i>	x		
Paqui	<i>Pacu x Tambaqui</i>			x
Piraputanga	<i>Brycon microlepis</i>			
Piau	<i>Leporinus friderici</i>			
Piava	<i>Leporinus sp</i>			
Piavuçu	<i>Leporinus macrocephalus</i>			
Pintado	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>			
Tambacu	<i>C. macropomum(fêmea) x P. mesopotamicus (macho)</i>			x
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>	x		
Tilápia	<i>Oreochomis sp.</i>		x	
Timboré	<i>Leporinus amblyrhynchus</i>			
Tuvira	<i>Gimnotus carapo</i>			

Fonte: SEMA (2004).

Observa-se que é grande a variedade de espécies nos cultivos, inclusive entre as espécies alóctones, como: Lambari, Pacu-Peva e o Tambaqui; exótica: como a carpa e tilápia e os híbridos: paqui e o tambacu.

Dos 362 empreendimentos, a preferência pelo pacu se dá em 248 pisciculturas, 161 cultivam o tambacu (híbrido), 85 o tambaqui (espécie alóctone), 77 cultivam a piraputanga, 44 o curimatá, 19 o pintado, 6 o cachara e 3 o dourado. Cerca de 43 empreendimentos, cultivam outras espécies, como: carpa, lambari, pacu-peva, paqui, piau, piava, piavuçu, tilápia, timboré e tuvira.

Constata-se também que em 40 empreendimentos não constam às espécies cultivadas. Geralmente os piscicultores cultivam mais de uma espécie nas pisciculturas (Figura 8).

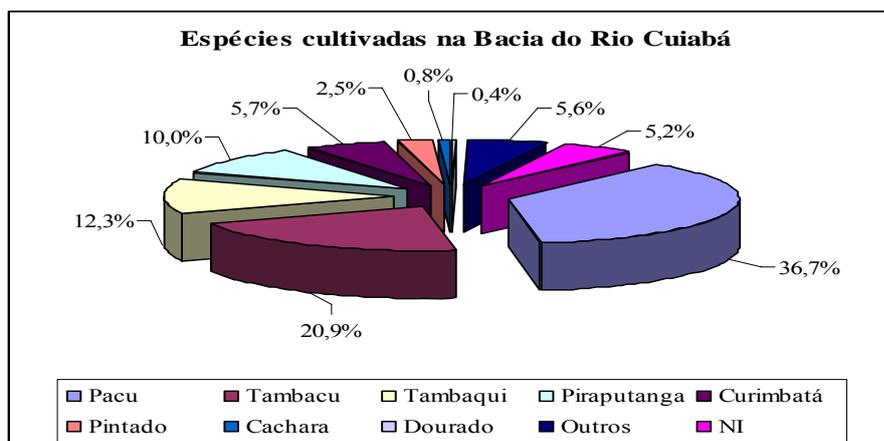


Figura 8 - Percentual das espécies cultivadas na Bacia do Rio Cuiabá.

Observa-se que o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é a espécie preferida para o cultivo pelos piscicultores, (36,7%) como primeira categoria; seguida por outras espécies como o tambacú (*Colossoma macropomum* (fêmea) + *Piaractus mesopotamicus* (macho) (outras categoria) com 20,9%; piraputanga (*Brycon microlepis*) de segunda categoria com 10% e o tambaqui (espécie alóctone) e (outras categoria) com 12,3%. O pintado-surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) representa 2,5% e o dourado (*Salminus maxillosus*) com 0,4%.

As outras espécies 5,6% e 5,2% (NI) não informaram quanto às espécies cultivadas nos empreendimentos. Essa classificação foi feita segundo SILIMON & VARGAS (1994) considerando a qualidade e o valor econômico do peixe. Observa-se ainda que as principais espécies cultivadas apresentam valor comercial e estudos de técnica de manejo que viabilizam esses cultivos.

As principais espécies cultivadas no Estado de Mato Grosso são: o tambaqui, tambacu, pacu e piraputanga MERCOESTE (2002). Vale salientar que, segundo ROTTA (2003) espécies como o pacu, tambacu (híbrido), curimbatá e piavuçu são peixes de preços reduzidos e o pacu apresenta um outro problema, gordura em excesso.

Observa-se ainda a produção de espécies alóctones no Estado, como o Tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe natural da Bacia Amazônica, prática proibido pela Lei Complementar nº 232, de 21 de dezembro de 2005, Parágrafo

único (...) “é vedada à introdução de espécies autóctones originadas de cativeiro e da fauna exótica no ambiente natural do Estado de Mato Grosso” (capítulo IX, Artigo 68).

Segundo PEREIRA (1976) as espécies não originárias na bacia causariam desequilíbrio ecológico, tendo em vista que a sua reprodução acontece de forma geométrica e que são peixes degradadores do meio ambiente. Outro fator importante do ponto de vista ecológico é o risco das espécies exóticas criadas em cativeiro acabarem entrando nos cursos de água natural. Pois, por serem grandes predadores naturais, promovem um desequilíbrio tão grande na cadeia alimentar aquática que acabam por extinguir, muitas espécies nativas. Dessa forma, deve-se incentivar cultivo das espécies nativas de cada bacia hidrográfica.

Segundo SILIMON & VARGAS (1994) as principais espécies de peixes comercializadas no Estado de Mato Grosso são: bagre (*Pimelodus argenteus*), barbado (*Pinirampus pinirampus*), cabeçudo (*Pimelodus ornatus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), curimbatá (*Prochilodus lineatus*), dourado (*Salmirus maxillosus*), jaú (*Paulicea luetkeni*), jurupoca (*Hemisorubim plathyrrhynchus*), jurupensem (*Sorubim cf. lima*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pacu-peva (*Mylossoma orbignyanum*), piavuçu (*Leporinus sp*), piava (*Leporinus sp*), pintado (*Pseudoplatystoma conruscans*), piranha (*Serrasalmus sp*) e piraputanga (*Brycon hilarii*); e fora do Estado é o cachara, curimbatá, dourado, pacu e pintado.

Em Mato Grosso do Sul as espécies mais utilizadas nos cultivos são o pacu, curimbatá, piavuçu, e o pintado, além do tambaqui (espécie de origem amazônica) (ROTTA, 2003). Segundo CATELLA et al. (1997) *apud* ROTTA (2003) a escolha dessas espécies deve-se à preferência do mercado consumidor e pelo conhecimento da tecnologia de produção e cultivo. Entretanto há divergências quanto à tecnologia empregada no cultivo do pintado, e relatos de que a produção é considerada baixa, provavelmente por não ter ainda se adaptado ao cultivo em cativeiro (MERCOESTE, 2002).

5.1.3 Estimativa de Produção

A Figura 9 mostra a produção estimada em tonelada por ano nos municípios da Bacia do Rio Cuiabá no ano de 2004.

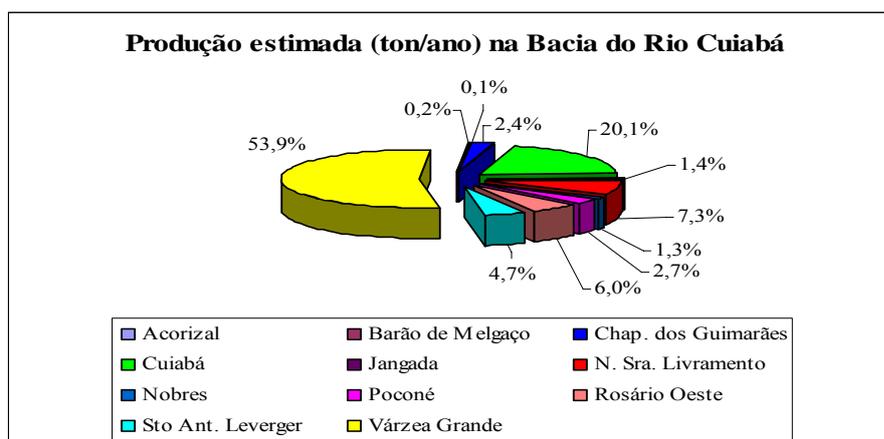


Figura 9 - Percentual da Produção estimada de peixes por município em 2004.

A produção estimada de peixes na bacia é de 9.128,87 toneladas; Várzea Grande detém o maior percentual na estimativa de produção de peixes, com 53,9%, seguido por Cuiabá com 20,1%.

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DA ÁGUA

As vazões nos pontos de coleta foram: ponto 1 - Rio Mutuquinha de 0,60 L/s, no ponto 2 de 1,32 L/s, no ponto 3 de 6,5 L/s, no ponto 4 de 3,5 L/s e para o ponto 5 de 2,28 L/s. A profundidade média dos viveiros é de 1,75m.

A vazão de entrada do viveiro 1 é de 1.648,8 m³/d; no viveiro 2 é de 2.448 m³/d e a vazão na saída do viveiro 2 é de 0,02 m³/s, ou seja, é de 1.728 m³/d.

O nível da água para o viveiro 1 é de 1,31 m e para o viveiro 2 é de 1,51 metros de profundidade, sendo a profundidade média de 1,41 metros. Nesses viveiros apresentam alta transparência da água, evidenciando pouca produção primária.

As pisciculturas apresentam um sistema de manejo intensivo, com máxima produção por área. A densidade de estocagem na piscicultura B é de 0,76 peixe/m² bem maior que na piscicultura C (0,32 peixe/m²).

Observa-se que a taxa de estocagem é baixa quando comparada com a taxa recomendada para criação de peixes, que é de 1 peixe para cada 2m², ou seja, 5.000 peixes/ha (OLIVEIRA et. al, 1995) para a micro piscicultura.

5.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo ROTTA (2003) a piscicultura é uma atividade cuja técnica é de difícil assimilação por parte do produtor rural. O autor relata que em estudos para conhecer o perfil do produtor no Estado de Mato Grosso do Sul, foi constatado que 21% dos produtores pesquisados recebem de forma temporária assistência técnica, e, em geral, apresentam formação bastante precária, tanto no tocante ao manejo e sistemas de produção, quanto nos aspectos ictiosanitários e de saúde pública.

Nas Tabelas 4 e 5 são apresentados os resultados de qualidade da água nos viveiros amostrados nas pisciculturas A e B.

Tabela 4 – Parâmetros de qualidade da água na Piscicultura B, média e desvio padrão.

Var.	P1		P2		P3		P4		P5		Sig. ($\rho < 0,05$) (P2 e P5)
	N	Méd. \pm DP	Méd. \pm DP	Méd. \pm DP							
<i>pH</i>	13	5,0 \pm 1,0	5,4 \pm 0,6	5,9 \pm 0,5	5,9 \pm 0,3	5,3 \pm 0,5					0,63
<i>Alc</i>	13	4,0 \pm 5,0	4,0 \pm 5,0	5,2 \pm 4,1	10,0 \pm 8,5	8,1 \pm 10,8					0,04*
<i>Turb</i>	13	1,7 \pm 0,6	2,7 \pm 1,8	5,8 \pm 2,6	4,7 \pm 2,2	2,5 \pm 1,4					0,41
<i>Cor</i>	13	3,6 \pm 1,3	4,2 \pm 1,2	20,0 \pm 9,3	25,0 \pm 5,9	6,0 \pm 1,9					0,54
<i>OD</i>	13	6,6 \pm 1,5	6,9 \pm 1,8	6,2 \pm 1,0	6,6 \pm 1,4	6,9 \pm 1,6					0,72
<i>DBO</i>	13	2,0 \pm 1,2	1,3 \pm 0,3	2,4 \pm 0,5	2,8 \pm 1,1	1,2 \pm 0,5					0,01*
<i>ST</i>	13	30,0 \pm 13,0	23,0 \pm 12,0	39,0 \pm 17,6	47,0 \pm 13,0	26,0 \pm 7,4					0,02*
<i>NTK</i>	13	1,8 \pm 0,5	1,5 \pm 0,4	1,8 \pm 0,1	2,1 \pm 0,5	1,6 \pm 0,2					0,02*
<i>N.amon</i>	13	0,4 \pm 0,3	0,3 \pm 0,2	0,4 \pm 0,2	0,5 \pm 0,4	0,5 \pm 0,3					0,01*
<i>PT</i>	13	0,03 \pm 0,01	0,05 \pm 0,05	0,36 \pm 0,30	0,36 \pm 0,10	0,43 \pm 0,5					0,00*
<i>E. coli</i>	12	51,0 \pm 58,0	18,0 \pm 14,4	32,0 \pm 64,0	40,0 \pm 61,4	116,0 \pm 166,3					0,00*

N – Número de amostras

* Estatisticamente significativo ($\rho < 0,05$)

Tabela 5 – Parâmetros de qualidade da água na Piscicultura C, média e desvio padrão.

Var.	P1			P2			P3			Sig. ($\rho < 0,05$) (P1- P3)
	N	Méd. \pm	DP	Méd. \pm	DP	N	Méd. \pm	DP		
pH	16	7,1 \pm	0,3	6,6 \pm	0,7	12	7,0 \pm	0,3	0,59	
Alc	16	31,5 \pm	14,9	39,6 \pm	17,4	12	35,1 \pm	17,0	0,76	
Turb	16	57,7 \pm	44,6	278,2 \pm	222,1	12	59,2 \pm	49,4	0,82	
Cor	16	126,0 \pm	122,0	504,0 \pm	350,2	12	120,0 \pm	125,4	0,97	
OD	16	7,2 \pm	1,0	4,4 \pm	1,2	12	6,8 \pm	1,3	0,27	
DBO	16	1,4 \pm	0,9	2,6 \pm	0,7	12	1,7 \pm	1,2	0,13	
ST	16	130,0 \pm	60,4	369,0 \pm	219,6	12	152,0 \pm	57,5	0,94	
NTK	16	0,6 \pm	0,8	1,9 \pm	0,9	12	0,7 \pm	0,9	0,47	
N.amon	16	0,1 \pm	0,2	1,0 \pm	1,0	12	0,2 \pm	0,4	0,30	
PT	16	0,09 \pm	0,1	0,62 \pm	0,24	12	0,15 \pm	0,20	0,05*	
E. coli	15	319,0 \pm	584,1	828,0 \pm	865,5	11,0	128,0 \pm	114,3	0,19	

N – Número de amostras

* Estatisticamente significativo ($\rho < 0,05$)

5.3.1 Potencial Hidrogeniônico

A água do Rio Mutuquinha e Mutuca apresentaram valores considerados baixos de pH. Os testes não revelaram diferenças estatisticamente significativa entre os pontos de montante (P2) e jusante (P5) da piscicultura.

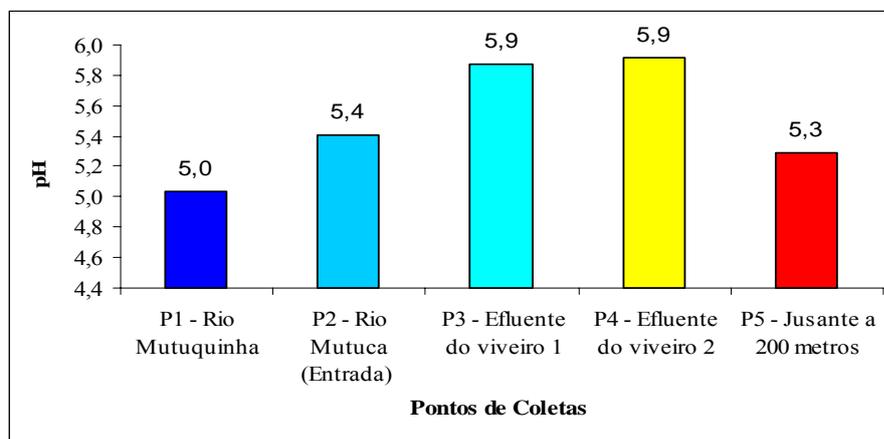


Figura 10 – Valores de pH na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

O pH costuma ser baixo quando há um aumento de ácidos orgânicos dissolvidos na água. Esse fato se dá pela influência do processo fotossintético das algas, que ao consumirem o dióxido de carbono dissolvido na massa líquida, originada da oxidação da matéria orgânica pelas bactérias, provocam a dissociação do íon bicarbonato (HCO_3^-) e conseqüentemente libera a hidroxila (OH^-) que é responsável pelo aumento do pH no meio. Em observação de campo a montante, verificou-se a presença de dejetos provenientes de aves. A decomposição dessa matéria orgânica provavelmente interfere nos valores de pH na entrada do sistema, tornando-a meio ácida, sendo necessário fazer a correção do pH.

Nos tanques de piscicultura registra-se uma esperada elevação de pH, devida à atividade fotossintética em geral intensa neste tipo de ambiente. Entretanto, os valores de pH nos efluentes permanecem relativamente baixos. Entretanto, a água do rio Mutuca e no interior dos viveiros revelou valores não dos mais adequados à piscicultura, ou se não a propriedades da medida de correção de pH.

Foi observada a ocorrência de nove peixes mortos no dia 26 de setembro de 2003. As pequenas variações de pH podem influenciar a distribuição de organismos nos ambientes naturais ao longo do tempo. PROENÇA e BITTENCOURT (1994) citam que valores de pH abaixo ou acima da faixa ótima (6-9) podem ter efeitos

tóxicos sobre os peixes ou adversos sobre a produtividade dos viveiros. HUSSAR et al., (2005) analisando amostras de água afluyente e efluente provenientes de tanques de pisciculturas, encontraram valores de pH nas amostras afluentes inferiores aos das amostras efluentes (saída dos tanques). A jusante da piscicultura o rio Mutuca também apresenta valores baixos de pH (assim como o rio Mutuquinha), a julgar pelos resultados como um todo, não se percebe impactos do lançamento dos efluentes. Observa-se que o mesmo ocorre nas amostras em estudo para esse tipo de sistema.

Dados do Rio Mutuca mostram valores considerados baixos de pH 5,07 (SEMA, 2005). Os valores baixos de pH são resultantes das características do solo da região, que em sua maior parte são álicos, ou seja, com percentagem de saturação de alumínio superior a 50% atingindo até valores próximos a 95% (ROCHA, 2003).

A água Rio Cuiabá apresentou valores considerados bons para a criação de peixes. A redução do pH, além de aumentar a concentração de H^+ , proporciona o aumento na concentração de Al (Alumínio), pois aumenta sua constante de solubilidade na água (BASTOS, 2003). Os dados de pH nos viveiros mostram que houve uma grande produção de CO_2 por parte dos microrganismos provocando uma diminuição de pH na água. Estatisticamente não houve diferenças significativas entre os pontos 1 e 3, conforme Figura 11.

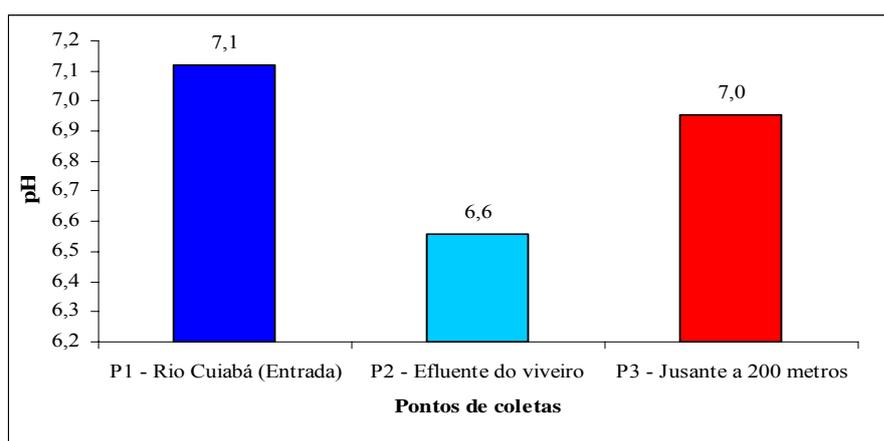


Figura 11 – Valores de pH na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

Os valores de pH no tanque de piscicultura encontram-se próximos aos limites intensos da faixa considerada ótima para a prática da piscicultura (VINÁTEA

ARANA, 1997). Valores mais elevados foram encontrados por SOUZA (1997) para viveiros de engorda, com pH entre 7,2 a 7,9 na mesma região de estudo.

FIGUEIREDO (1996), trabalhando no rio Cuiabá desde sua cabeceira até a região de Porto Cercado entre os anos de 1995 e 1996, verificou pouca variação temporal nos valores de pH, que se mantiveram na faixa de neutralidade. LIMA (2001), avaliando uma série temporal de coletas a cada 16 dias entre os anos de 1998 e 2000 no rio Cuiabá nas estações amostrais de Passagem da Conceição e outra bem à jusante (Ponte Juscelino Kubitschek), evidenciou também valores médios dentro da faixa próxima à neutralidade. Esta faixa de pH foi ainda observada por MISSAWA (2000), SILVA - NETO (2001) e LIMA (2004), em trechos urbanos do mesmo rio.

5.3.2 Alcalinidade Total

Na Figura 12 apresentam-se os dados de alcalinidade registrados na Piscicultura B, e no rio Mutuca, os quais, em geral, apresentam uma correspondência com os resultados de pH. Comparando os pontos de montante (P2) e jusante (P5) os testes revelam diferenças estatisticamente significativas ($\rho < 0,05$).

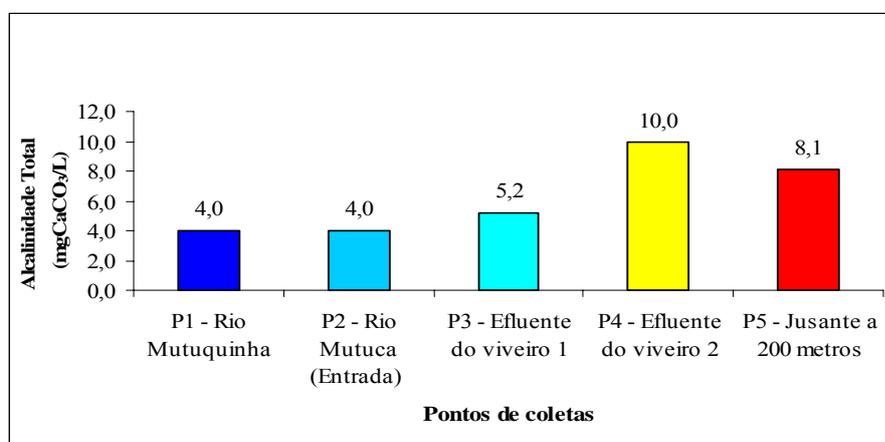


Figura 12 – Valores médios de alcalinidade na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

A água do rio Mutuca (P2) que abastece os viveiros apresentou uma alcalinidade baixa para a produção de peixes. Água, com baixa alcalinidade possui baixo efeito tampão e, conseqüentemente estão sujeitas à flutuação de pH (principalmente no período chuvoso). Chama a atenção a grande diferença verificada entre a alcalinidade nos efluentes dos dois viveiros, mas há que se registrar os longos desvios-padrão em todos os pontos de coleta.

Entretanto, em estudo realizado pela FEMA (1997), o rio Cuiabá e o Bento Gomes foram os que apresentaram os maiores valores de alcalinidade, dos 9 rios monitorados entre 1995 e 1996 na Bacia do Alto Paraguai.

Segundo OLIVEIRA et al., (1995) a alcalinidade ideal nos sistemas produtivos está entre 20,0 e 300,0 mg/L; valores que não foram verificados na água bruta do rio Mutuca que abastece a piscicultura.

Foram realizadas duas correções de pH da água, utilizando cerca, de 113,15 g.m² de calcário (CaCO₃), mas a julgar pelos dados dos efluentes isto parece não ter sido suficiente, em destaque para o viveiro1. TOLEDO et al., (2003) fez a preparação de viveiros em Alta Floresta/MT utilizando a quantidade de 100 g.m² de calcário (CaCO₃) e a cada 10 dias foram aplicados 10% de calcário para manter o pH.

No Rio Mutuca à jusante do ponto de lançamento, a alcalinidade é bem superior (diferença estatisticamente significativa) à de montante da piscicultura, mas fica difícil acreditar isto a efeitos (benéficos no caso) dos efluentes. De toda maneira, assim como para o pH, efeitos prejudiciais parecem não haver.

No Rio Cuiabá, os valores de alcalinidade apresentam-se bem mais favoráveis a prática da piscicultura e, a elevação no efluente é esperada devida à atividade fotossintética presente nos viveiros (Figura 13).

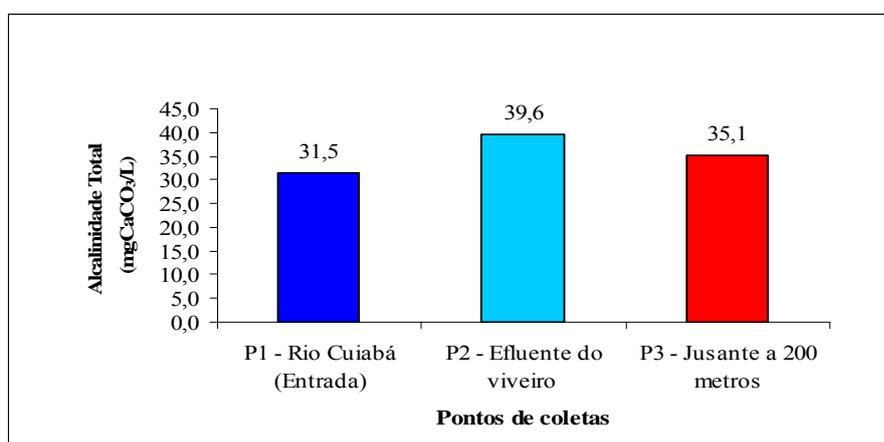


Figura 13 - Valores médios de alcalinidade na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

Observa-se que os resultados no Rio Cuiabá estão entre os valores encontrados por LIMA (2001), entre 5,9 e 76,0 mgCaCO₃/L na Passagem da Conceição no período chuvoso.

5.3.3 Turbidez

A Figura 14 mostra os valores médios de turbidez na Piscicultura B e nos Rios Mutuca e Mutuquinha. Em geral todos os pontos amostrados revelaram baixos teores de turbidez.

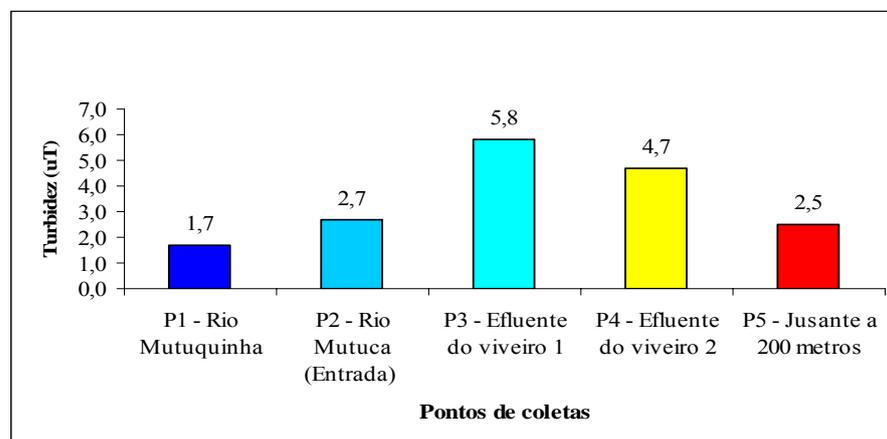


Figura 14 - Valores médios de alcalinidade na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

A elevação da turbidez nos viveiros é condizente com a precipitação de plâncton neste ambiente, mas os valores em si são baixos e sugerem baixa produtividade, Figura 15.



Figura 15 - Turbidez da água na Piscicultura B (Viveiro 1) no período de seca (setembro de 2003).

O Rio Cuiabá apresenta turbidez bem mais elevada que o Rio Mutuca, assim como o efluente do viveiro da piscicultura C em relação à Piscicultura B (Figura 16).

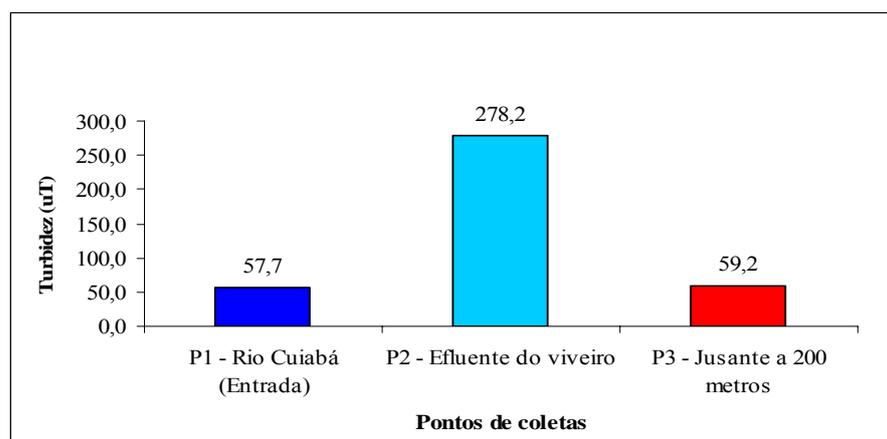


Figura 16 - Valores médios de turbidez na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

Neste caso a grande elevação de turbidez no viveiro de peixes sugere uma elevada produtividade primária. Entretanto, os valores de pH, alcalinidade, sugerem grandes quantidades de material em suspensão na água. Salienta-se que não há evidências de impactos na qualidade da água do rio Cuiabá à jusante do ponto de lançamento do efluente.

Por outro lado, altos valores de turbidez limitam a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio no meio aquático, sendo que há sugestões neste sentido observadas no viveiro.

LIMA (2004) obteve valores medianos de turbidez para o rio Cuiabá (Passagem da Conceição) dentro dos padrões da resolução vigente apresentando uma nítida diferença sazonal, com valores maiores no período de cheia (67,0 uT) e na seca (10,0 uT), porém, na mesma faixa que os dados observados.

5.3.4 Cor

Os Rios Mutuca e Mutuquinha apresentaram valores baixos de cor, tanto a montante quanto à jusante da piscicultura. O quadro sugere baixos teores de matéria orgânica vegetal em decomposição. Nos viveiros há uma elevação marcada da cor, coerente com a produtividade primária aí desenvolvida (Figura 17 – Piscicultura B).

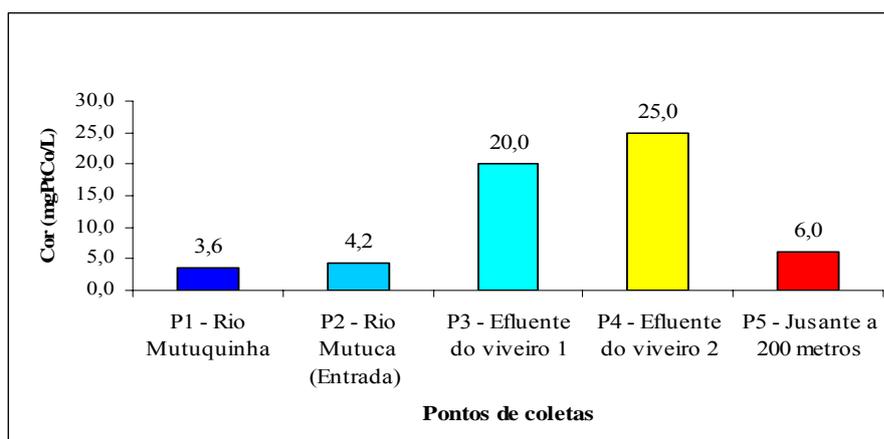


Figura 17 - Valores médios de cor na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

No entanto, os dados em si permanecem relativamente baixos e não parece impactar as águas do Rio Mutuca a jusante do ponto de lançamento.

Os teores médios de cor no Rio Cuiabá são bem mais acentuados que no Rio Mutuquinha e Mutuca, assim como o efluente do viveiro da piscicultura C em relação à Piscicultura B (Figura 18).

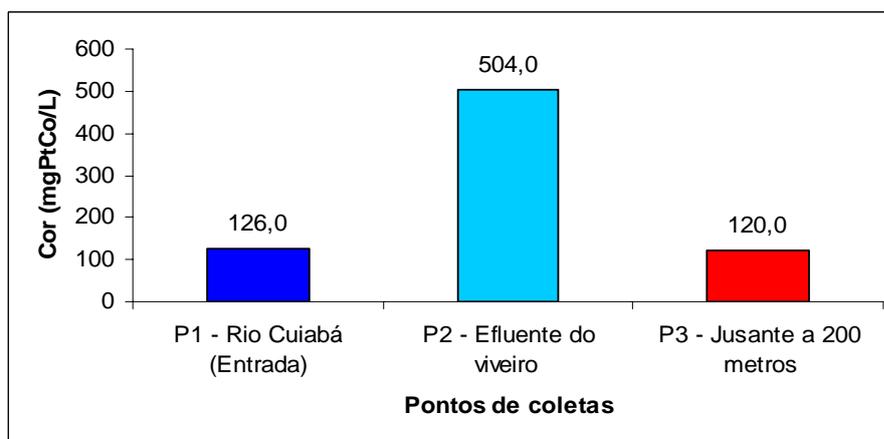


Figura 18 - Valores médios de cor na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

A cor da água deve-se as sobras de ração e excretas dos peixes que foram dissolvidas, aumentando a intensidade da cor sendo similar aos altos valores de turbidez no sistema de cultivo.

O aumento da cor e turbidez pode causar diminuição da transparência da água, influenciando na profundidade de penetração da luz na coluna d'água e interferindo nos níveis de oxigênio da água nos viveiros. Esses altos teores de cor podem também ter contribuído para níveis baixos de pH verificados nesse sistema.

LIMA (2004) destaca que no período chuvoso, os teores medianos de cor foram mais acentuados que no período de seca (30,0 mgPtCo/L) atingindo valores máximos de 300,0 mgPtCo/L, para o rio Cuiabá. Os dados observados no rio Cuiabá foram menos acentuados, embora em períodos diferentes.

5.3.5 Oxigênio Dissolvido

Na Piscicultura B (Figura 19) tanto a montante quanto à jusante do sistema os valores de OD foram similares. Os dados mostram uma pequena redução de oxigênio dissolvido evidenciando um menor consumo desse gás nos viveiros.

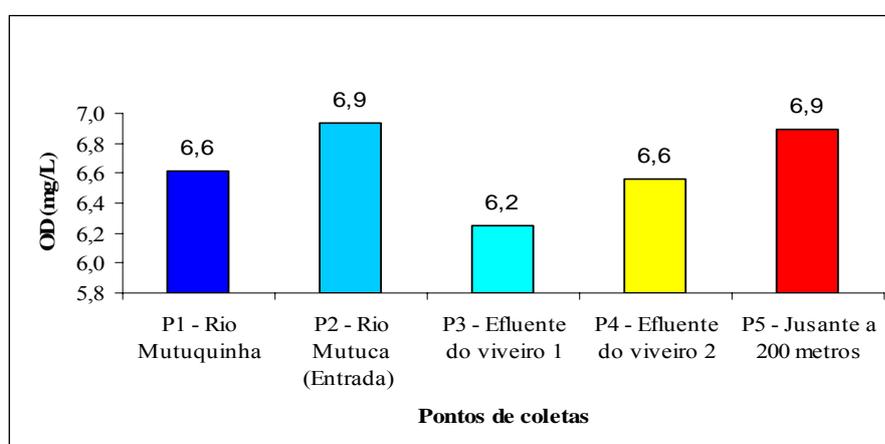


Figura 19 - Valores médios de oxigênio dissolvido na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

Os valores médios observado durante o monitoramento não atingiram o limite mínimo para criação de peixes de 3 mg/L (YANCEY & MENEZES, 2001).

Segundo OKUMURA (2006), baixos teores de oxigênio podem causar a diminuição ou parada do crescimento e ganho de peso; aumento nas taxas de conversão alimentar, estresse e maior suscetibilidade perante os patógenos.

Na piscicultura C (Figura 20) os resultados revelam baixos valores de OD nos viveiros, o que pode ser resultado de elevado consumo de oxigênio (decomposição da matéria orgânica) e, ou utilização da produtividade primária por impedimento da penetração de luz, sendo que esta última hipótese encontra respaldo nos valores de turbidez e cor registrada nesse sistema de cultivo.

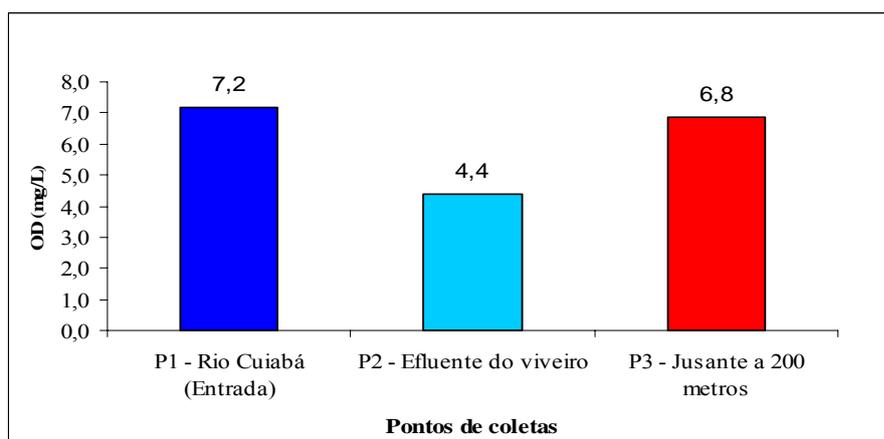


Figura 20 - Valores médios de oxigênio dissolvido na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

TOLEDO et. al., (2003) avaliando a qualidade da água do efluente gerado em Alta Floresta no Estado de Mato Grosso também encontraram valores muito baixo de oxigênio. SOUZA (1997) obteve valores de 2,6 a 3,0 mg/L, para o mesmo tipo de cultivo e manejo. Segundo CASTAGNOLLI (1992) assim como foi efetuado este trabalho, o horário ideal para controle dos níveis de OD é logo pela manhã, pois durante a noite todos os organismos do viveiro (peixes, algas, microrganismos, plâncton, etc.) consomem O_2 . Os dados não revelaram diferenças estatisticamente significativa entre o ponto 1 (montante) e o ponto 3 (jusante) dos viveiros. Portanto, esses dados mostram que o lançamento do efluente não causa impacto a jusante a ponto de provocar alterações na qualidade da água em desacordo com a Classe II (5 mg/L).

5.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Os valores de DBO (Figura 21) registrados nos Rios Mutuca e Mutuquinha sugerem baixos níveis de poluição por matéria orgânica, permanecendo, a jusante e a montante da piscicultura abaixo dos limites estabelecidos para águas de Classe II (5mg/L).

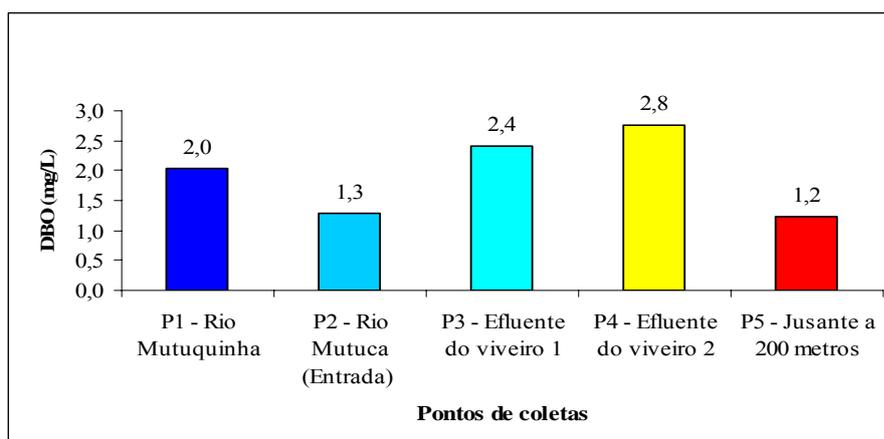


Figura 21 - Valores médios de DBO na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

Nos viveiros há uma elevação de DBO, mas não do ponto de provocar impactos a jusante do ponto de lançamento. Os valores de montante e jusante apresentam diferenças estatisticamente significativas ($\rho < 0,05$), devido o baixo valor de pH e maior produção de CO_2 , embora a concentração de DBO seja maior no ponto 2.

Segundo BOYD (1978) *apud* HUSSAR et. al., (2005), o grande problema com a qualidade do efluente produzido está relacionado com a drenagem dos viveiros no período da despesca. Em experimento realizado, o referido autor, relata que durante a drenagem do viveiro a DBO de 4,31 mg/L atingiu valor de 28,9 mg/L.

Os dados mostram que o Rio Cuiabá apresenta baixos valores de matéria orgânica (Figura 22). No viveiro (P2) a concentração de matéria orgânica é mais acentuada, porém próximas aos valores encontrados por SOUZA (1997) de 2,6 a 3,0 mg/L para um sistema intensivo na mesma região de estudo.

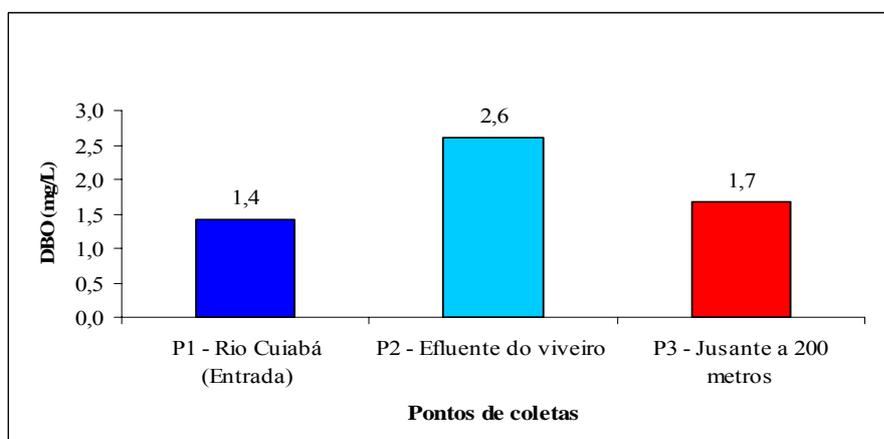


Figura 22 - Valores médios de DBO na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

O material orgânico presente nos viveiros de criação de peixes deve-se as sobras de alimentação (ração), que são ricas em proteínas e que oferecem nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das algas no processo da fotossíntese.

Em relação à Classe II, esse constituinte em nenhum momento ultrapassou o limite máximo de 5 mg/L.

Observa-se que no ponto 3 possivelmente a vazão do rio Cuiabá aliado à característica do relevo contribuem ao rio boa aeração, fazendo com que o despejo seja diluído ou depurado, não resultando em grandes aumentos na demanda bioquímica de oxigênio.

LIMA (2004) em estudo realizado no Rio Cuiabá, entre os anos de 1999 a 2004, observou valores da mediana acima de 1,0 mg/L de DBO na época de seca, atingindo concentrações de 3,0 mg/L de DBO em época de chuva. Segundo a autora, as diferenças nas concentrações de DBO, nos períodos sazonais, resultam da alta disponibilidade de oxigênio engendrado ao meio pelas corredeiras, no período de seca. No período de chuva, entretanto, registraram-se picos de variação devido ao carreamento de matéria orgânica junto com as águas da chuva para o leito do rio.

5.3.7 Sólidos Totais

Nos Rios Muquinha e Mutuca as concentrações de sólidos são consideradas baixas. Nos viveiros os valores médios foram mais elevados, mas não interferindo a jusante do sistema (Figura 23).

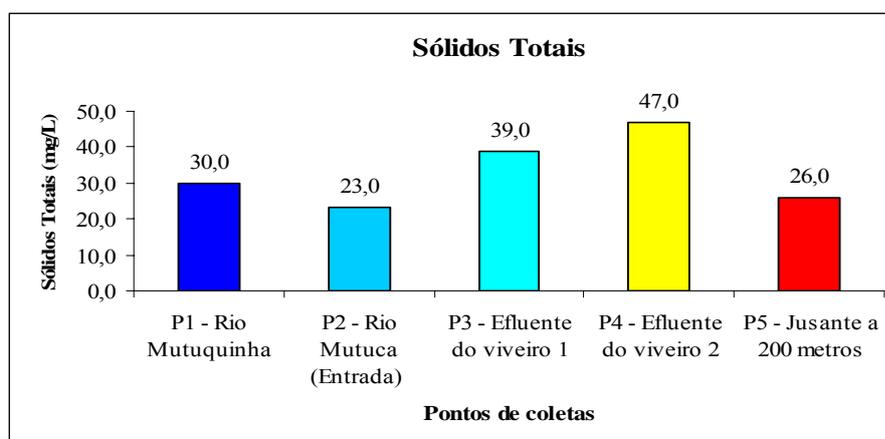


Figura 23 - Valores médios de sólidos totais na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

Os valores de montante (P2) e jusante (P5) apresentam diferenças estatisticamente significativas ($\rho < 0,05$) em função dos sólidos dissolvidos presentes nos viveiros, evidenciando que a ração introduz material suspenso na água, como mostra os dados, ainda que baixos de turbidez e cor no Rio Mutuca.

Não há critérios totalmente definidos para concentrações limites entre o que seria prejudicial ou não à vida dos peixes. No entanto, vale salientar que altas cargas de sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática devido à sedimentação no leito dos viveiros e dos rios causando a morte de organismos que fornecem alimentos a outros organismos e também danificando os leitos de desova dos peixes no ambiente natural.

A Figura 24 mostra que as concentrações médias de sólidos no Rio Cuiabá foram maiores que no Rio Mutuquinha e Mutuca, assim como o efluente do viveiro da piscicultura C em relação à Piscicultura B.

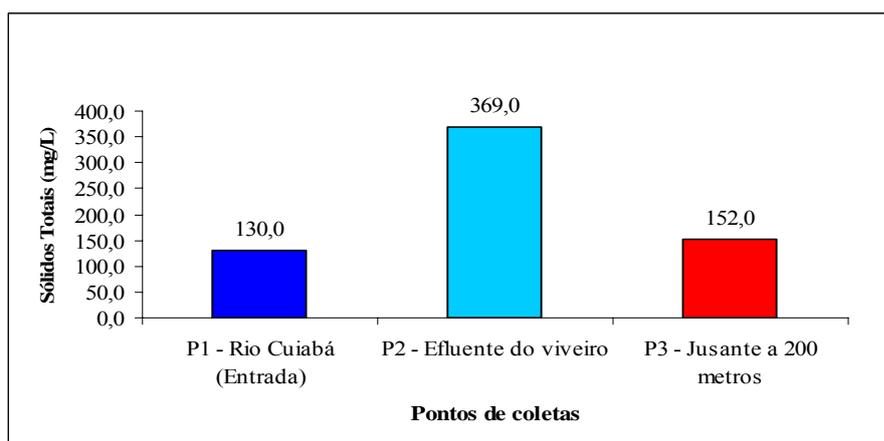


Figura 24 - Valores médios de sólidos totais na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

O ponto 2 (efluente da piscicultura) apresenta uma concentração média maior, porém o valor médio observado foi mais elevado que encontrados por SOUZA (1997) que foram de 236,0 e 242,0 mg/L para o mesmo tipo de criação de peixes. Observa-se o aumento considerável de sólidos, devido à decomposição das sobras de ração, da matéria orgânica e da contribuição dos arrastes de materiais para os viveiros. As altas concentrações de sólidos geram aumentos consideráveis na turbidez da água nos viveiros. A literatura não recomenda valores máximos permissíveis em viveiros de criação de peixes e nem para lançamento. No entanto, vale salientar que altas cargas de sólidos podem causar danos irreversíveis aos peixes

e à vida aquática devido à sedimentação no leito dos viveiros e dos rios causando a morte de organismos que fornecem alimentos a outros organismos e também danificando os leitos de desova dos peixes.

Os sólidos estão relacionados também com a precipitação, que promove um arraste de materiais, principalmente no período chuvoso, trazendo efeitos imediatos na qualidade da água. Vale salientar que não foram observadas concentrações altas de sólidos, mas ressalta-se que as cargas nas despescas segundo BORGHETTI & OSTRENSKY (1999) são geralmente altas em sólidos em suspensão e tende a ser maior quanto mais intensivo for o sistema de criação. Para a criação de peixes BOYD & TUCKER, 1998; *apud* ROTTA & QUEIROZ (2003) fixa valores para sólidos totais dissolvidos menores que 30,0 mg/L em tanques rede.

LIMA (2004) obteve valores medianos de concentrações de sólidos totais para o Rio Cuiabá na localidade de Passagem da Conceição de 13,0 mg/L no período de seca, e de 75,0 mg/L, na cheia. O aumento dessa variável ocorreu no sentido montante-jusante, em função do incremento das cargas de sólidos trazidas pelos principais tributários.

5.3.8 Nitrogênio Total Kjeldahl

As concentrações médias de nitrogênio nos Rios Mutuquinha e Mutuca foram similares aos valores á jusante da piscicultura (Figura 25). Nos viveiros os valores foram mais acentuados que a montante (P2).

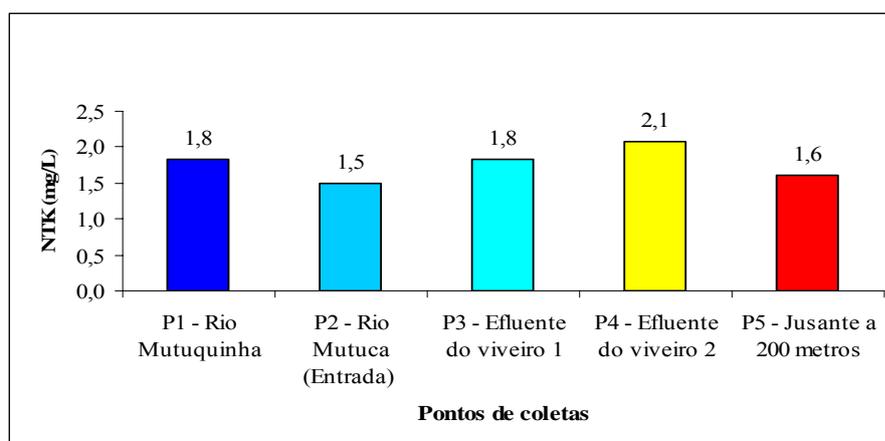


Figura 25 - Valores médios de NTK na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

O nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) é a soma do nitrogênio orgânico com o nitrogênio em forma de amônia. Pode-se considerar que para os pontos 1 e 2 os teores de nitrogênio presentes estejam associados ao processo erosivo das margens, resultado de atividades praticadas à montante da piscicultura, contribuindo para a elevação dessa concentração. E nos pontos 3 e 4 devido à alimentação dos peixes, onde diariamente são adicionados a ração, principal fonte desse nutriente aos peixes e no ponto 5 o efeito das concentrações a jusante do sistema. Os dados revelam que houve diferenças estatisticamente significativa ($\rho < 0,05$) entre os pontos de entrada (P2) e a jusante (P5) da piscicultura.

A água é a fonte de sobrevivência para os peixes. Quando essa fonte é pouco produtiva torna-se necessário a fertilização da água para elevar os índices de produtividade dos viveiros. Os principais fertilizantes são o nitrogênio, fósforo e potássio. A elevação do pH aumenta disponibilidade desses nutrientes na água (BASTOS, 2003). Observa-se nesse sistema a ocorrência de baixos valores de pH e alcalinidade, salientando pouca produção primária. Baixos teores de pH favorece a elevação das concentrações desses nutrientes, entre eles o nitrogênio.

MAIER (1978) observa que os compostos nitrogenados podem ter origens na erosão do solo, na drenagem de águas de irrigação e de terrenos pantanosos, na descarga de efluentes industriais e esgotos domésticos e na decomposição da vegetação marginal.

O Rio Cuiabá (Figura 26) apresenta valores menores de NTK em relação ao Rio Mutuca, e similares em relação aos viveiros da Piscicultura B.

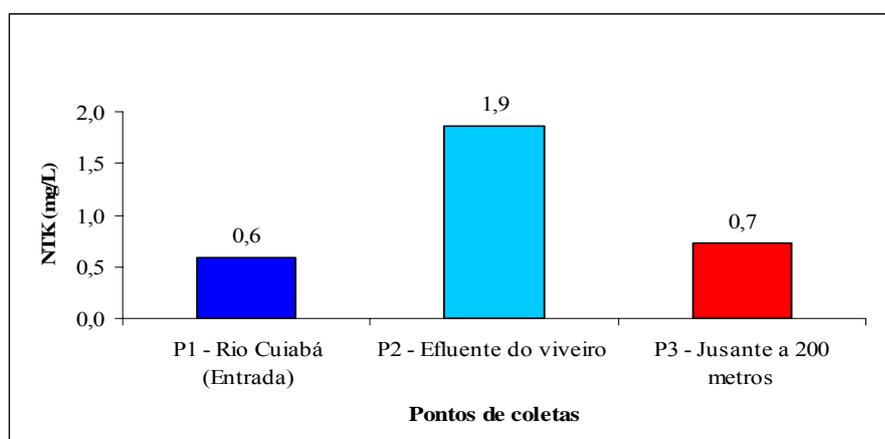


Figura 26 - Valores médios de NTK na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

A jusante (P3) da piscicultura apresenta menores concentrações, evidenciando uma diluição neste percurso da montante em relação á jusante do sistema. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os pontos de amostragem (P1 e P3) e não há indícios de impactos no corpo receptor.

O nitrogênio é um nutriente inorgânico que associado à luz solar, são considerados fatores fundamentais para o crescimento, abundância e produtividade do fitoplâncton em ecossistemas aquáticos. A decomposição aumenta o teor de concentração, enriquecendo os viveiros e possivelmente atingindo os corpos d'água.

Em estudo de qualidade da água num sistema intensivo SOUZA (1997) encontrou valores similares de nitrogênio entre 1,5 a 2,0 mg/L.

Os valores observados no Rio Cuiabá são mais acentuados que os dados de monitoramento realizado pela SEMA (2005), com média anual de 0,20 mg/L. Segundo GOLDMAN & HORNE (1983) e (LIMA, 2004) a concentração de nutrientes geralmente varia sazonalmente pela influência da hidrologia, ou por mudanças nas entradas oriundas de atividades antropogênicas, como por exemplo, a aplicação de fertilizantes em áreas cultivadas ao longo da bacia.

5.3.9 Nitrogênio Amoniacal Total

Nos Rios Mutuquinha e Mutuca os valores das concentrações de NH_3 foram maiores que no Rio Cuiabá (Figura 27). Embora o efluente dos viveiros apresentem concentrações menores que no viveiro da Piscicultura C.

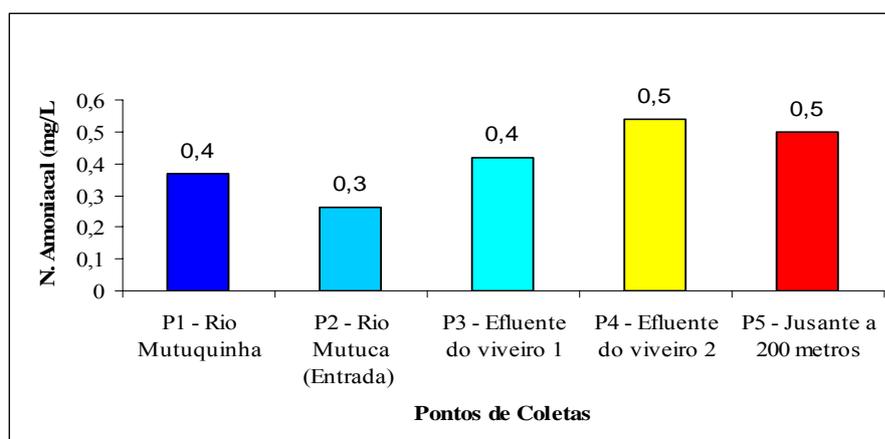


Figura 27 - Valores médios de Nitrogênio amoniacal total na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

As principais fontes de amônia nos viveiros são os excrementos dos peixes, os fertilizantes químicos e a degradação bacteriana dos compostos nitrogenados (BASTOS, 2003). A floração de algas ocorrem porque fertilizantes nitrogenados amoniacais, como sulfato de amônia, nitrato de amônia, fosfatos e uréia, contribuem para o aumento da concentração de amônia na água. Dependendo do valor do pH, a amônia, parte integrante do NTK, pode-se apresentar na forma livre NH_3 ou na forma ionizada NH_4 . Para valores de pH menores que 8, a amônia se apresenta na forma ionizada. Nesse sistema, os valores de pH sempre estiveram baixos não evidenciando concentrações prejudiciais de amônia para desenvolvimento dos peixes, ou seja, não existem condições químicas para a formação da amônia tóxica.

Vale salientar que houve diferenças estatisticamente significativas entre os pontos de entrada de água nos viveiros e a jusante da piscicultura ($\rho < 0,05$), evidenciando a ocorrência de alteração na qualidade da água entre os pontos analisados. Essa alteração ocorre possivelmente em relação à característica do corpo d'água, como quantidade e qualidade de assimilar o efluente que é lançado de forma contínua e sem nenhum tratamento. Segundo PEREIRA & MERCANTE (2005), o impacto causado no ambiente varia de acordo com o sistema de cultivo utilizado e certamente com as características do corpo d'água.

BASTOS (2003) relata que diferentes espécies de peixes, nos diversos estágios de vida apresentam tolerância variada em relação às diversas formas de nitrogênio, sendo letal uma concentração de amônia entre 0,6 – 2,0mg/L.

A criação de peixes em ambientes artificiais depende de boa qualidade da água, ou seja, sem poluentes é uma atividade que causa a degradação da qualidade da água, sendo classificadas pela agência norte-americana de proteção ambiental (EPA), como uma fonte significativa de poluição das águas (PEREIRA & MERCANTE, 2005). Observa-se que em nenhuma amostra a concentração de nitrogênio amoniacal total atingiu valores de 20 mg/L, conforme preconiza a Resolução CONAMA 357/05 para lançamento de efluentes.

Na Piscicultura C, Figura 28 a concentração média de amônia a montante e a jusante foram similares, mas não estatisticamente significativa.

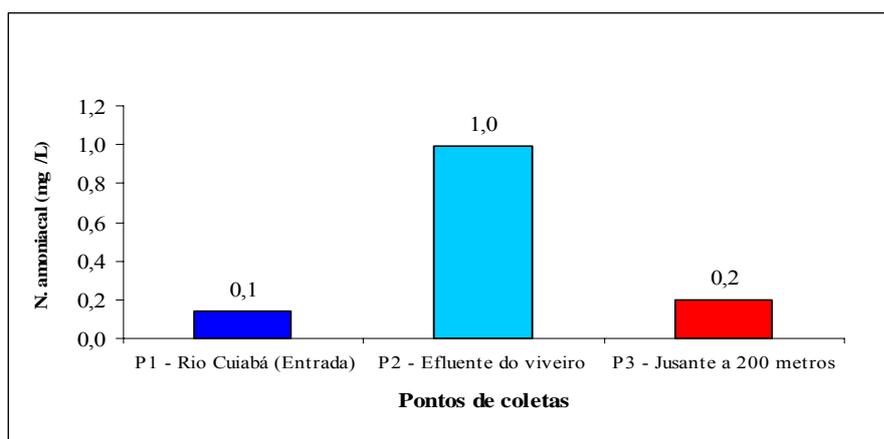


Figura 28 - Valores médios de Nitrogênio amoniacal total na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

Quando verifica o efluente do ponto 2, a concentração média de amônia está na faixa considerada letal para os peixes; e por duas vezes durante o período de coletas de amostras de água, foi constatada a morte de peixes nesse sistema, embora o pH esteja na faixa recomendada para criação de peixes. Segundo (PEREIRA & MERCANTE, 2005) na criação de peixes carnívoros, essa situação pode ser agravada pelos elevados níveis de proteína das rações. KUBITZA (1999) relata que um bom crescimento de peixes pode ser obtido quando a água do viveiro apresenta concentração de amônia não ionizada inferior a 0,05mg/L; OD superior a 5 mg/L; pH entre 6,5 e 8,5 com variação diária inferior a 2.

LIMA (2001) analisando uma série temporal de 1987 a 2000 para o Rio Cuiabá na localidade de Passagem da Conceição, obteve valores iguais de concentrações de nitrogênio amoniacal nos períodos de seca e cheia, sendo o mínimo de 0,01 mg/L e o máximo de 0,48 mg/L, e 75% das amostras ficaram abaixo de 0,04 mg/L, na seca, e de 0,06 mg/L, na cheia.

Nesse período, a autora registra que não ocorreram variações entre os períodos sazonais, em virtude desse ponto encontrar-se a montante das descargas orgânicas lançadas no rio Cuiabá, porém os valores observados evidencia lançamentos de despejos orgânicos.

5.3.10 Fósforo Total

O valor da concentração de fósforo no Rio Mutuca foi maior que no Rio Mutuquinha. Os dados revelam que ocorrem diferenças estatisticamente

significativas entre os pontos a montante e a jusante do sistema de cultivo com $\rho < 0,05$. Nos viveiros os valores médios das concentrações foram iguais (Figura 29).

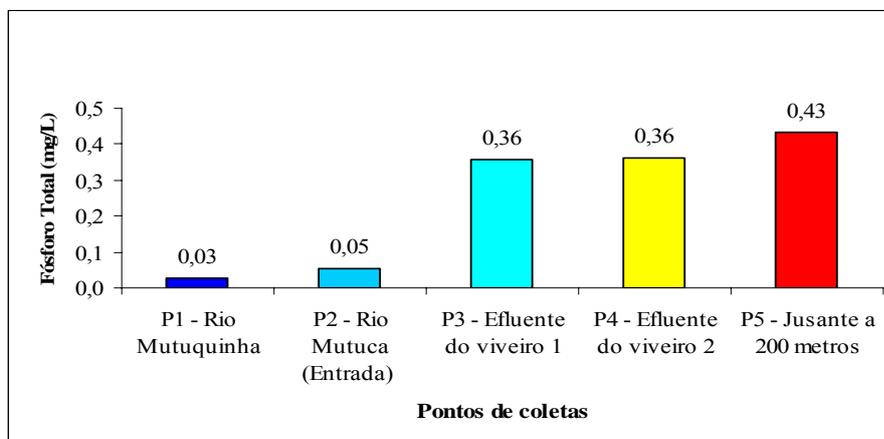


Figura 29 - Valores médios de Fósforo Total na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

Nesse sistema, a disponibilidade de nutrientes é baixa, em função do pH e alcalinidade. Baixos teores de pH favorecem a redução dos nutrientes na água como o fósforo e nitrogênio, interferindo na solubilidade dos elementos minerais e favorecendo a precipitação do alumínio (Al). À medida que a matéria orgânica é decomposta nos viveiros, o fósforo é liberado na forma mineral e assimilado por microrganismos, tanto mais intensamente quanto maior for a demanda no sistema (BASTOS, 2003).

Segundo GALLI & TORLONI (1992) os viveiros de peixes que são alimentados com rações ricas em NPK geralmente precisam de monitoramento constante da qualidade da água. Para RIBEIRO et al. (1997), o fósforo constitui fator limitante para o fitoplâncton e constitui-se um componente importante na alimentação dos peixes.

FEITOSA & FILHO (1997) consideram que valores de fósforo acima de 1,0 mg/L para águas naturais indicam águas poluídas. Os fosfatos dissolvidos na água constituem fator limitante ao desenvolvimento de algas e bactérias, sendo os principais responsáveis pela eutrofização da água. Fosfatos e polifosfatos reduzem também a tensão superficial da água, como fazem todos os detergentes, facilitando a formação de espumas na superfície da água, fenômeno que tem ocorrido ao longo do rio Cuiabá de forma bastante freqüente.

As concentrações médias de fósforo no Rio Cuiabá são maiores que no Rio Mutuca e apresenta uma melhor diluição. Porém, nos viveiros a concentração de fósforo é bem maior na piscicultura de pequeno porte, como mostra a Figura 30.

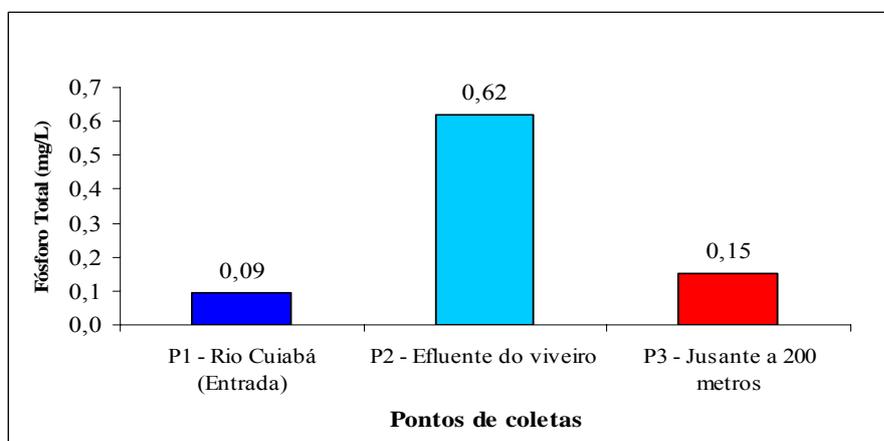


Figura 30 - Valores médios de Fósforo total na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

Comparando os pontos de montante (P1) e jusante (P3) os resultados estatísticos mostraram que ocorrem diferenças estatisticamente significativas com $\rho < 0,05$, evidenciando um tipo de impacto produzido pela alteração na qualidade da água a jusante dos viveiros.

Segundo BASTOS (2003), a disponibilidade de nutrientes é máxima quando o pH está próximo da neutralidade. Nesse sistema não foi verificado a elevação de pH em níveis acima de (8,0), evidenciando uma maior disponibilidade de nutrientes nos viveiros, entre eles, o fósforo.

Durante o monitoramento da qualidade da água no Rio Cuiabá, na Passagem da Conceição, a faixa de variação de fósforo foi de 0,05 a 0,28 mgP/L (SEMA, 2005), caracterizando as ações antrópicas causadas pelo homem.

Conforme a Figura 31 observa-se nesse sistema a presença de ração em decomposição nos taludes dos viveiros que possivelmente tem contribuído para o aumento na concentração de fósforo, principal fonte de nutriente para os peixes. Nesse sistema de cultivo de engorda de peixes não ocorre o controle da alimentação de forma adequada, ou seja, a biometria dos peixes para saber a quantidade de ração a ser fornecida e nem a frequência dos horários da alimentação. Como, o principal alimento dos peixes é a ração, que são ricas em proteínas bruta cerca de 28 e 48%, contribuindo para o enriquecimento e elevação desse nutriente na água que pode

tornar-se poluição, devido o favorecimento da proliferação de algas e o acúmulo de substrato anaeróbico, diminuindo a disponibilidade de oxigênio no ambiente aquático (COELHO, 2005).

O crescimento das algas ocorre como resultado da adição de nutrientes (nitrogênio e fósforo) nos viveiros, e a partir dos resíduos metabólicos dos peixes e do carbono inorgânico proveniente do processo de respiração dos organismos aquáticos.



Figura 31 - Verificação de ração em decomposição as 14h00min horas na Piscicultura C – P2 (efluente da piscicultura) no período de seca

SOUZA (1997) obteve resultados entre 1,9 a 2,3 mg/L para mesmo tipo de cultivo, porém em períodos diferentes de coleta. O autor pontua ainda que o esgoto da piscicultura convencional produz uma carga de poluição muito grande nos rios por causa da ração dos peixes.

A Figura 32 mostra a presença de algas no viveiro. BRANCO (1983) cita que a presença de P e N nos mananciais, em concentrações superiores a 0,01 e 0,03 mg/l respectivamente, determinam proliferações algais, as quais causam sérios problemas à utilização desses locais. Dessa forma possivelmente os efluentes gerados nas trocas de água e também na despesca podem enriquecer os corpos receptores de água com nutrientes, matéria orgânica e mineral, solúvel e suspensa (GAA, 2003).



Figura 32 - Presença de algas na Piscicultura C – P2 (efluente da piscicultura).

A baixa relação N:P parece favorecer as cianofíceas por essas terem a capacidade de fixar nitrogênio diretamente da atmosfera, fator que promove certa vantagem na competitividade em ambientes onde existe deficiência de nitrogênio (CASTELO-BRANCO, 1991; PAERL, 1995).

Os viveiros são rasos e os altos valores de turbidez e cor diminuí a transparência da água, dificultando os processos fotossintéticos e uma menor concentração de oxigênio na água. Segundo ARAÚJO et al. (2000) nos viveiros rasos, a eutrofização resulta em grande redução da diversidade de espécies de algas e aumenta a ocorrência e dominância de cyanobactérias nos viveiros.

Em estudos realizados por FILHO (2005), na mesma piscicultura foram identificadas na análise qualitativa das comunidades fitoplanctônicas 43 táxons a nível genérico distribuídos em 4 divisões, com a maior participação percentual de Chlorophyta (89,7%), seguida pelas divisões bem menos expressivas em participação: Chrysophyta (7,0%), Cyanophyta (1,8%), e Euglenophyta (1,3%). Entre os gêneros inventariados, o gênero *Chlorella* foi o mais abundante, representando 74,4% do total de indivíduos amostrados, seguida por *Volvox* e *Navícula* (no efluente da piscicultura), evidenciando um ambiente poluído por matéria orgânica em decomposição e altos teores de nutrientes, ou seja, o ambiente estava em condições eutróficas.

MATSUZAKI et al. (2004), trabalhando com a comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo não observou florações de cianofíceas no lago estudado durante o período analisado. No entanto, registrou a presença de

algumas espécies tóxicas (*Microcystis paniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e espécies de *Anabaena*).

TOLEDO et al. (2003), estudando uma piscicultura no município de Alta Floresta no Estado de Mato Grosso relata que os fertilizantes nos viveiros e o uso de rações aumentam os nutrientes dissolvidos na água, que quando liberados nos corpos d'água adjacentes, causam mudanças na dinâmica desses ecossistemas.

5.3.11 *Escherichia coli*

A Figura 33 destaca as médias obtidas nos pontos amostrais da Piscicultura B. Nos Rios Mutuquinha e Mutuca (Pontos 1 e 2) apresentaram valores bem próximos. A jusante do sistema os valores observados são maiores que nos viveiros de peixes.

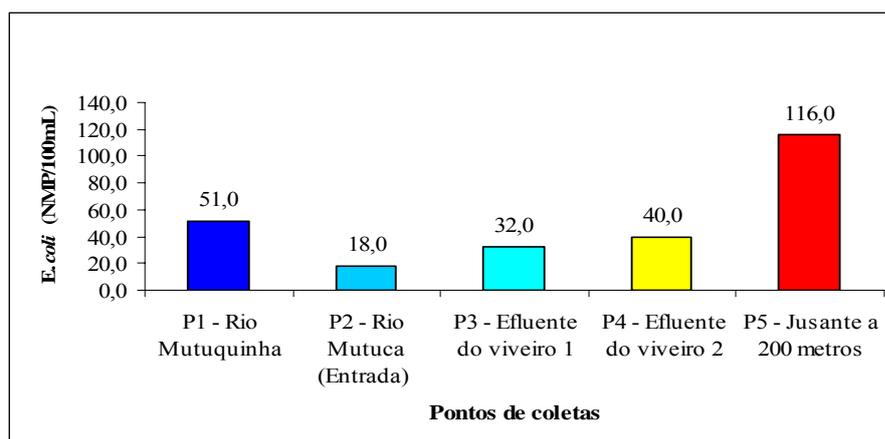


Figura 33 - Valores médios de *E. coli* na Piscicultura B e nos Rios Mutuquinha e Mutuca.

Nesse sistema ocorre diferenças estatisticamente significativas ($\rho < 0,05$), entre os pontos de montante (P2) e jusante (P5). Mesmo a variável sendo significativa, em ambos os pontos, os valores não excederam o limite padrão de 1.000 NMP/100mL estabelecido pela OMS, embora seja para irrigação irrestrita; evidenciando que a água pode ser utilizada na criação de peixes.

Recentemente foram realizados o monitoramento da qualidade da água no Rio Mutuca e os valores de *E. coli* foram bem maiores, com faixa entre 75,0 a 383,0 NMP/100mL (SEMA, 2006).

A concentração média de *E. coli* no Rio Cuiabá foram maiores que no Rio Mutuquinha e Mutuca. Porém, nos viveiros a concentração foi maior que nos viveiros da piscicultura B (Figura 34).

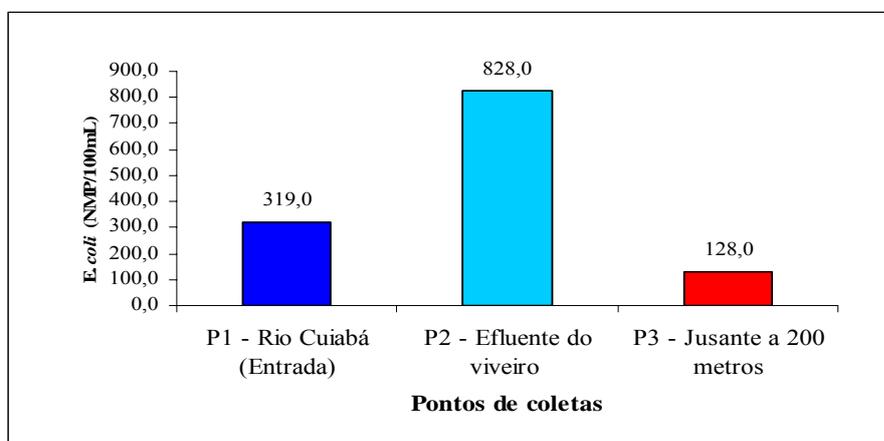


Figura 34 - Valores médios de Fósforo total na Piscicultura C e no Rio Cuiabá.

Observa-se o aumento no ponto 2, evidenciando claramente uma contribuição preponderante de alguma contribuição de esgotos na região, que são carreados no período de chuva para dentro dos viveiros. Porém, os valores não ultrapassaram o limite 10^3 CF/100mL, que preconiza a Organização Mundial de Saúde. Em estudo da qualidade da água de uma piscicultura localizada no município de V. Grande, SOUZA (1997) encontrou valores entre 2.000 e 2.100 NMP/100mL.

LIMA (2001) avaliando a evolução desta variável em uma série temporal entre os anos de 1987 e 2000, diagnosticou uma curva crescente no aumento de coliformes fecais para o trecho do rio Cuiabá conhecida como Passagem da Conceição (Próximo a esta piscicultura) indicando um processo de poluição aguda do rio Cuiabá no trecho urbano, podendo ocasionar sérias implicações na saúde pública.

A autora, em estudo recente aponta a continuidade desse acréscimo de forma contínua nos índices destes bioindicadores de contaminação, mesmo após a regularização da vazão proporcionada pela represa de Manso, o que resultou no aumento do volume de água no período de seca. Porém, não houve melhoria na qualidade sanitária da água no perímetro urbano de Cuiabá e Várzea Grande. Os valores oscilaram no período de seca entre 200,0 e 500,0 NMP/100mL e no período de chuva entre 200,0 e 2.300,0 NMP/100mL (LIMA, 2004).

5.4 CARGA DE DBO E NUTRIENTES (N E P)

A crescente sobrecarga das águas superficiais, principalmente nas proximidades dos grandes centros urbanos impõe a observância de critérios ecológicos de avaliação suficientemente capazes de detectar e representar a carga poluidora e a tolerância aos seus efeitos nos ecossistemas aquáticos. Dados de monitoramento (LIMA, 2004) entre 1999 e 2004 mostra que o rio Coxipó contribui com uma carga orgânica estimada de 7.595,5 kgDBO/dia. A Figura 35 mostra uma estimativa da carga orgânica expressa em DBO e nutrientes de nitrogênio e fósforo para três pisciculturas. Ressalta-se que para a piscicultura A classificada de grande porte os dados de concentração e vazão são secundários (SILVA, 2003) e para a piscicultura B (micro empreendimento) e C (pequeno porte) são referentes ao estudo de caso.

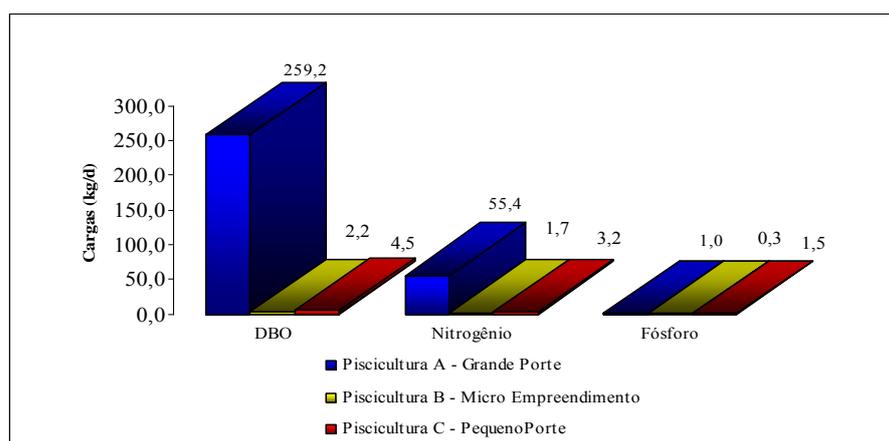


Figura 35 - Estimativa de carga orgânica de DBO e nutrientes de nitrogênio e fósforo dos sistemas A, B e C na saída do efluente das pisciculturas.

Vale salientar que os sistemas diferem no tamanho da área de lâmina d'água, profundidade média, e principalmente nas características da água de abastecimento. E são semelhantes nas espécies cultivadas, sendo que a piscicultura B cultiva o tambacu (peixe híbrido) e a piscicultura C cultiva o pintado.

Segundo BRUNE (1994) o limite para a produção na aquicultura é controlada pela qualidade da água e o impacto ambiental causado pela descarga destas águas em outros ambientes.

A carga de DBO para a piscicultura A foi de 259,2kg/dia, na Piscicultura B foi de 2,23kg/dia e no sistema C de 4,5kg/dia. Para as cargas de nutrientes (N) os valores foram de 55,41 kg/dia para a piscicultura A, 1,69kg/dia e 3,21 kg/dia,

respectivamente. A carga de (P) nos sistemas foram de 1,04kg/dia para a Piscicultura A, 0,31 para a piscicultura B e 1,5kg/dia para a piscicultura C.

Esses dados, ainda que considerados poucos mostram a importância dessas cargas serem consideradas junto ao órgão ambiental em função da quantidade dos empreendimentos instalados na bacia. Outro fator a ser considerado é o tipo de manejo, uma vez que o sistema sendo intensificado também se eleva a quantidade de cargas provenientes do sistema de forma contínua e principalmente no período da despesca, quando realiza a descarga de fundo dos viveiros.

Do ponto de vista ambiental, os empreendimentos próximos ao perímetro urbano como verificado neste trabalho tende a somar, intensificando a quantidade de cargas lançadas no rio e de seus afluentes. O rio Mutuca afluente do rio Coxipó que abastece a piscicultura B, à sua jusante têm se a captação da água que supre as necessidades de 140.657 habitantes, fato este verificado pelo LIMA (2004) entre os anos de 1999 a 2004 houve um aumento considerável de carga orgânica. O mesmo acontece com o rio Cuiabá, principal fonte de vida para os municípios, conforme LIMA (2001) houve um aumento nas concentrações de nutrientes a montante da Captação de água no Porto (RC5 – Passagem da Conceição). Uma das possíveis justificativas seriam as contribuições de cargas geradas pelas pisciculturas instaladas a montante desses sistemas de abastecimento. Segundo VINÁTEA ARANA (1999) a piscicultura como qualquer outra atividade de produção é reconhecida como impactante ambiental.

Estudo realizado por AMARAL & FIALHO (2006) em Goiânia para verificar se o Plano de Controle Ambiental (PCA) estava sendo seguido pelos piscicultores mostra que não há uma preocupação em relação à qualidade da água e 83% dos empreendimentos não fazem nenhum tipo de tratamento desses efluentes. Uns dos tipos de tratamento desses efluentes seriam: uso de lagoas de decantação, cultivo de macrófitas aquáticas, filtros biológicos e também o uso desse efluente para o cultivo agrícola.

5.5 BASES LEGAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PISCICULTURA

Atualmente, é crescente a preocupação com os impactos ambientais ocasionados por qualquer atividade, inclusive a piscicultura. GARUTTI (2003) relata que para a utilização de qualquer recurso natural é fundamental conhecer a legislação vigente do setor, evitando incorrer em infrações (os crimes ambientais), assim como contribuir para a degradação da natureza.

A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos garante os direitos e a segurança de outros usuários de recursos hídricos.

De acordo com o Código de Conduta para o Desenvolvimento Sustentável e Responsável da Piscicultura Brasileira, a construção de empreendimentos para piscicultura deve seguir as seguintes legislações pertinentes: a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas de modo a assegurar seus usos e qualidade; a Resolução CONAMA nº 237 de 19/12/1997 sobre o licenciamento ambiental e a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 sobre o Código Florestal.

A piscicultura é uma atividade multidisciplinar que envolve além do Código das Águas, o Código florestal, Código Ambiental, a política agrícola e na maioria das vezes os piscicultores estão sujeitos ainda a Legislação específica das APA's e as Leis de Crimes Ambientais. Segundo BOEGER & OSTRENSKY (2002) no Vale do Ribeira no Estado de São Paulo a lei para conceder o licenciamento é tratado com extremo rigor, como se isso redimisse todo um passado de impactos e degradação ambiental, o que não é diferente aqui no Estado de Mato Grosso. O mesmo autor enfatiza que para resolver esses entraves do licenciamento deve haver uma negociação entre todos os níveis de poder, inserindo-os no processo do desenvolvimento regional.

No Estado de Mato Grosso, a Portaria da FEMA Nº129 de 18/11/96, no Anexo II classifica as atividades de Pisciculturas de pequeno grau de poluição e degradação. Porém, isso não acontece nas pisciculturas estudadas. Verifica-se o comprometimento ainda que pequeno da qualidade da água, mas quando se olha para a degradação física percebe-se o tamanho do impacto ambiental, tendo em vista que

é proibido pela legislação federal e estadual o barramento dos cursos d'água, retirada da mata ciliar e a construção de empreendimentos em área de preservação permanente.

O represamento da água provoca grandes modificações na velocidade, profundidade e composição físico-química na água dos rios, alterações essas que afetam a fauna e a flora aquática e semi-aquática de determinada região.

O barramento é proibido pelo Código Ambiental do Estado de Mato Grosso, Capítulo V, Seção III, Art. 59, Parágrafo único e também o Art. 61, sobre o desmatamento ou alterações da cobertura vegetal em área de preservação permanente, sem a competente licença, constituindo em infração, ficando o proprietário do imóvel obrigado a recuperar o ambiente degradado, de acordo com as exigências do órgão ambiental.

A Lei Nº 8.464 de 04 de abril de 2006, dispõe define e disciplina a piscicultura no Estado de Mato Grosso no Capítulo II, no Art. 3º deixa dúvidas quanto à classificação referente ao tamanho dos empreendimentos. Para GARUTTI (2003) as técnicas de cultivos não são muito conhecidas e poucos sabem distinguir um viveiro de cultivo de um depósito de água. O autor salienta ainda que embora afirme serem piscicultores, o que elas em sua maioria desenvolvem é uma criação extensiva de peixes, utilizando o corpo de água e não exercendo nenhum controle sobre o meio.

Para minimizar esse conflito quanto à classificação referente à área de lâmina de água, seria importante considerar as técnicas de manejo empregadas no cultivo, enfatizando quanto aos tipos de sistemas: extensivo, intensivo, semi-intensivo e super intensivo. Além disso, informando inclusive o tipo da construção dos tanques e viveiros. Essa informação torna-se valiosa, em função do uso dos recursos hídricos naturais. Uma forma de esclarecer a realidade local seria a retomada do cadastramento dos piscicultores pelo órgão ambiental e a realização de seminários para informar e discutir melhor a legislação vigente, inclusive propondo melhorias.

Os piscicultores, através da Lei da Pesca N.º 7.881, de 30 de dezembro de 2002, Capítulo IX, das disposições finais, Art. 32, sobre os responsáveis pela derivação, represamento ou na modificação de cursos d'água, quando autorizados caberão a obrigação de adotar medidas de restauração do equilíbrio, de conformidade

com órgãos competentes, através de projetos aprovados. Neste artigo, fica claro o grave problema enfrentado pelo órgão licenciador devido o empreendedor primeiro construir e depois licenciar, tornando-se uma situação difícil de solucionar por parte desse órgão.

Atualmente o Estado de Mato Grosso tem uma legislação específica, o Decreto 8.149 de 27 de setembro de 2006, que regulamenta a atividade de piscicultura. Esse decreto tem como objetivo disciplinar a localização, instalação, ampliação ou a operação de empreendimentos e atividades que utilizam de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou ainda aquelas que, sob qualquer forma possam causar degradação ambiental. No Capítulo I, inciso 1º, os micros empreendimentos de pisciculturas ficam dispensados de obtenção de licenciamento desde que atendam os requisitos básicos. Entre esses requisitos destaca-se:

I - A área de lâmina d'água de até 1 (uma) hectare ou tanques redes com volume inferior a 160m³ (cento e sessenta metros cúbicos);

II - Inexistência de dano à área de preservação permanente;

III - Apresentação de projeto executivo instruído com termo de responsabilidade assinado pelo titular do empreendimento e Anotação de Responsabilidade Técnica ou equivalente do profissional responsável;

IV - Apresentação do requerimento da Licença Ambiental Única do empreendimento do imóvel onde se localiza o parque ou área aquícola.

No capítulo I, na Seção V, da supressão de vegetação em áreas de preservação permanente, no Artigo 12 a SEMA poderá autorizar, em qualquer ecossistema, a intervenção ou supressão de vegetação, eventual e de baixo impacto, em área de preservação permanente, visando à implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que asseguradas:

I - A estabilidade das encostas e margens dos cursos d'água;

II - A regeneração e a manutenção de vegetação nativa;

III - A intervenção em área restrita a 5% (cinco por cento), no máximo, da área de preservação permanente localizada na posse ou propriedade;

IV - A comprovação, mediante estudo técnico, da inexistência de alternativa técnica e locacional à intervenção proposta.

Observa-se através desse parágrafo que a Legislação Estadual é menos restritiva que a Legislação Federal, ocorrendo um conflito de competência na regulamentação da atividade. A legislação estadual não deve ser menos restritiva que a legislação federal, mas sim visar o mesmo sentido, desenvolvimento com sustentabilidade ambiental. Nesse impasse, ocorre à intervenção do Ministério Público de Mato grossense que vem impedindo a autorização de licenciamento para os piscicultores.

Outro fator relevante é a não junção da Bacia Hidrográfica, como o rio Cuiabá é um rio da União cabe os dois estados definirem metas em conjunto, tendo em vista que o que se faz aqui em Mato Grosso reflete em Mato Grosso do Sul. A legislação ambiental estadual de Mato Grosso do Sul (Lei Nº 1.653, de 10 de janeiro de 1996, artigo 15, alínea V) sugere a possibilidade da piscicultura gerar efluentes poluentes nos cursos naturais de água.

Dentre os sistemas, os de altos fluxos de água ou race-ways e os tanques redes, respondem pelo alto grau de preocupação que se tem com os efluentes na piscicultura, além dos riscos de introdução de doenças e espécies exóticas, pois o sistema tem contato direto com o ambiente e peixes nativos (ROTTA, 2003). O cultivo de peixes em viveiros também possui a mesma característica, visto que o efluente do cultivo carrega todos os organismos patogênicos, se presentes, podem contaminar o curso d'água.

Segundo ROTTA (2003) no Estado de Mato Grosso do Sul é proibida a criação de espécies exóticas, híbridas e alóctones. Entretanto, em parte da bacia da BAP, que pertence ao Estado de Mato Grosso, ocorre o cultivo da espécie híbrida de tambacu que vem sendo realizada á vários anos, fomentada inclusive, pelos próprios órgãos governamentais. O autor relata ainda que essa discrepância leva a uma situação absurda e de difícil solução, pois as políticas devem ser realizadas de forma igual em toda a bacia hidrográfica para serem eficientes e devem anteceder a introdução da espécie em questão. O autor justifica ainda, que não há uma metodologia científica conhecida para se avaliar, antecipadamente, o impacto da introdução de espécies exóticas e uma vez introduzidas, não é mais possível removê-

las. NASCIMENTO et al., (2001) cita como um importante evento a introdução do tucunaré, peixe da bacia Amazônica que conseguiu colonizar algumas regiões do Pantanal, sendo como um exemplo negativo da piscicultura.

Segundo o pesquisador da EMPAER Engenheiro de Pesca Enock Alves dos Santos, uma das exigências do CONSEMA seria de que todos os projetos para a criação do tambacu sejam elaborados por técnicos credenciados pelo Conselho Regional de Engenharia (CREA). Analisando melhor, supõe-se que seja a construção física da unidade de produção, as etapas do processo produtivo e o sistema de tratamento dos efluentes gerados (SILVA, 2006).

A Baixada Cuiabana concentra 50% dos projetos, mas responde por 6,8 mil t, ou 40% da produção. Segundo o diretor de Pesquisa da EMPAER, Antonimar Marinho dos Santos, 80% dos peixes criados em cativeiros em Mato Grosso são da espécie tambacu (MACIEL, 2005). O tambacu é uma espécie considerada híbrida, oriunda do cruzamento do pacu macho, que é da bacia do Prata e do tambaqui fêmea, nativo da bacia Amazônica.

A criação do tambacu em cativeiro não foi regulamentada em Mato Grosso. Pesquisadores relatam que possivelmente a criação pode representar uma ameaça ao equilíbrio do ecossistema aquático. Portanto, estudos para verificar quais impactos a criação do tambacu pode causar devem ser realizados para que a sua liberação ou não ocorra, de forma a não comprometer o ambiente (SILVA, 2006). O Artigo 37 da Lei nº 7.881/2002 foi alterado pela Lei nº 8.282 de 30 de dezembro de 2004 autorizando a criação de peixes híbridos, cabendo ao CONSEMA e SEMA estabelecer a sua regulamentação em relação à forma de criação, reprodução e engorda. Observa-se ainda que são vedadas a reprodução, criação e engorda de espécies não originárias da bacia hidrográfica de cultivo.

6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

O estudo quantitativo das pisciculturas mostra que elas estão distribuídas ao longo do Rio Cuiabá e concentradas principalmente nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Os sistemas de pisciculturas baseiam-se na criação intensiva, com renovação de água nos viveiros, máxima produção por área e uso de ração extrusada. Observa-se ainda que a maioria dos empreendimentos de cultivos são formados por pequenos produtores, estes empreendimentos formados de pequena área de lâmina d'água.

A piscicultura B (micro empreendimento) abastecida pela água do rio Mutuca (P2) apresentou pH e alcalinidade baixa para a produção de peixes. Os valores baixos dessas variáveis na água, principal fonte de alimento dos viveiros, possivelmente podem estar relacionados a alguns indicadores verificados nesta piscicultura como a produtividade primária e densidade de estocagem. Vale salientar que nesse sistema o baixo teor de pH pode estar associado a baixas densidades das comunidades fito e zooplanctônicas, afetando diretamente o crescimento e desenvolvimento dos peixes nos viveiros.

Nesse sistema, houve diferenças estatisticamente significativa entre os pontos de montante (P2) e jusante (P5) dos viveiros para os níveis de alcalinidade, DBO, ST, NTK, N. amoniacal, fósforo e *E. coli*.

Na piscicultura C classificada como pequeno porte, as características da qualidade da água do rio Cuiabá são bem diferentes da água do rio Mutuca. Em

relação à criação de peixes, os dados mostraram-se dentro das recomendações citadas por diversos autores; mas em relação ao efluente gerado, nesse sistema ocorrem alterações que possivelmente comprometem o ambiente aquático em relação à quantidade de concentrações de fósforo. Na comparação dos pontos de montante (P1) e jusante (P3), os resultados revelaram que ocorre diferenças estatisticamente significativas entre os pontos. Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e a sua economia em uma massa d'água, é de importância fundamental no controle ecológico das algas.

Nesse sentido o fósforo é o principal elemento para se medir a capacidade suporte do corpo d'água, de eutrofização, de produtividade e danos ambientais. Observa-se que mesmo não ocorrendo diferenças estatisticamente significativas nos pontos de montante e jusante, quanto às outras variáveis, deve-se ter o cuidado no manejo do sistema, pois elas estão inter-relacionadas com o meio aquático. Na alteração de uma pode acarretar na morte até mesmo total dos peixes nos viveiros devido à sensibilidade quanto às variações bruscas, principalmente de pH e oxigênio dissolvido na água.

As cargas de DBO, nitrogênio e fósforo devem ser consideradas como fontes de contribuição de poluição nos corpos d'água, principalmente devido a restrição da legislação do CONAMA 357/2005, principalmente em relação a demanda bioquímica de oxigênio e fósforo, levando em consideração, principalmente a capacidade de suporte de determinada região.

Os principais impactos observados foram: Ocorrências de produção e comercialização de espécies alóctones e exóticas, principalmente da bacia Amazônica; barramento de curso d'água para fins de piscicultura; retirada da mata ciliar e o comprometimento da qualidade da água do efluente no corpo receptor.

Recomenda-se:

- Elaboração de um Plano de Controle Ambiental para o desenvolvimento planejado das atividades de pisciculturas;
- Retomar o cadastramento dos piscicultores de forma mais detalhado com o uso do GPS, incluindo a profundidade média dos viveiros das pisciculturas;

- Incentivos aos micros, pequenos, médios e grandes produtores à produção das espécies nativas da bacia do rio Paraguai, como o pacu e surubins;
- Averiguar *in loco* quais impactos são causados por barramentos de curso d'água no desenvolvimento da piscicultura na Bacia do rio Cuiabá;
- Analisar por amostragem (áreas de tamanhos diferentes) a qualidade da água das pisciculturas de micro, pequeno, médio e grande porte;
- Fazer um estudo científico sobre as espécies alóctones e exóticas cultivadas e comercializadas na Bacia que são proibidas pela Lei da Pesca N.º 7.881, de 30 de dezembro de 2002, Capítulo IX, das disposições finais, Art. 37, espécies que são vedadas à reprodução, criação e engorda de espécies não originárias da região correspondente;
- Conhecer a situação das pisciculturas irregulares e buscar fazer a compensação dessa área dentro ou fora da propriedade beneficiando o meio ambiente e cumprindo o que determina a legislação. Essa proposta está descrita no Código de Conduta para o desenvolvimento sustentável e responsável da piscicultura brasileira (2004);
- Divulgar, promover e implementar a legislação específica da piscicultura no Estado de Mato Grosso.

Diante da expansão da atividade de piscicultura no Estado e principalmente nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, torna-se imprescindíveis estudos técnicos e científicos para subsidiar o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental, sem colocar em risco os recursos hídricos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R. **Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável**. Ed. Thex. Rio de Janeiro, 2006. p. 495-496.

ALVES, A. Peixe de tanque domina preferência. **Jornal Diário de Cuiabá**. Edição nº 10.887 de 07/04/2004.

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 implicações ambientais**. Ciência Animal Brasileira. Goiânia/GO, v. 7, n. 1, p. 27-36, jan./mar. 2006.

APHA - American Public Health Association, AWWA American Water Works Association, WPCF Water Pollution Control Federation. **Standard Methods, 19th**. Ed. American Health Association. Washington, D. C. 1995.

ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, I. A. S.; CHELLAPPA, N. T. **Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na Lagoa de Extremoz**. Natal, RN, Brasil. Acta Limnologica Brasiliensis, 12:127-140, 2000.

BASTOS, R. K. X. **Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura**. Rio de Janeiro/RJ: PROSAB, 267 p., 2003.

BOEGER, W. A.; OSTRENSKY, A. **Cadeia Produtiva da aqüicultura no Vale do Ribeira, SP**. Série Gestão nº 1, outubro, 13 p., 2002.

BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Pesca e Aqüicultura de Água Doce no Brasil, cap. 13, *In: Águas Doces no Brasil*. São Paulo/SP, 1999.

BOSCARDIN BORGHETTI, N. R.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no Mundo**. 128 p. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003.

BOYD, C.; WATTEN, B. **Aeration systems in aquaculture**. *Rev. Aquat. Sci.*, 1(3), p.425-472, 1989.

BOYD, C. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama, 482 p., 1990.

BRANCO, S. M. **Poluição: A morte de nossos rios**. São Paulo: ASCETESB, 1983.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, Política Nacional dos Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, 2 ed. Ver. Atual. **Diário Oficial da União**. Brasília – DF, 1997.

BRASIL - **Decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2003**. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aqüicultura. Disponível:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4895.htm>. Acesso: 20/11/06.

BRASIL - **Código de conduta para o desenvolvimento sustentável e responsável da piscicultura brasileira**. Versão preliminar. Brasília/DF, junho de 2004.

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

CAAL - **Apostila de Piscicultura.**

Disponível: <<http://www.pescar.com.br/piscicultor/apostila.htm>>. Acesso: 10/03/2007.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de Água Doce.** Jaboticabal: FUNEP, 189 p., 1992.

CASTELO-BRANCO, C. W. **A Comunidade planctônica e a qualidade da água no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil.** 341 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Brasília/DF: Universidade de Brasília; 1991.

CAVINATTO, V. Caracterização hidrográfica do Estado de Mato Grosso. Cuiabá. **Relatório Técnico:** PRODEAGRO/FEMA. 1995.

COELHO, S. R. de C. **Produção intensiva de surubins híbridos em gaiolas: estudo de caso.** 84 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005,

COLT, J.; ORWICZ, K. Modeling Production Capacity of Aquatic Culture Systems Under Freshwater Conditions. **Aquacultural Engineering** 10, 1-29, 1991.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiental. **Resolução CONAMA Nº 303 de 20 de março de 2002 que trata das áreas de preservação permanente.** Fonte: Diário Oficial da União de 13/05/2002.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiental. **Resolução Nº. 357 de 17 de março de 2005.** Definição critérios para classificação das águas, doces, salobras e salinas do território Nacional. Disponível: <www.mma.gov.br>. Acesso: 15/08/2005.

CYRINO, J. E. P.; KUBITZA F. **Piscicultura.** Ed. SEBRAE (Coleção Agro Indústria: v.8). ISBN 85-7361-006-9, Cuiabá-MT, 1996.

DIAS, E. R. de A. **Saiba quantos peixes tem na sua piscicultura ou no seu pesqueiro.** Disponível:<<http://www.abrappesq.com.br/materia7.htm>>. Acesso: 23/03/2007.

EMPAER - Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A. **Piscicultores discutem futuro da atividade em Mato Grosso.** Disponível: <http://informems.com.br/index.php?p=noticias&canal=agropecuaria&cat=2&id=8917>>. Acesso: 27/06/2005.

EMPAER - Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A. **Plano de Trabalho Anual – PTA, 2006.**

EMPAER - Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A. **Pesquisa e Desenvolvimento para Agropecuária.** Disponível: <http://www.empaer.mt.gov.br/tecnologias/exibir.asp?cod=4>>. Acesso: 02/02/2007.

ESRI – Environmental Systems Research Institute. User Manual – Help Onlne, version 3.2, Inc., 1999. Disponível: <http://www.esri>>. Acesso em: 15/11/2005.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro/RJ: ed. Interciência – FINEP, 575 p., 1988.

FAO. **Capture production 2000.** Yearbook of Fishery Statistics – v. 90/1. FAO Information Divion Rome. Italy, 2002.

FAST, A.; BOYD, C. **Water circulation, aeration and other management pratices.** In: Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Arlo Fast & James Lester (Eds.). Elsevier Science Publischers, Amsterdam. 431-456 p., 1992.

FEITOSA, F. A. C; FILHO, J. M. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações.** LABHID – UFPE, Fortaleza/CE, Editora CPRM, 1997.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Código Ambiental do Estado de Mato Grosso. **Lei Complementar nº 38 de 21 de novembro de 1995,** 46p., 1995.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. PCBAP – **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai,** v. 2. 1997.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Gestão das Águas no Estado**. Mato Grosso, 19 p., 2001.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Lei da Pesca**: Legislação. Cuiabá/MT, 2002.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Altera o artigo 37 da Lei nº 7.881, de 30 de dezembro de 2002**. Legislação FEMA-Recursos-Hídricos. Disponível: <<http://legislacao.fema.mt.gov.br/aplicativos/fema/fema-leg.nsf/07fa81bed2760c6b84256710004d3940/c6faa28b5a708a4403256f9700663339?OpenDocument>>. Acesso: 31/12/2004.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Lei nº 7.881 de 30 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre a política e o controle da pesca no Estado de Mato Grosso. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso, 3-5p., 2002.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Portaria 129 – Anexo III**. Coletânea de Legislação Ambiental do Estado de Mato Grosso. Cuiabá/MT: FEMA, 2002.

FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Workshop de Ordenamento da Piscicultura no Estado de Mato Grosso**. Diretoria de Recursos Hídricos. Coordenação de Desenvolvimento de Recursos Hídricos. Cuiabá, MT. 2003.

FIGUEIREDO, D. M. **A influência dos fatores climáticos e geológicos e da ação antrópica sobre as principais variáveis físicas e químicas do rio Cuiabá, Estado de Mato Grosso**, 95 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá – MT, 1996.

FILHO, H. R. **Algas como bioindicadoras do impacto de efluentes de viveiros de pisciculturas nos corpos receptores – Estudo de Caso – Bacia do Rio Cuiabá – MT**. 58 p. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2005.

FILHO, M. V. S. **Sensibilidade *in vitro* da acetilcolinesterase cerebral ao metilparaoxon como critério de avaliação toxicológica em peixes.** 79 p. (Tese de Doutorado em Biologia). Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

GAA - GLOBAL AQUACULTURE ALLIANCE. **Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming.** Disponível: <www.gaalliance.org/code.html>. Acesso: 15/02/2003.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. **Criação de Peixes.** Ed. Nobel, São Paulo, 119 p., 1992.

GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica.** São Paulo/SP: Editora UNESP, 276 p., 2003.

GISSUBELOVA, J. **La Pisciculture em Tchéqui a une tradition vieille de 900 ans.** 2003. Disponível : <<http://www.radio.cz/fr/article/43788>>. Acesso em 06/02/07.

GOLDMAN, C. R.; HORNE, A. J. **Limnology.** Auckland: Mc Graw-Hill. International Book Company, 602 p., 1983.

HENRY, R.; CURY, P. R. P. **Influências de parâmetros climatológicos sobre alguns fatores físicos-químicos da água na represa do Rio Pardo. (Botucatu/SP).** Ver. Brás. Biol., 41 (2): 209-306, 1981.

HUET, M. **Traité de pisciculture.** 4. ed. Bruxelles: Éditions CH. DE WYNGAERT. 718 p., 1970.

HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; JONAS, T. C.; GOMES, J. P. R. **Tratamento da água de escoamento de tanque de piscicultura através de leitos cultivados de vazão superficial: Análise da qualidade física e química.** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n.1, p. 046-059, janeiro/dezembro, 2005.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Departamento de pesca. **Criação de peixes.** Brasília-DF, 28 p. 1989.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Introdução de espécies Exóticas, já introduzidas e Estabelecidas em cultivo aquícolas**. Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros – DIFAP, Coordenadoria Geral de Recursos Pesqueiros – CGREP, Coordenadoria de Ordenamento Pesqueiros – COOPE. Brasília, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios. 2005

Disponível: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso: 31/01/2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Boletim da Estação 2504600 **Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Delegacia Federal da Agricultura – DFA/MT**, 9.º Distrito de Meteorologia, 2000.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Boletim da Estação 2504600 **Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Delegacia Federal de Agricultura - DFA/MT**, 9º Distrito de Meteorologia, 2001.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3 ed. Ver. Jundiaí: CIP – USP, 1999.

LACHI, G. B. **Qualidade da água e identificação da comunidade fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para irrigação**. 53 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal. Jaboticabal/SP, 2006.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem integrada para 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.

LIMA, E. B. N. R. Estudo Integrado para Gestão Urbana da Bacia do Rio Cuiabá (GESBAC). **Relatório de Atividades - Finep**. 169 p., Projeto de Pesquisa. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2004.

LIMA, J. B. **Impactos das atividades antrópicas sobre a comunidade macroinvertebrados bentônicos do rio Cuiabá no perímetro urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande/MT.** 146 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos/SP, 2002.

MACIEL, J. Semana Santa; acordo deve baixar preço do peixe e aumentar oferta para 500t. **Comunicação-PMC**, 04 de abril de 2006.

Disponível: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/noticias.jsp?id_noticia=2639>.

Acesso: 02/02/2007.

MACIEL, M. **Piscicultura movimenta R\$ 85 milhões no Estado.** Disponível: <http://www.crea-mt.org.br/mostrar_noticias.asp?id=8453&PaginaAtual=6>.

Acesso: 20/07/2005.

MAIER, M. H. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. **B. Inst. Pesca** 5 (2): 75-90 p., 1978.

MARDINI, C. V; SANTOS, G. O. **Criação de peixes em tanques e açudes.** 2. ed. Porto Alegre/RS: Sagra. 87 p., 1991.

MEDEIROS, F.C. **Tanque-Rede: Mais Tecnologia e Lucro na Piscicultura.** ISBN 85-902369-1-9. Cuiabá/MT, 110 p., 2002.

MENEZES, A. **Aqüicultura na Prática.** Espírito Santo: Ed. Hoper, 107 p., 2005.

MERCOESTE. **Perfil Competitivo do Estado de Mato Grosso.** Brasília/DF, 2002.

MIGLIORINI, R. B. **Hidrogeologia em Meio Urbano – Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT.** (Tese de Doutorado), Geologia, USP, São Paulo/SP, 1999.

MILONE, G. **Estatística: geral e aplicada.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, 484 p.

MIRANDA, L., AMORIM, L. **Atlas Geográfico de Mato Grosso**. Entrelinhas. Cuiabá, 40 p., 2000.

MISSAWA, N. A. **Influência das Alterações Físicas e Químicas Provocadas por Poluentes Orgânicos na Estrutura de Comunidades de Testacea (Protozoa: Rhizopoda) no Rio Cuiabá, Cuiabá – Mato Grosso**. 144 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – MT, 2000.

MOURA, R. M. **Operação ecológica de Manso**. 94p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Departamento de Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso, 2006.

NASCIMENTO, F. L.; CATELLA, A. G.; MORAES, A. S. Distribuição espacial do tucunaré *Cichla* sp. (pisces, Cichlidae), peixe Amazônico introduzido no Pantanal, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal. (**Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento, 24**), Embrapa Pantanal, 15 p., 2001.

NERY, M. **Lei 1653 de 10 de janeiro de 1996**. Define e Disciplina a Piscicultura no Estado de Mato Grosso do Sul e dá outras Providências. 9 p.

OKUMURA, M. P. M. A água onde o peixe vive. Professora do Curso de Medicina Veterinária da Uniban - São Paulo. Disponível:

<<http://www.bichoonline.com.br/artigos/Xmp0001.html>>. Acesso: 20/12/2006.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, A.; SANTOS, E. A.; SILIMON, K. Z. S. Recomendações Técnicas para o Cultivo de Peixe no Estado de Mato Grosso. EMPAER–MT. (**Documentos, 14**) EMPAER/MT, 20 p., 1995.

OLIVEIRA, C. S. **Avaliação Espaço-Temporal do Impacto da Poluição Orgânica sobre a Densidade Bacteriana no Rio Cuiabá no Perímetro Urbano, Cuiabá/MT**. 73 p. (Monografia de Especialização). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2006.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, RS, 211 p., 1998.

PÁDUA, H. B. **Águas com dureza e alcalinidade elevada**.

Disponível: < www.abrappesq.com.br >. Acesso: 12/12/2002.

PÁDUA, H. B. **Água e poluição pela aqüicultura**. 2003.

Disponível: < www.setorpesqueiro.com.br >. Acesso: 02/07/2007.

PAERL, H.W. TUCKER, C. S. **Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds**. *J. World Aquaculture Soc.* 26:109-31, 1995.

PAVANELLI, G. C. **Sanidade de peixes, rãs, crustáceos e moluscos**. In: VALENTI, W.C, Poli, C.R, PEREIRA, J.A, BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura no Brasil: Para um desenvolvimento sustentável**, CNPQ: Brasília, p. 208-209, 1998.

PEREIRA, L. P. F; MERCANTE, C. T. J. **A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão**. B. Inst. Pesca, São Paulo, 31 (1): 81-88, 2005.

PEREIRA, R. **Peixe de Nossa Terra**. São Paulo: Nobel. 129 pp. 1976.

PHILLIPS, M. J.: BEVERIDGE, M. C. M. e CLARK, R. M. **Impact of Aquaculture on Water Resources**, 1991. In: BRUNE, D. E. e TOMASSO, J. R. (Editors) **Aquaculture and water Quality, Baton Rouge, The World Aquaculture Society**, pp. 568-591, 1991. In: TIAGO, G. G.: GIANESELLA, S. M. F. **Recursos Hídricos para a Aqüicultura: Reflexões Temática**. Disponível:

<http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/>. Data: 08/02/2007.

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

RADAMBRASIL, **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 26, Folha SD. 21, Cuiabá, 1982.

RIBEIRO MAG, Kubo E, Mainardes-Pinto CSR. Efeito do adubo orgânico e das dosagens do fertilizante químico no aumento do fitoplâncton e do zooplâncton. *Bol Inst Pesca*, 24:57-64, 1997.

RIBEIRO, P. A. P.; GOMIERO, J. S. G. e LOGATO, P. V. R. **Manejo alimentar de peixes**. Disponível:

<www.nucleoestudo.ufla.br/naqua/publicacoes/boletins_tecnicos/Manejo%20alimentar%20de%20peixes98.pdf>. Acesso: 20/02/2007.

ROCHA, J. P.G. **Avaliação das ações antrópicas no meio físico a partir dos impactos sedimentológicos na Bacia do rio Coxipó**. 131 p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2003.

ROMIO, A. C. L. Qualidade das águas do rio Cuiabá no perímetro urbano de Cuiabá, no primeiro semestre de 1995. In: FERREIRA, M. S. F. D., (Org.), **Coletânea de Seminários: O rio Cuiabá como subsídio para a Educação Ambiental**. Cuiabá: EDUFMT, 162 p. 1999.

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

SAFFORD, T. G. Projeto Marca D'Água. **Relatórios Preliminares 2001**. A Bacia do Rio Cuiabá, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul. Departamento de Sociologia Rural – Cornell University, USA. Disponível:

<<http://72.14.253.104/search?q=cache:jeIgleMgbC8J:www.marcadagua.org.br/bacia11.htm+Bacia+do+rio+Cuiab%C3%A1&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=1&gl=br>>.

Acesso: 20/08/2006.

SALOMÃO, F.X.T. “**Rio Cuiabá: A Geologia e a Problemática da Erosão e do Assoreamento**”, In: Ferreira, M.S.F.D., (Org), o Rio Cuiabá como subsídio para a Educação Ambiental, cap.2, Ed. UFMT, Cuiabá-MT, 1999.

SEBRAE. **Piscultores de Mato Grosso discutem futuro da Atividade no Estado.** SEBRAE/MT, 2005. Disponível: <<http://asn.interjornal.com.br/noticia.kmf?noticia=3299335&canal=199&total=348&indice=10>>. Acesso: 24/01/2006.

SEDER – Secretaria de Estado e Desenvolvimento Rural. **Workshop debate desenvolvimento da piscicultura.** Mato Grosso, 2005.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lei Complementar n° 232 que Altera o Código Estadual do Meio Ambiente.** Dezembro, 2005.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Relatório de monitoramento: Qualidade da Água – Bacia do Rio Cuiabá, 2003 - 2004.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA; Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. SEMA; SURH, 78 p., 2005.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Relatório de balneabilidade das praias do Estado de Mato Grosso, 2005.** Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA; Superintendência de Recursos Hídricos – SURH. SEMA; SURH, 49 p., 2006.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Decreto n° 8.149, de 27 de setembro de 2006.** Regulamenta a atividade de piscicultura no Estado de Mato Grosso e dá outras providências. Disponível: <www.sema.mt.gov.br>. Acesso: 10/01/2007.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lei n° 8.464, de 04 de abril de 2006.** Dispõe, define e disciplina a piscicultura no Estado de Mato Grosso e dá outras providências. Disponível: < www.sema.mt.gov.br >. Acesso: 10/01/2007.

SEPLAN - Secretaria de Estado de Planejamento. **Diagnóstico Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso, Consolidação de Dados Secundários, Hierarquização do Espaço Regional** (Nível Compilatório). Cuiabá, 1-97 p., 1997.

SIBAC - Sistema de Monitoramento Integrado da Bacia do Rio Cuiabá, 2002, Relatório de Modelagem Integrada da Bacia do Rio Cuiabá, UFMT/PROPEP, Cuiabá – MT, 2000.

SILIMON, K. Z. S.; VARGAS, H. S. **Piscicultura: A Nova Opção do Produtor Mato-Grossense.** Cuiabá/MT: SEBRAE/MT, v. 5, 1994.

SILVA – NETO, E. V. **Índices ecológicos de comunidades de Testacea (Protozoa: Rhizopoda) no rio Cuiabá – Perímetro urbano de Rosário Oeste/MT.** 144 p. (Dissertação). Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. Cuiabá - MT, 2001.

SILVA, J. B. **Diagnóstico da Piscicultura na Bacia do Alto Paraguai.** 52 p. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Cuiabá-MT, 2004.

SILVA, N. A. **Avaliação da Qualidade da Água do Efluente de Piscicultura na Bacia do Rio Cuiabá.** 80 p. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá - MT, 2003.

SILVA, N. A. Avaliação da Qualidade da Água de Pisciculturas: Ferramentas de Análises e Impactos Associados à Atividade. **Resumo dos Trabalhos Técnicos.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande/MS, 89 p., 2005.

SILVA, N. A. **Diagnóstico e caracterização de Pisciculturas na Bacia do Rio Cuiabá e Impactos Associados à Atividade – Estudo de Caso.** 117 p. Monografia (Especialização em Saneamento Ambiental). Cuiabá - MT, 2006.

SILVA, N. J. R. **Dinâmicas de Desenvolvimento da Piscicultura e Políticas Públicas no Vale do Ribeira/SP e Alto Vale do Itajaí/SC.** 544 p. Tese (Doutorado em Aqüicultura). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Centro de Aqüicultura -CAUNESP, Jaboticabal/SP; 2005.

SILVA, V. K.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. **Qualidade da água na Piscicultura**. 20p. Disponível: <www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_94.pdf>. Acesso: 10/01/2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., GAGLIANONE, M. C. Estudo preliminar da sucessão dos parâmetros físico, químico e biológico em dois viveiros de piscicultura. **Red Aqüicultura Boletim**, v. 7, n. 1, p. 8-12, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à Piscicultura**. Boletim Técnico, nº 1, FUNEP, 72 p., 1995.

SIQUEIRA, A. D. D. **Saprolegniose: Doença fúngica em peixes**. 51 p. (Monografia). Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos. São João da Boa Vista, São Paulo, 2004.

SOUZA, V. C. **Estudo do Índice de Qualidade da Água na Piscicultura**. (Monografia de Graduação). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 1997.

SOUZA, V. L., SIPAÚBA-TAVARES, L. H., URBINATI, E. C. **Manejo alimentar e tempo de residência da água em viveiros de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Ciência Animal Brasileira 1(2): 115-121, jul./dez. 2000.

TACON, A. J. Analyse des tendances de production en aquaculture in: FAO. État de l'aquaculture dans le monde. Rome. **FAO**, 2003. p. 5-46.

TEIXEIRA, I. **Modelagem da qualidade das águas do Rio Cuiabá – MT**. (Relatório). **FEMA/PNMA**. Cuiabá/MT, 1994.

TIAGO, G. G. **Aqüicultura, Meio Ambiente e Legislação**. 2003. Disponível: <http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=13>. Acesso: 08/02/2007.

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K. F.; FARIAS, R. A.; HACON, S.; SMERMANN, W. **Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de**

viveiros da Estação de Pisciculturas de Alta Floresta-MT. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p. 13-31, 2003.

TUNDISI, José Galizia. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado.** Cienc. Cult., Oct./Dec. 2003, vol.55, no.4, p.31-33. ISSN 0009-6725.

VIEIRA, J. S.; GOMIERO, J. S. G.; DIONÍZIO, M. A. e LOGATO, P. V. R. **Aspectos gerais da Piscicultura.** 32p. Disponível:

<www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_04.pdf>. Acesso: 15/01/2006.

VINÁTEA ARANA, L. **Princípios Químicos de Qualidade da Água em Aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões.** 166 p. Florianópolis/SC: Ed. UFSC, 1997.

VINÁTEA ARANA, L. **Aqüicultura e o desenvolvimento sustentável.** Florianópolis: Editora da UFSC, 131 p., 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996. 243p. ISBN: 85-7041-114-6.

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

ZANELATO, M. **Sancionada a lei de Incentivo à Aqüicultura.** SECON, Secretaria de Comunicação Social. Disponível:

<<http://www.secom.mt.gov.br/conteudo.php?sid=13&cid=1792&parent=0>>.

Acesso: 15/12/2002.

ZEILHOFER, L. V. C. **Estrutura das Comunidades Perifíticas de Testácea (Protozoa: Rhizopoda) na avaliação do impacto orgânico no rio Cuiabá – Perímetro Urbano.** 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro/RJ, 2002.