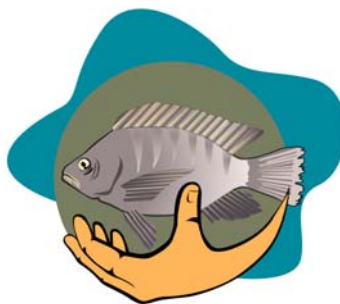




PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA  
SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA  
SUBSECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE AQUICULTURA E PESCA  
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DA AQUICULTURA



## ESTUDO TÉCNICO-CIENTÍFICO VISANDO A DELIMITAÇÃO DE PARQUES AQÜÍCOLAS NOS LAGOS DAS USINAS HIDROELÉTRICAS DE FURNAS E TRÊS MARIAS



Delimitação dos Parques  
Aqüícolas nos Reservatórios  
de Furnas e Três Marias (MG)

## RELATÓRIO DE ESTUDOS AMBIENTAIS E REGULARIZAÇÃO DO PARQUE AQÜÍCOLA SÃO FRANCISCO-2, RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS

BELO HORIZONTE  
OUTUBRO/2007



**Proponente:**

Secretária de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais  
Praça da Liberdade s/nº  
Prédio Verde esquina com rua Gonçalves Dias Bairro: Funcionários  
CEP: 30140-010 – Belo Horizonte (MG)

**Coordenadora de Gestão do Projeto:**

Dra. Magda K. Barcelos Greco  
Coordenadora do Programa de Gestão Tecnológica em Recursos Hídricos  
Secretária de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais.  
E-mail: [magda.greco@tecnologia.mg.gov.br](mailto:magda.greco@tecnologia.mg.gov.br)

**Coordenador Científico:**

Prof. Dr. Ricardo Motta Pinto-Coelho  
Departamento de Biologia Geral  
Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6627  
CEP 31210-901 - Belo Horizonte (MG)  
Telefax 031 3499 2605  
E-mail: [rmpc@icb.ufmg.br](mailto:rmpc@icb.ufmg.br)  
URL: <http://www.icb.ufmg.br/~rmpc>

**Entidade Gestora:**

Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa da UFMG – FUNDEP  
NAU – Núcleo de Apoio ao Usuário  
Av. Antônio Carlos, 6627  
Bairro São Francisco  
31270-910 Belo Horizonte (MG)  
Tel 3499 4224  
E-mail: [vangelo@fundep.ufmg.br](mailto:vangelo@fundep.ufmg.br)  
URL: <http://www.fundep.ufmg.br>  
Gerente responsável: Wagner Mendes.

**Logotipo:** O logotipo do projeto procura realçar a noção de que é possível incrementar a produção de pescado nos reservatórios do Brasil através da manipulação dos recursos pesqueiros ali existentes, buscando um uso mais racional da produção biológica desses sistemas. Os impactos se existentes serão limitados a uma escala local (mancha verde) não comprometendo a qualidade geral do sistema (fundo azul).

**Website:**

[http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/Parques\\_Aquicolas/website/index.htm](http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/Parques_Aquicolas/website/index.htm)

**RESUMO**

O documento apresenta o relatório de estudos ambientais e regularização do Parque Aquícola do São Francisco-2, situado no reservatório de Três Marias, Minas Gerais, O Parque em questão apresenta uma área de influência indireta de 22,4 km<sup>2</sup> e uma área de influência direta (AID) de 133,6 hectares. Apenas uma área aquícola foi demarcada neste parque (polígonos 6) que totaliza 14,5 hectares. As estimativas de capacidade de suporte para essas áreas permitem que sejam alocadas, em seu conjunto, um total de 5.324 gaiolas com uma produção estimada de 2.130 toneladas/ano. A seguir, são apresentadas informações sobre a qualidade da água, sobre o meio biótico com ênfase nos organismos planctônicos e nos peixes. A próxima seção do relatório traz um panorama do uso e ocupação do solo, meio sócio-econômico. Os capítulos finais analisam, em grande detalhe, a questão dos possíveis impactos causados pelo empreendimento nos meios físico, biótico e sócio-econômico bem como lista as recomendações para mitigar, anular e reverter os diferentes tipos de impactos.

## **ÍNDICE**

1.0 – Caracterização do empreendimento	7
2.0 – Diagnóstico Ambiental	38
3.0 – Análise Integrada	146
4.0 – Prognóstico Ambiental	147
5.0 – Propostas de controle, compensação de impactos	164
6.0 – Literatura	170
7.0 – Anexos	176

## **1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

O Decreto Nº 4.895 de 2003 define como Parque Aqüícola o espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, que compreende um conjunto de áreas aqüícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aqüicultura. Após uma série de estudos multidisciplinares no reservatório de Três Marias, foi possível estabelecer locais adequados para a implantação de dezesseis parques aqüícolas. Todo processo de caracterização do reservatório e seleção de áreas, bem como a localização deste Parque Aqüícola, pode ser analisado no Relatório de Identificação de Áreas Tecnicamente Adequadas para a Instalação de Parques Aqüícolas no Reservatório de Três Marias (consultar website).

Os estudos para a seleção dos parques abrangeram aspectos da limnologia, ictiologia, hidrologia, simulações do funcionamento hidrológico da represa, levantamentos sócio-econômicos, de uso e ocupação do solo, caracterização da depleção do reservatório, entre outros. O Parque em questão, denominado Parque Aqüícola São Francisco-2, está localizado na região da margem esquerda do rio São Francisco, próximo à calha central do reservatório de Três Marias, próximo a localidade de “Porto Velho”, próximo à estrada que dá acesso ao município de Morada Nova de Minas (Figuras 1 A e 1B).

### **1.1 – JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS**

De acordo com as Organizações das Nações Unidas para Agricultura e Alimento – FAO/ONU, uma definição específica de desenvolvimento sustentável aplicável para aqüicultura é: “Desenvolvimento Sustentável é o gerenciamento e a conservação dos recursos naturais juntamente com a evolução tecnológica e institucional, de forma a garantir o atendimento e contínua satisfação das necessidades humanas, tanto para a geração presente como para as futuras.

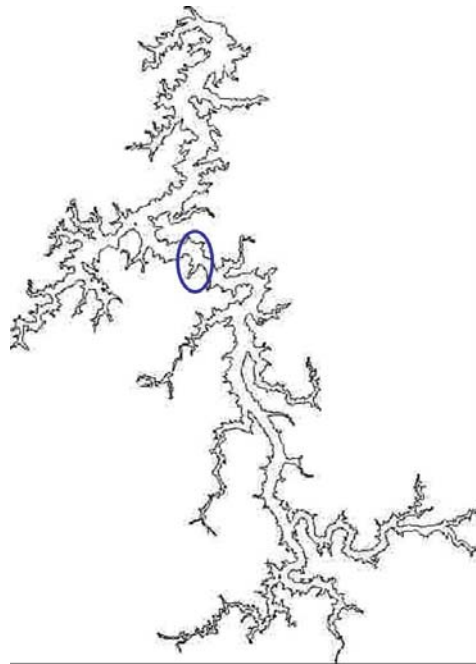
Esse tipo de desenvolvimento conserva a terra, a água, os recursos genéticos animais e vegetais, é ambientalmente não degradante, tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável” (SEAP, 2007). Nesse contexto, a Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP) vem estimulando estudos que tornem possível o desenvolvimento da produção de pescado nos grandes reservatórios brasileiros. Em Minas Gerais, os primeiros estudos integrados foram nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Furnas e Três Marias.

A implantação dos Parques Aqüícolas no reservatório de Três Marias, incluindo o Parque Aqüícola São Francisco-2, tem por objetivo principal o ordenamento das atividades de aqüicultura em sistema de tanque-rede, garantindo a sustentabilidade.

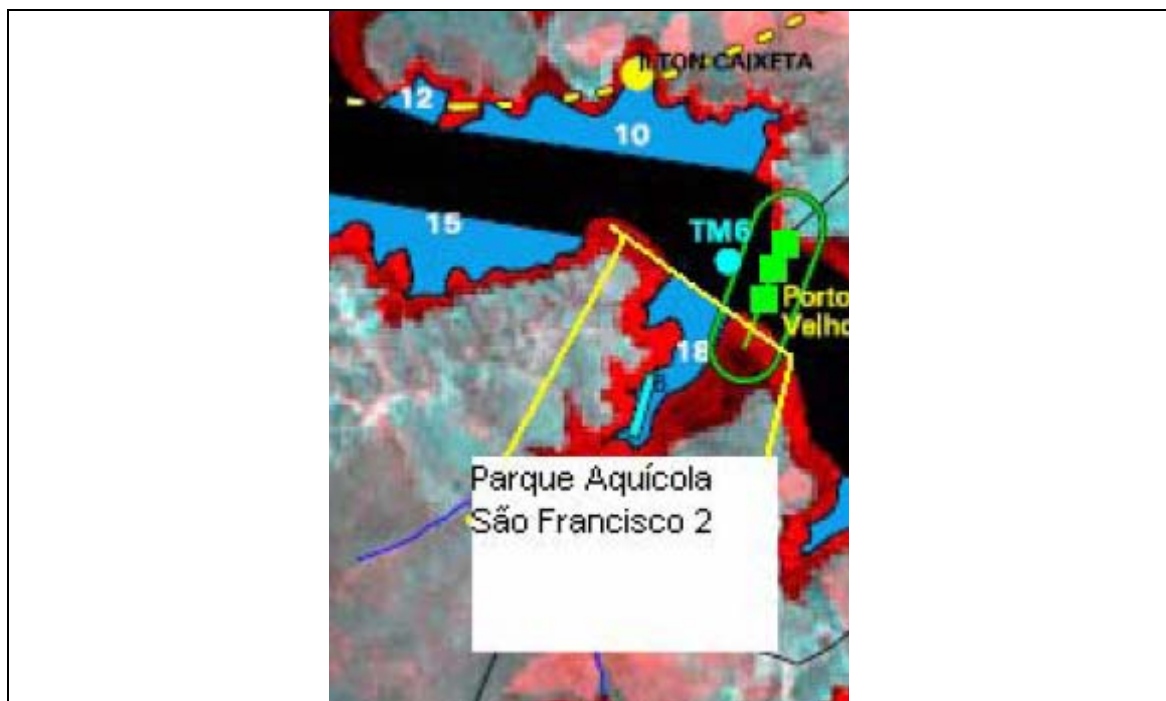
#### **ESCOLHA DA LOCALIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO PROPOSTAS PARA O PARQUE**

A escolha do local do Parque São Francisco-2 é fruto de um trabalho multidisciplinar onde foram selecionados os Parques Aqüícolas do reservatório de Três Marias, garantindo a sustentabilidade e o uso múltiplo das águas (consultar website).

O Parque Aqüícola São Francisco-2 tem área total de 136,6 hectares e um perímetro de 5,185 km (Tab. 1), sendo composto por uma área aqüícola, que perfaz um total de 77,41 ha. A carta imagem do Anexo 1 apresenta a localização da área aqüícola, limites externos do parque e as áreas de influência direta e indireta.



**Figura 1A** – Localização do Parque Aquícola São Francisco-2 no reservatório de Três Marias.



**Figura 1B** – Localização detalhada do Parque Aquícola São Francisco 2, no reservatório de Três Marias

**Tabela 1** – Áreas e perímetros dos parques aquícolas demarcados no reservatório de Três Marias.

	<b>Áreas All (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área AID (ha)</b>	<b>Perímetro (km)</b>
Indaiá -1	206,4	979,8	31,636
Indaiá – 2	17,64	165,2	7,196
Indaiá – 3	87	783,0	22,8
São Francisco - 1	230,9	979,9	45,085
São Francisco - 2	22,4	133,6	5,185

#### **ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS QUE JUSTIFICAM O EMPREENDIMENTO**

A aquicultura é uma atividade agrícola em franca expansão e apresenta grande potencial de mercado, tanto interno (Minas Gerais e Brasil), como externo. A atividade é grande geradora de empregos, ocupação e renda, além de ser uma das melhores atividades agrícolas para investimento, dada a queda observada na produção natural do pescado. Além disso, atende às peculiaridades da estrutura da fundiária mineira como: a pluriatividade das pequenas unidades rurais; o empreendedorismo dos produtores profissionais; as condições naturais do Estado de Minas Gerais como o clima, a hidrografia e a diversidade de espécies aquáticas e semi-aquáticas (Plano Setorial de Aquicultura/MG, 2006)



Em termos de benefícios diretos para as populações, a implantação dos Parques Aqüícolas abre perspectivas de geração de emprego e renda, por meio da regularização e catalisação desta atividade econômica nas regiões beneficiadas. Sua implementação possibilitará organizar a aqüicultura no reservatório de Três Marias, agregando atuais produtores a outros interessados em iniciar a atividade. A sociedade civil como um todo, incluindo também os gestores municipais, manifestam uma expectativa ampla, que é a possibilidade dos empreendimentos transformarem-se em oportunidades efetivas de desenvolvimento para a região, e retorno, de benefícios para sua população. Se as expectativas de retorno, tal como identificadas no prognóstico ambiental do presente Estudo forem concretizadas, os impactos positivos para região serão amplos e permanentes.

A produção pesqueira em tanques-rede no reservatório de Três Marias apresenta-se em expansão, entretanto carece de ordenamento para que o desenvolvimento seja sustentável. A implantação dos Parques Aqüícolas nesse reservatório representa uma importante fonte de renda regional. O público primário para a atuação nos Parques Aqüícolas é a população de baixa renda da região, composta por pescadores, pequenos aqüicultores e agricultores. Também foram identificados empresários interessados em investir na aqüicultura no reservatório de Três Marias, uma vez que esse está localizado entre dois grandes centros consumidores, Belo Horizonte e Brasília.

Na cidade de Morada Nova de Minas, região de entorno da represa, existe uma cooperativa de criadores, a COOPEIXE. Esta entidade é responsável por integrar todos os produtores da região, visando o suporte à operacionalização da Unidade de Beneficiamento de Pescado, em processo de construção, na mesma cidade. A instalação dessa usina de beneficiamento deverá alavancar definitivamente a piscicultura na região.

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO, CONFRONTANDO-AS COM A HIPÓTESE DA NÃO REALIZAÇÃO DO PROJETO**

Considerando que a aqüicultura ocorrerá aproveitando o lago formado para geração de energia elétrica, supõe-se que a melhor alternativa seja a implantação de tanques-rede. Os “currais ou cercados”, técnicas alternativas de cultivo e que podem ser alocados nas margens de reservatórios, apresentam pouca produtividade e maior volume de problemas ambientais e técnicos, quando comparados aos tanques-rede.



**Figura 1C** – Sistema de tanques-rede já em operação no reservatório de Furnas, próximo à cidade de Alfenas, MG.

Outros tipos de cultivos são realizados em tanques escavados ou em estruturas de alvenaria “race way” com alta renovação de água (em torno de 60 % a cada hora) ou em caixas de fibra de vidro, com recirculação de água. Esses tipos de cultivos apresentam produtividades inferiores às obtidas com os tanques-rede.

## **1.2 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO**

### **DELIMITAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO**

A carta imagem, apresentada no Anexo 1 na escala de 1:30.000, mostra, a planta de localização do empreendimento abrangendo a delimitação de todo o São Francisco-2, a área de aqüicultura, a cidade de Morada Nova e o Parque Aqüícola Indaiá 3 no entorno, as vias de acesso, a hidrografia e os espaços intermediários destinados para uso múltiplo. As coordenadas dos vértices do polígono que define a área de abrangência deste Parque Aqüícola são apresentadas na tabela 2.

A AID definida no âmbito deste estudo, com cerca de 133,6 ha, coincide com a área do próprio Parque Aqüícola. Esta área é constituída por todo o espaço geográfico necessário para implantação da infra-estrutura aquática e operação da Área de Produção 6 do empreendimento.

A localização precisa de cada área aqüícola no Parque Aqüícola São Francisco-2, com os respectivos vértices externos, bem como uma tabela de dados morfométricos são apresentados nas representações que seguem.

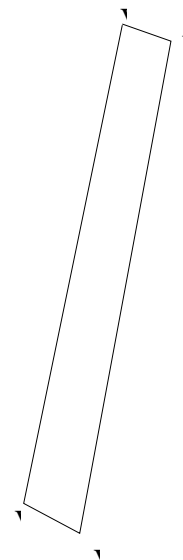
## Parque Aqüícola São Francisco 2

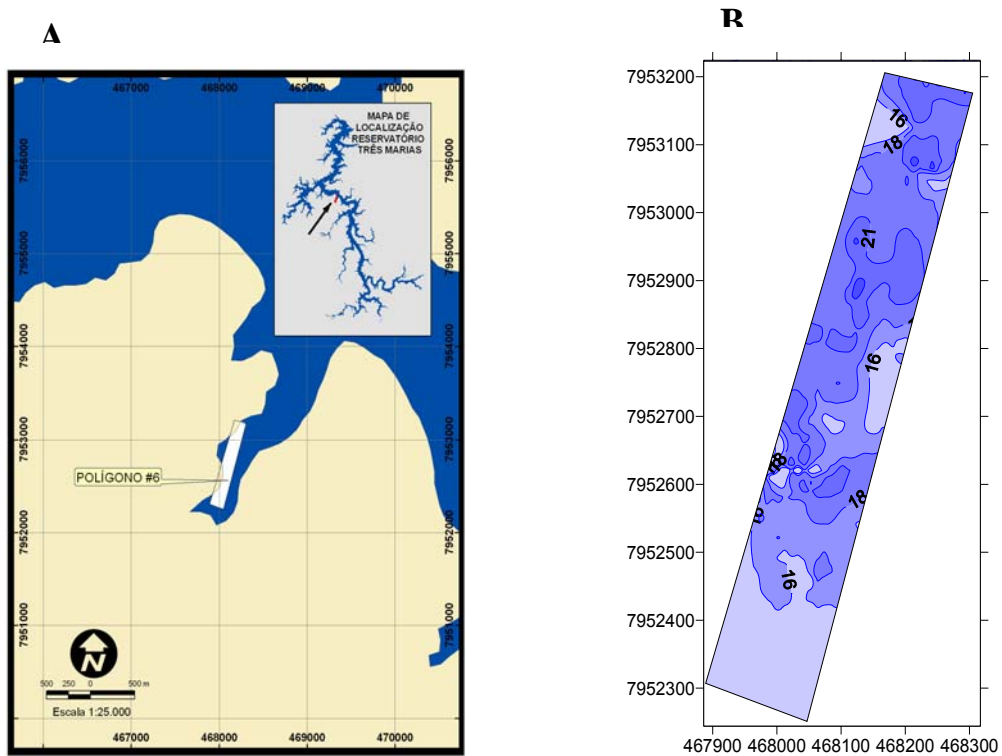
### Área Aqüícola 6 (Polígono 6)

A localização geográfica (UTM SAD 69) e erro (metros) dos vértices da Área Aqüícola 6 (polígono 6) podem ser vistos na tabela 2. Os dados foram coletados no dia 17/10/2006, para o qual a cota do reservatório encontrava-se em 567,25 metros. São apresentados os mapas de localização e batimétricos, bem como os parâmetros morfométricos básicos da Área Aqüícola 6.

**Tabela 2** – Localização geográfica dos vértices da Área Aqüícola 6.

LOCALIZAÇÃO	UTM SAD69	ERRO
Vértice 1 (V1)	X = 468206,077	± 0,425
	Y = 7953247,093	± 0,157
Vértice 2 (V2)	X = 468345,620	± 0,347
	Y = 7953217,494	± 0,158
Vértice 3 (V3)	X = 467928,240	± 0,339
	Y = 7952366,742	± 0,191
Vértice 4 (V4)	X = 468092,288	± 0,325
	Y = 7952342,298	± 0,208





**Figura 2** – Mapa de localização (A) e mapa batimétrico (metros) (B) da Área Aqüícola 6, no Parque São Francisco-2, reservatório de Três Marias (MG).

**Tabela 3** – Dados morfométricos da Área Aqüícola 6.

MORFOMETRIA	
Área	14,5 ha
Perímetro	2142 m
Comprimento máximo (m)	923 m
Largura máxima (m)	166 m
Profundidade máxima (m)	26,77 m
Profundidade média (m)	17,76 m

### 1.3 – DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS A SEREM UTILIZADAS NO CULTIVO

#### ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS ESTUDADAS, ANALISANDO OS ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS ENVOLVIDOS

O cultivo tradicional de peixes utilizando tanques escavados vem sendo aprimorado para técnicas mais produtivas e rentáveis economicamente. Tanques escavados estão dando lugar à instalação de tanques-rede e promovendo uma grande mudança no tipo de manejo passando de cultivo extensivo ou semi-intensivo para superintensivo.

**Cultivo extensivo:** Caracteriza-se pela produção de peixes principalmente aproveitando um lago já existente onde são colocados peixes e não se realiza nenhum manejo, nem mesmo alimentar. Os peixes dependem totalmente das condições ambientais e da produtividade natural, alimentando-se de vegetais e outros organismos vivos, produzidos no próprio local de cultivo. Nesse sistema, os peixes crescem menos, a estocagem deve ser muito baixa. O custo de produção é mínimo, mas o retorno pode ser menor ainda. Não é um tipo de cultivo para comercialização.

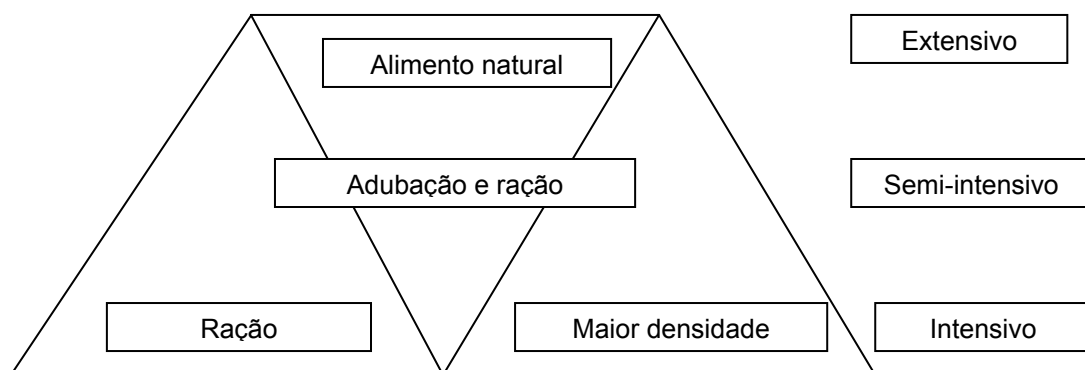
**Cultivo semi-intensivo:** Esse sistema pode também utilizar tanques escavados e a água pode receber quantidade de fertilizante para produção de alimento natural ou pode ser oferecida uma alimentação externa. Nesse tipo de cultivo estão previstos tanto o uso de fertilizantes quanto o uso de alimentos ou dietas suplementares.

**Uso de fertilizante:** A produção de organismos vivos da cadeia alimentar, que inclui algas, invertebrados e plantas, é aumentada através de fertilizações química ou orgânica e isso leva a aumentar a produção de peixes, quando comparada com o sistema extensivo. Nesse sistema, a densidade de estocagem ainda deve ser baixa e custo de produção ainda é baixo. A tendência mostra que as adubações estão sendo eliminadas devido a problemas sanitários e ambientais.

**Uso de alimentos ou dietas suplementares:** Quando a produtividade natural da água não consegue sustentar o crescimento adequado dos animais, alguns subprodutos agropecuários de baixo custo (farelo de arroz, levedura, frutas, etc.) fornecidos sozinhos ou combinados com fertilizantes, constituindo dietas complementares, são capazes de elevar a produção. O custo de produção aumenta um pouco e o retorno é um pouco maior. Talvez seja o sistema mais adequado para aqueles que têm uma produção de subsistência.

**Cultivo intensivo:** Contrastando com os métodos anteriores, a alimentação utilizada no cultivo intensivo de peixes é a ração balanceada contendo nutrientes e ingredientes variados, de forma a atender as exigências para melhorar o desenvolvimento desses animais. Nesse sistema, elevam-se os riscos, custos e manejo, também se elevam o retorno e o lucro. É um tipo de cultivo que exige ração de boa qualidade adquirida de bons fabricantes.

A importância relativa dos alimentos naturais e artificiais nos três sistemas de cultivo pode ser representada da seguinte forma:



Representação gráfica dos três sistemas de cultivo.

Outro sistema de cultivo é o superintensivo que pode ser através de *raceway* ou de tanque-rede.

**Raceway:** Conhecido como sistema de fluxo contínuo. A produção é realizada em um pequeno tanque retangular, circular ou oval. A troca de água é de fundo ocorrendo totalmente, pelo menos, umas três vezes por hora. A ração é do tipo nutricionalmente completa e deve ser fornecida várias vezes ao dia. A produtividade é elevada, os cuidados e riscos principalmente com o fornecimento de água são muito grandes.

**Tanques-rede:** Diferente de todos os outros sistemas, o cultivo intensivo de peixe em tanque-rede pode ser implantado no mar, estuário, lago, lagoa, canal de irrigação, rio, etc. Consiste em produzir pescado em um sistema de gaiola flutuante na água, na qual os peixes ficam confinados em alta densidade. Normalmente os tanques são confeccionados com redes ou telas. A livre passagem da água pelo interior dos tanques associada a uma ração de qualidade e um manejo adequado pode permitir uma produção viável de peixes (Beveridge, 1987; Colt & Montgomery, 1991). Esse tipo de cultivo iniciou-se na Ásia em meados dos anos 50 e, já na década de 60, o Japão produzia e comercializava peixes marinhos cultivados nesse sistema (Castagnolli & Torrieri-Júnior, 1979).

O potencial hídrico do território brasileiro, represado em grandes reservatórios artificiais formados para geração de energia elétrica, associado às condições climáticas, às rações completas e balanceadas para uso em piscicultura super-intensiva e aos estímulos dos governos Estadual e Federal, vem permitindo uma significativa expansão da piscicultura em tanques-rede.

A aquicultura moderna está embasada no conceito da sustentabilidade, devendo visar uma produção lucrativa em que ocorra renda e emprego, aproveitamento dos recursos naturais, preservação do meio ambiente e desenvolvimento social. Assim, para a aquicultura tornar-se economicamente viável, ela deve envolver toda a cadeia produtiva. Embora seja impossível produzir pescado sem provocar alterações ambientais, pode-se reduzir ao máximo este impacto. Não se concebe o desenvolvimento de técnicas de manejo para aumentar a produtividade sem



avaliar os impactos produzidos. Deve-se entender que a preservação ambiental é parte do processo produtivo (Valenti, 2000).

Em um cultivo de peixe em tanque-rede, o produtor precisa ter consciência que a presença de outros organismos, como plantas aquáticas e mexilhão dourado na água, pode provocar impactos econômicos e ecológicos: ecológicos, porque alteram a qualidade da água e quando morrem produzem grande quantidade de matéria orgânica e de conchas causando eutrofização da água; econômicos, porque uma vez em contato com as redes, podem proliferar e obstruir as malhas, comprometendo todo o desenvolvimento dos peixes.

Embora o cultivo de peixes em tanques-rede apresente algumas desvantagens quando comparado aos tanques escavados, tais como de danos devido ao mau tempo, fuga dos peixes em casos de ruptura de um ou mais tanques e vigilância mais difícil, as vantagens justificam o investimento. Entre estas, destacam-se custo de realização e de gestão mais baixo; qualidade de água mais constante e possibilidade de reinstalar o cultivo, se necessário. Outro fator que deve ser levado em conta é o uso de pequeno espaço para produzir uma grande quantidade de pescado.

Considerando que a proposta desse projeto de cultivo de peixes é para ser instalado no reservatório de Três Marias aproveitando o lago formado para geração de energia elétrica, é de se supor que a única alternativa viável seja a implantação de tanques-rede. Os “currais” ou “cercados” são também, outras técnicas de cultivo que podem ser colocados nas margens dos reservatórios. No entanto, apresentam pouca produtividade e maiores problemas ambientais e técnicos quando comparados ao tanque-rede.

Para que a produção seja economicamente e ambientalmente viável, o produtor deve levar em consideração as recomendações a seguir: seleção de local, estruturas, espécies; origem do peixe; qualidade e quantidade do alimento a ser

fornecido; monitoramento da qualidade da água; manutenção das estruturas e dos peixes. Estas recomendações são essenciais para o sucesso do empreendimento.

Antes de escolher o modelo e projetar a estrutura, é necessário que já tenha sido selecionado o local de instalação do tanque-rede. A seleção do local tem como critério a qualidade da água, a direção dos ventos, ondas, correntezas e a profundidade (Beveridge, 2004). Na definição do local é preciso tomar como referência dados históricos de qualidade da água e das condições externas de mau tempo e, caso não existam, conversar com os moradores lindeiros e fazer coletas de água na área de interesse e analisar.

Normalmente o objetivo é projetar um sistema fácil de manejar, resistente a intempéries, sem riscos para os empregados, que não tenha um custo elevado e que tenha um bom retorno financeiro.

As recomendações aqui descritas são para atender o cultivo de machos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). A escolha é em decorrência da disponibilidade de alevinos dessa espécie durante todo o ano no mercado, do fato de ser uma espécie com a técnica de reversão sexual já dominada, apresentando garantia de 95% e de ter boa aceitação para consumo. A tilápia, quando comparada com outras espécies de peixes, apresenta melhores resultados durante o cultivo, por ser bastante tolerante a diferentes ambientes, ter boa adaptação ao sistema superintensivo e não apresentar espinhos em “Y” na musculatura lateral, o que facilita e possibilita a industrialização e a produção de filé. Embora a tilápia seja um peixe africano e, portanto, exótico, os estudos da ictiofauna nos reservatórios de Furnas e de Três Marias mostram a presença das mesmas nesses ambientes. Levantamentos sobre a renda mensal dos pescadores nas estações amostradas no reservatório de Furnas, entre 1996 e 2000, por espécie capturada, mostram que a tilápia ocupa o segundo lugar de retorno financeiro (Santos & Formagio, 2007). Sato & Sampaio (2006), estudando as espécies da ictiofauna do reservatório de Três Marias, classificou de constantes aquelas que apareceram

em todas as coletas, acessórias as que estiveram presentes entre 45 e 30% e de espécies raras ou acidentais as que contribuíram com menos de 30%. No período de 2001 a 2005, a tilápia esteve presente em 30% das coletas sendo, portanto, considerada por esses autores, como uma espécie estabelecida no reservatório de Três Marias.

### **MÉTODOS, MATERIAIS E TECNOLOGIA A SEREM UTILIZADOS**

Os principais parâmetros a serem observados para desenhar uma estrutura que permita aos peixes crescerem com boa saúde e rapidamente são movimentos, tamanho do tanque-rede (volume e profundidade) e solidez da rede.

O tamanho do tanque-rede tem que levar em consideração a densidade de cultivo e a espécie selecionada. Por exemplo, os peixes de desova total necessitam de maiores espaços que os de desova parcelada devido em parte aos diversos hábitos ecológicos (os de desova total normalmente são bons nadadores). Se o piscicultor tem pouca experiência, é recomendável que os tanques-rede sejam pequenos, pois são mais fáceis de serem cuidados e o produtor terá oportunidade de aprender.

Inicia-se com um tanque pequeno de aproximadamente 4 m<sup>3</sup> (2 metros x 2 metros x 1,20 metros). Depois, com mais experiência pode-se instalar tanques maiores. Furnaleto *et al* (2006), testando cultivo de tilápia em tanques-rede de 6 m<sup>3</sup> e 18 m<sup>3</sup> recomendaram o cultivo em tanque de pequeno volume (6 m<sup>3</sup>) por ser economicamente viável em relação aos preços e custos de produção.

Os tanques-rede podem ter formatos variados: quadrados, redondos, retangulares, hexagonais. Em geral, as formas quadradas e retangulares beneficiam a passagem da corrente de água de maneira homogênea pela superfície lateral do tanque. Nos tanques cilíndricos, há uma tendência de desvio de parte da água que incide sobre as laterais.

A malha de contenção dos peixes pode ser flexível (multifilamento, poliéster e de nylon) ou rígida (alumínio, inox, aço e plástico). Nas duas situações a malha tem de ser revestida com PVC de alta aderência para garantir a não ocorrência de corrosão e rompimento. O tamanho das malhas deve variar em função do tamanho dos peixes em cultivo. Suficientemente, pequena para evitar as fugas e entrada de peixes indesejáveis e, ao mesmo tempo, grande o bastante para permitir o máximo de fluxo de água e impedir o acúmulo de sujeira. No mercado, existem vários tipos de tanques-rede. O que vem dando mais segurança para o cultivo é de malha (1,5 a 2,0 cm) revestida com PVC de alta aderência. Essa malha pode ser usada para a fase de engorda. Quando inicia a produção, fase na qual os peixes são menores, usa-se um tanque dentro do outro. O de malha entre 1,5 e 2,0 cm fica na parte externa e outro, semelhante a um saco, de polipropileno e de malha de 0,4 cm é colocado internamente com os peixes.

O conceito básico é que, em condições extremas, os peixes e as estruturas possam resistir. Para tanto, é importante que as redes mantenham um adequado volume e se movam de maneira apropriada e que o sistema de ancoragem mantenha os tanques no seu lugar. Os tanques-rede podem ser colocados de diversas maneiras. Suspensos individualmente e fixados ao fundo com poitas, de forma aleatória ou em linha, em áreas abertas ou protegidas. Flutuantes, fixos a ancoradouros ou uns aos outros e indo até a uma das margens por meio de cabo de aço ou cordas de nylon de 1,5 a 2,0 cm de espessura, com acesso por barco, balsa, ou passarela ligada à margem. Os cabos de aço têm a desvantagem de, em caso de rompimento de um dos fios, provocarem ferimento durante o manuseio e se tornarem mais vulneráveis a apresentarem defeitos. As cordas de nylon são mais usadas em cultivos menores ou leves. A estrutura de contenção dos peixes deve ser fixa em tubos rígidos galvanizados ou inox e sustentadas por flutuadores de PVC de alta resistência em cada vértice. As bóias ou flutuadores devem ter tamanhos compatíveis ao peso de toda a estrutura. Para atender às exigências da Marinha do Brasil, e evitar acidentes com embarcação é necessário colocar sinalização utilizando bóia de cor amarela. Para assegurar a renovação da água, as distâncias entre os tanques devem ser no mínimo de dois metros e, entre linhas ou cordas, de 10 metros.

Para diminuir as perdas de ração, é recomendável que sejam colocados comedouros na superfície superior e central dos tanques-rede. Esses comedouros devem variar de tamanho de acordo com as dimensões dos tanques e podem ser circulares, quadrados ou retangulares e confeccionados com rede ou tela de nylon mais finas de 0,3 a 0,5 cm de abertura. Para tanques-rede de aproximadamente 4 m<sup>3</sup> os comedouros podem ter de 1,0 a 1,30 metros de diâmetro e 0,70 m de altura. Nos tanques utilizados na primeira fase de crescimento, quando os peixes são alimentados com ração em pó, utiliza-se uma mangueira formando um anel com 1,3 m de diâmetro. Os comedouros devem passar por limpezas periódicas, para retirada de plantas, peixes, ração, fezes e outras substâncias que podem acumular nas malhas. Na ausência de comedouro o produtor deve ficar atento para não ocorrer desperdício de ração.

#### **DISTRIBUIÇÃO E JUSTIFICATIVA DO NÚMERO DE ESTRUTURAS DE CULTIVOS PROPOSTOS**

A distribuição das estruturas de cultivo se baseou nos dados durante a seleção do local tendo como critério a qualidade da água, a direção dos ventos, ondas, correntezas e a profundidade. A instalação e o posicionamento dos tanques-rede devem ser definidos por dois fatores principais: o acesso aos tanques, para facilitar o manejo e as atividades diárias, e a manutenção da qualidade da água no interior e próxima das mesmas.

Os tanques deverão ser distribuídos nas áreas identificadas como tecnicamente adequadas para comporem o Parque Aquícola Itaci. Essa distribuição evitará um conflito por espaço e concentração de cultivos no mesmo local. Os tanques deverão ser instalados em linhas perpendiculares a corrente predominante, de maneira que a água de baixa qualidade que sai de um tanque-rede não entre em outro logo a seguir e respeitando o espaçamento mínimo de 2 metros entre tanques e de 10 metros entre linhas.

A estimativa do número de tanques-rede foi calculada baseada na capacidade suporte da área selecionada. Para isso, foram levados em consideração alguns fatores tais como:

- a) o conteúdo de fósforo disponível na ração, em torno de 0,5 %.
- b) uma taxa de conversão de 1,5;
- c) teor de fósforo no peixe (0,34 %);
- d) taxa de sedimentação de 0,77 %.
- e) As concentrações fósforo inicial e final
- f) tempo de detenção (mês),
- g) profundidade em metros e
- h) área em hectares.

#### **RELAÇÃO ENTRE A ÁREA EFETIVAMENTE OCUPADA PELAS ESTRUTURAS DE CULTIVO E A ÁREA TOTAL A SER CEDIDA, COM JUSTIFICATIVAS**

A área total (AID) do Parque Aquícola São Francisco-2 é de 133,6 hectares. Considerando o cálculo da capacidade suporte e a Legislação a área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo (tanques-redes) será de 14,50 ha, correspondendo a 0,5 % do espelho d'água, situando abaixo do limite máximo de 1% estabelecido pela Instrução Normativa nº 7, de 28 de Abril de 2005 e atendendo a resolução da Instrução Normativa Interministerial no. 6 de 31 de maio 2004, que sugere para tanques-rede/gaiolas manter uma relação entre a área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo e a área total a ser cedida: 1:5 até 1:8.

A distribuição das estruturas de cultivo se baseou nos dados durante a seleção do local tendo como critério a qualidade da água, a direção dos ventos, ondas, correntezas e a profundidade. A instalação e o posicionamento dos tanques-rede devem ser definidos por dois fatores principais: o acesso aos tanques, para facilitar o manejo e as atividades diárias, e a manutenção da qualidade da água no interior e próxima das mesmas.

Os tanques deverão ser distribuídos na área identificada como tecnicamente adequadas para compor o Parque Aquícola São Francisco-2. Essa distribuição evitará um conflito por espaço e concentração de cultivos no mesmo local. Os tanques deverão ser instalados em linhas perpendiculares a corrente predominante, de maneira que a água de baixa qualidade que sai de um tanque-rede não entre em outro logo a seguir e respeitando o espaçamento mínimo de 2 metros entre tanques e de 10 metros entre linhas.

A estimativa do número de tanques-rede foi calculada baseada na capacidade suporte da área selecionada. Para isso, foram levados em consideração alguns fatores como, o conteúdo de fósforo disponível na ração, em torno de 0,5 %, uma taxa de conversão de 1,5; o teor de fósforo no peixe (0,34 %), uma taxa de sedimentação de 0,77 %. Também foram considerados a taxa de fósforo inicial e final o tempo de detenção (mês), a profundidade em metros e área em hectares. Para o Parque Aquícola São Francisco-2 foi selecionada a Área Aquícola 6 e levando-se em consideração o cálculo da capacidade suporte sugere-se a instalação de 5.324 tanques e uma produção de 2.130 ton/ano numa área de delimitada de 14,50 ha.

#### **MÉTODOS E TÉCNICAS DE POVOAMENTO E MANEJO ALIMENTAR**

Para que o peixe cresça saudável e atinja uma boa conversão alimentar, em torno de 1,5, e o piscicultor tenha retorno financeiro, é necessário que ele tenha uma boa procedência e, no caso de tilápia, que a reversão sexual atinja pelo menos 95% e a linhagem seja domesticada. Normalmente o alevino disponível no mercado possui em média cinco a oito centímetros de comprimento e, devido ao seu tamanho, é recomendável que o cultivo seja realizado em duas fases. O cultivo será do tipo superintensivo, no qual a única fonte de alimento a ser considerada é a ração fornecida e o manejo adequado será fator extremamente importante para o crescimento dos peixes.

A densidade de cultivo é muito variável e depende da espécie, das características dos tanques e, finalmente, das características do ambiente no qual está instalado o empreendimento que servirão de base para o cálculo da capacidade suporte. Considerando que o cultivo vai ser realizado utilizando tilápia, densidade inicial pode ser de até 1000 peixes/m<sup>3</sup>, numa segunda fase ela deve cair para 500 ind./m<sup>3</sup> e quando os indivíduos tiverem aproximadamente 300 g eles devem ser estocados em uma densidade de até 300 peixes/m<sup>3</sup>.

### **Fase 1- Crescimento Inicial**

Inicialmente, os peixes devem ser quantificados e as medidas de peso e comprimento devem ser tomadas. Devem ser colocados em sacos plásticos, transportados e colocados nos tanques-rede. Os sacos contendo os peixes devem permanecer boiando dentro do tanque e aos poucos ir deixando a água entrar até igualar a temperatura do tanque e do saco. Alevinos de cinco a oito centímetros devem ser estocados numa densidade de 1000 peixes/m<sup>3</sup> em tanques-rede duplos – um tanque interno de nylon e malhas de 0,4 cm, como uma bolsa grande, colocado dentro de um tanque-rede de malhas maiores de 1,5 a 2,0 cm. É comum ocorrer morte de peixes logo após colocá-los nos tanques-rede devido à qualidade do peixe, transporte, manuseio incorreto, aclimação e ferimentos que abrem uma porta para várias doenças. Esses peixes devem ser retirados dos tanques tão logo sejam vistos. Após análise para identificação da causa da morte, os peixes devem ser enterrados colocando-se uma camada de cal por cima.

Nessa fase, os alevinos devem receber uma ração farelada, pelo menos quatro vezes por dia. O nível de proteína bruta da ração deve variar entre 32 a 42% e de **fósforo não deve exceder 0,5%**. Ao distribuir o alimento, o produtor precisa observar o consumo. O fornecimento de ração deve ser suspenso, quando o peixe parar de alimentar. A quantidade de ração oferecida deve ser sempre anotada.



À medida que o peixe cresce, deve-se mudar a forma física de fornecimento de ração, levando-se em consideração o tamanho da boca, passando de ração farelada para extrusada. Quando os peixes atingirem 20 gramas, devem ser transferidos para tanques de malha entre 1,5 e 2,0 cm. Para isso, deve ser feita uma triagem por tamanho. Os menores devem permanecer no tanque até atingirem o tamanho de transferência.

## **Fase 2- Engorda**

Nessa fase, o peixe inicia com peso de 20 g e termina quando o indivíduo atinge o peso de abate que normalmente situa-se entre 600 e 1000 g. A densidade inicial de estocagem deve ser de 500 peixes/m<sup>3</sup> e, quando os indivíduos atingirem de 250 a 300 g, uma nova repicagem deve ser feita, reduzindo então a densidade em cada gaiola para 300 peixes/m<sup>3</sup>. Durante esse manejo, deve-se ficar atento para manter os peixes de tamanho semelhante no mesmo lote.

Na escolha da ração, além do preço, da disponibilidade no mercado, do tamanho do pelete e fluabilidade, o produtor precisa estar atento ao nível de garantia do fósforo contido na ração. **Para resguardar o investimento e a qualidade da água, o nível de fósforo na ração não deve ultrapassar 0,5%.** O nível de proteína bruta na ração pode variar de 26 a 42%. É importante que a ração selecionada esteja sempre disponível para ser adquirida. O pelete deve ser menor que o tamanho da boca e ter baixa solubilidade na água, demorando o tempo suficiente para desmanchar de modo que o peixe perceba o alimento e possa consumi-lo. Isso reduz as perdas provocadas pelo umedecimento, correntes e ondas. A ração pode ser fornecida várias vezes ao dia, mas de modo a não haver sobras. Como no cultivo em tanque-rede, o crescimento do peixe depende da ração e não do plâncton, é recomendável começar a alimentação pela manhã, nas primeiras horas de sol. Colocar uma porção de ração em uma vasilha e anotar a quantidade em quilos. Fornecer a quantidade necessária (ela deve ser totalmente consumida) e deve-se atentar o máximo possível para que não haja sobras. Anotar a quantidade usada. Esse procedimento pode ser feito de quatro a cinco vezes por dia. Normalmente em dias muito quentes, acima de 32 graus, ou

muito frios, abaixo de 20 graus, o consumo de ração diminui consideravelmente chegando a parar totalmente. Anotar todas as informações (temperatura da água, transparência, odor, oxigênio dissolvido e, se possível, a densidade de organismos planctônicos). Fazer uma inspeção visual de alguns peixes. Os peixes deixam de comer, quando não estão bem. Isso acontecendo, interromper o fornecimento de ração por uns dias ou algumas vezes e, depois, voltar a alimentá-los fornecendo pequenas quantidades e ir aumentando gradualmente até o ponto ideal (não sobrar mais ração).

### **Biometria**

Os dados de peso e comprimento dos peixes devem ser tomados a cada três semanas até o peixe atingir 250 a 300 g e a cada 45 dias, até a despesca. Se houver muita diferença nas medidas, deve ser feita uma triagem com a separação dos peixes de tamanho semelhante. Estes devem ser realocados nos tanques apropriados para cada classe de tamanho. É necessário também avaliar o manejo, o tipo de ração empregado, a origem dos peixes e todos os demais fatores para tentar descobrir porque os peixes estão com crescimento tão desigual. Esse processo poderá garantir o sucesso do empreendimento, pois a seleção por tamanho proporcionará uma despesca com indivíduos do mesmo porte. É recomendável que o manejo seja realizado pela manhã, quando os peixes ainda não se alimentaram. Dias muito ensolarados ou frios não são propícios para se fazer biometria. Não deve ser feita escolha dos peixes para o procedimento de tomada de dados de biometria. Utilizar um puçá para retirada aleatória dos peixes. Os peixes devem ser manuseados de maneira delicada e firme. Cada indivíduo deve ser pesado individualmente, em alíquotas em torno de 10% do total dos peixes. Outra maneira simples de estimar o peso médio dos peixes é pesar um balde com água, depois colocar um número conhecido de peixes com aproximadamente o mesmo tamanho e pesar novamente. O peso da biomassa dos peixes é a diferença entre o balde sem peixe e o com peixe. Dessa forma pode-se estimar o peso médio dos peixes.

Cada tanque deve ter uma ficha própria para controle do consumo diário de ração, peso e comprimento do peixe, não se esquecendo de anotar a data do manejo. Todo o material necessário (puçá, ictiômetro ou régua, balança, baldes, lápis, planilhas) deve estar preparado, limpo e em boas condições de uso antes de cada pesagem. Isso facilitará e tornará o trabalho mais rápido e eficiente, livrando o peixe do estresse.

#### **MANEJO DAS ESTRUTURAS DE CULTIVO DURANTE O PROCESSO DE PRODUÇÃO**

Diariamente, observar visualmente os peixes e anotar qualquer alteração na ficha própria de cada tanque-rede. Se tiver peixe morto, retirá-lo com puçá, examinando-o, procurando identificar a causa da morte. Os peixes mortos devem ser enterrados colocando uma camada de cal por cima em um local apropriadamente construído para tal finalidade e que não permita que o chorume chegue ao lençol freático. Se ocorrerem várias mortes de uma só vez, a alimentação deve ser interrompida e um especialista em doenças de peixe deve ser imediatamente contactado.

Observar regularmente se as redes ou telas estão danificadas ou obstruídas devido aos resíduos de ração, fezes e peixes mortos embaixo dos tanques, plantas aquáticas, mexilhões dentre outros. Após a limpeza, fazer os reparos, trocando os tanques-rede. Uma boa medida, se houver espaço, é mudar periodicamente os tanques de lugar (rodízio). É comum encontrar peixes de outras espécies no interior dos tanques de cultivo.

No caso do rio São Francisco, as informações da ictiofauna do reservatório mostram registro de quatorze espécies carnívoras, correspondendo a 29,02 % das 48 espécies capturadas. Entre elas destacam-se piranhas, pirambebas e tucunarés com presença constante em todas as coletas (Sato e Sampaio, 2006). Em um experimento realizado pela Cemig, utilizando espécies nativas no reservatório da Usina de Cajurú, rio Pará, afluente do Paraopeba, o cultivo foi inviabilizado devido a presença de pirambebas. As redes foram cortadas pelos peixes e, quando foi colocada tela rígida, os alevinos entravam e cresciam alimentando-se dos peixes que estavam sendo cultivados.

As estruturas de sustentação, flutuação, amarrações, sistema de fixação, sinalização, poitas, bem como local de colocar a ração e posicionamento dos tanques devem ser monitorados quinzenalmente ou após as intempéries (vento e/ou chuva forte). Em caso de ventos e marolas fortes, a vistoria dos peixes, das amarrações, do sistema de sustentação e das poitas dos tanques deve ser feita o mais cedo possível.

A limpeza dos tanques e os reparos rotineiros das malhas e das estruturas de fixação devem ser feitos imediatamente após a ocorrência. Esse acompanhamento diário ou programado impedirá que os peixes escapem ou que a qualidade da água fique ruim devido à obstrução das malhas, à redução de troca de água entre os tanques-rede e o corpo de água no qual estão instalados.

## **DOENÇAS**

Com o desenvolvimento da piscicultura no Brasil e a possibilidade de produzir um maior número de peixes em um menor volume de água disponível, é de se esperar o surgimento de doenças afetando a produção. Os peixes, quando submetidos a um cultivo intensivo, ficam mais estressados e mais sensíveis a enfermidades como parasitoses, bacterioses, viroses e micoses.

Como na maioria das vezes, o tratamento se faz lançando o produto diretamente na água e considerando o grande volume de água que passa pelo tanque, é de supor a dificuldade, ineficácia e alto custo desse mecanismo. Daí, a necessidade de um manejo adequado para evitar a proliferação de agentes patogênicos no ambiente (Proença & Bittencourt, 1994).

Algumas parasitoses surgem comumente quando ocorre redução de temperatura. Parasitas como *Ichthyophthirius multifiliis* e *Dactylogyrus* sp, podem causar desastres econômicos principalmente quando se instalam nas brânquias tornando difícil o combate e podendo levar o peixe rapidamente à morte. A *Lernaea cyprinacea* é um ectoparasita visível a olho nu. A região da cabeça é modificada

em um órgão que penetra no corpo do peixe formando lesões e propiciando o ataque de outros organismos oportunistas. É um parasito exótico e invasor e, portanto, difícil de ser erradicado.

As bactérias são normalmente oportunistas e as doenças causadas por elas manifestam quando os peixes estão submetidos à elevadas temperaturas da água, a alta densidade de estocagem e o manejo não é adequado. A transmissão de fungos ocorre através dos esporos presentes na água. Essa transmissão é muitas vezes facilitada pela má qualidade da água, temperatura, práticas de manejo inadequadas, entre outros (Pavanelli, Eiras & Takemoto, 2002).

## **POLUENTES**

Considerando que os tanques-rede são estruturas vazadas, nas quais são colocados peixes em altas densidades recebendo como alimento ração extrusada, cuidados necessários devem ser tomados para que não ocorram florescimentos de algas e plantas aquáticas em consequência do enriquecimento da água. A limpeza constante das gaiolas e o correto acondicionamento dos resíduos retirados das redes deverão ser medidas rotineiras tomadas pelos produtores para manutenção adequada do empreendimento e para uma boa da qualidade de água na AID. Para isso, é necessário observar a capacidade de suporte determinada, o nível de fósforo contido na ração, a qualidade, a forma, o tamanho, a frequência e a quantidade de ração fornecida.

Outro cuidado a ser tomado é em relação à segurança, ao estado de manutenção de todas as estruturas aqüícolas, bem como a disposição harmônica dos tanques-rede. O estado das gaiolas, a sua disposição espacial, a forma com a qual são ancoradas e a facilidade do acesso são fatores que certamente terão grande influência em termos de custos para o empreendimento afetando ainda diretamente a beleza cênica e a segurança dos funcionários do empreendimento. Como os tanques sofrem influência das ondas, essas estruturas devem estar bem apoiadas, pois, além de perder o tanque quando a estrutura não está bem posicionada, o visual pode tornar-se agressivo.

Os resíduos orgânicos e inorgânicos devem ser acondicionados conforme as normas de coleta de lixo rural do município e, caso não existam, deverão ser levados para a coleta de lixo municipal.

### **MÉTODOS E TÉCNICAS DE DESPESCA**

A despesca poderá ocorrer na margem ou no tanque-rede. Considerando que a maioria ou que todos os peixes atingiram o mesmo peso e que serão retirados na mesma época, o tanque-rede poderá ser arrastado até a margem e toda a despesca será realizada fora da água utilizando puçá. Se os peixes estiverem com tamanhos diferentes e apenas uma parte for retirada, o trabalho poderá ser feito no corpo do rio onde estão instalados os tanques-rede utilizando balsa flutuante ou barco. Para isso, basta levantar o tanque para concentrar os peixes em um local e assim, ir selecionando e transferindo os maiores para outro tanque, que será levado até a margem. Na época da despesca, o produtor já deve saber o destino e a forma como o pescado será comercializado. Para que a carne do pescado tenha boa textura e sabor, os peixes devem permanecer em jejum por 24 horas. Após esse período, os peixes deverão ser colocados em uma caixa de gelo e sal para que ocorra choque térmico e morte seguida de sangria. Os peixes sacrificados devem ser levados para o local onde serão eviscerados ou locais de venda, lavados, processados e embalados seguindo a legislação e práticas locais. Os peixes que não atingirem o tamanho ideal para mercado, 600 a 1000 gramas, devem permanecer por mais tempo nos tanques de cultivo. Após cada despesca, os tanques-rede devem ser retirados da água para vistoria (malhas, estrutura, flutuadores e comedouros) e limpeza antes de novo povoamento.

### **ESTRUTURA MÍNIMA**

A criação de peixes demanda uma infra-estrutura básica de apoio como:

- Abastecimento de água e de energia elétrica e redes de telefonia e internet.
- Via de acesso transitável todo o ano (cascalhada, calçada ou pavimentada)
- Portaria com segurança.

- Local apropriado e cercado dotado de um anemômetro (ventos) e pluviômetro (quantidade de chuvas).
- Galpão para armazenamento de ração.
- Depósito (coberto) para carretas, barco, motores, tanques de combustível, galões, remos e equipamento de segurança e apoio à navegação (bem ventilado e dotado de boa proteção contra incêndio).
- Depósito de lixo e local para coleta seletiva de lixo (vidros, papel e plástico).
- Instalações sanitárias com fossa séptica e caixa receptora.
- Oficina (coberta) para o reparo, limpeza e montagem dos tanques-rede.
- Escritório com telefone e computador com acesso a internet.
- Local para processamento (separação de peixes, manejo sanitário etc.).
- Laboratório com bancadas para triagem e estocagem de amostras de água (apoio Limnológico) dotado de estufa de secagem, geladeira, congelador (freezer), rede 127V e 220 V e boa iluminação e ventilação.
- Ancoradouro com capacidade para 2 barcos de alumínio de 5,0 metros cada.

#### **1.4 – MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

A necessidade de se fazer o acompanhamento da qualidade da água cresce a cada dia, não só para atender a resolução 274/2000 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, e a PORTARIA N. deg. 098, de 20 de agosto de 2002 do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, bem como para manter a água disponível para recreação, pesca, irrigação, uso industrial e doméstico. Cada aqüicultor deve responsabilizar-se pelo monitoramento mensal da qualidade de água de seu empreendimento.

A coleta de água deve ser feita pelo menos três pontos representativos da AID (>100 metros dos tanques) e em pelo menos outros três pontos junto aos tanques (<20 metros de distância). Dessa forma, um mínimo de seis pontos deve ser considerado para o monitoramento. Todos os pontos de coletas deverão ser demarcados por bóias e as coordenadas geográficas tomadas com um aparelho de GPS.

É recomendável também que os parâmetros sejam tomados em pelo menos três profundidades (zona eufótica, zona afótica e um ponto intermediário, se couber).

Os seguintes parâmetros deverão ser analisados:

- a) transparência (disco de Secchi);
- b) temperatura do ar e da água;
- c) velocidade do vento e pluviosidade;
- d) condutividade elétrica;
- e) oxigênio dissolvido;
- f) pH e alcalinidade;
- g) turbidez;
- h) sólidos totais;
- i) coliformes fecais e totais;
- j) D.B.O.;
- k) composição e de densidade do fitoplâncton com ênfase em cianobactérias;
- l) clorofila-a;
- m) série nitrogenada (amônio, nitrito e nitratos);
- n) nitrogênio total; e
- o) fósforo total.



As metodologias de análise estão descritas no *Standard Methods for Water Wastewater* APHA, última edição. A tabela 4 sugere as metodologias que deverão ser utilizadas.

Toda a coleta de dados limnológicos deverá ser supervisionada por um profissional devidamente qualificado para executar tal análise e o empreendimento deverá organizar pelo menos quatro relatórios anuais dessas coletas e análises. Todos os dados e anotações dessas coletas deverão estar à disposição no empreendimento seja na forma impressa, seja na forma eletrônica.

**Tabela 4** – Sugestões de métodos a serem empregados para a análise dos parâmetros físicos, químicos, biológicos a serem analisados na água.

Parâmetro	Unidade	Metodologia
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Método eletrométrico com sonda no campo.
Oxigênio dissolvido	mg/l	Método eletrométrico com sonda no campo.
pH	-	Método eletrométrico com sonda no campo.
Temperatura da água	$^{\circ}\text{C}$	Método eletrométrico com sonda no campo.
Temperatura do ar	$^{\circ}\text{C}$	Termômetro com coluna de mercúrio e precisão de 0,2 $^{\circ}\text{C}$ .
Transparência	m	Disco de Secchi.
Turbidez	FTU	Método eletrométrico com sonda no campo.
Alcalinidade Total	mg / l $\text{CaCO}_3$	Método eletrométrico com redução de pH até 4,35 usando ácido sulfúrico 0,01 N.
Clorofila a	$\mu\text{g/l}$	Golterman <i>et al.</i> 1978 usando etanol como solvente.
Coliformes fecais e totais	NMP / 100 ml	Tubos múltiplos
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	mg / l	Winckler em estufa a 20 $^{\circ}\text{C}$ por cinco dias.
Fósforo total	mg / l	Digestão em meio ácido em chapa quente mais reagente combinado com leitura a 880 nm.
Fitoplâncton	Ind. / ml	Coleta em um litro, fixação com lugol. Em laboratório homogeniza a amostra e após sedimentação em cubeta de 10 ou 20 ml, conta-se 200 organismos da espécie mais abundante. Contagem de pelo menos 100 indivíduos de cada espécie em microscópio invertido (aumento 400X). Manter registro fotográfico dos organismos dominantes.
Nitrogênio amoniacal	$\mu\text{g} / \text{l}$	Fenol mais agente oxidante, com leitura de 630 nm.
Nitrogênio nítrico	$\mu\text{g} / \text{l}$	Redução a nitrito por cádmio e leitura a 543 nm (método da sulfanilamida).
Nitrogênio total	$\mu\text{g} / \text{l}$	Oxidação a nitrato com persulfato alcalino sob pressão. O nitrato é reduzido a nitrito e esse é determinado pelo método da sulfanilamida ou Kjeldahl ou IPC.
Sólidos totais	mg / l	Evaporação da amostra em banho Maria e gravimetria.
Sólidos totais dissolvidos	mg / l	Filtragem com filtro GF/C, evaporação da amostra filtrada, em banho Maria e gravimetria.

## 1.5 – INSERÇÃO REGIONAL

No que diz respeito às Unidades de Conservação, existe oficialmente, na área do reservatório de Três Marias próxima ao empreendimento, a Estação Ecológica de Pirapetinga (consultar website / Anexo 1). Esta unidade de conservação foi criada em 20/07/1987, por meio do Decreto nº 94.656, com área total de 1380 hectares. A E.E. Pirapetinga ainda não possui plano de manejo aprovado pelo Ibama. Deste modo, adotou-se como sua área de amortecimento e de uso controlado, uma faixa de 10 km no entorno de seu limite, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Registre-se que o Parque Aquícola São Francisco 2 não se encontra dentro da zona de amortecimento da Estação Ecológica Pirapetinga.

Para o reservatório de Três Marias, ainda não foi elaborado o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial, conforme resolução nº 302 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, de 20/03/2002. Este Plano necessita da consolidação de dados e informações secundárias e geração de alguns dados primários, devendo ser aprovado junto à unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos de Minas Gerais – SF4, que já conta com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Entorno da Represa de Três Marias atuando na gestão participativa das suas águas.

Por outro lado, o Estado de Minas Gerais já possui zoneamento para grande parte do seu território, incluindo a região do entorno do reservatório de Três Marias. Este documento pode ser acessado no *site* <http://www.semad.mg.gov.br>. O Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE é uma base organizada de informações, que apóia a gestão territorial, segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental. Fornece subsídios técnicos à definição de áreas prioritárias para o desenvolvimento sustentável, orientando os investimentos do Governo e da sociedade civil segundo as peculiaridades de cada região, sendo portanto uma importante ferramenta sem caráter limitador, impositivo ou arbitrário, no planejamento e orientação das políticas públicas e das ações em meio ambiente.

O zoneamento é a representação cartográfica de um território, dividido em zonas homogêneas, quanto à possibilidade de um dado empreendimento humano ser viável e sustentável sócio-econômica e ambientalmente. A partir do mesmo é possível analisar questões como vulnerabilidade natural, potencialidade social, qualidade ambiental, risco ambiental, áreas prioritárias para conservação e áreas prioritárias para recuperação.

Uma área considerável no entorno imediato do Parque Aqüícola São Francisco 2 não foi considerada no ZEE. A área de entorno avaliada foi considerada como de alta vulnerabilidade em locais de alto potencial social. Vulnerabilidade Social média-baixa. Potencial social favorável. Qualidade ambiental média-baixa. Risco ambiental médio. Prioridade de conservação baixa. Prioridade de recuperação baixa. O conjunto destes fatores indicam compatibilidade de instalação do Parque Aqüícola com o zoneamento realizado para região.

Em relação à compatibilização do empreendimento com os possíveis usos múltiplos do reservatório, informa-se que a área destinada à implantação do Parque Aqüícola São Francisco 2 foi resultado de um estudo detalhado de seleção de áreas potenciais para delimitação de Parques Aqüícolas no reservatório de Três Marias (v. Relatório de Pré-seleção de Áreas – website).

## **1.6 – DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO PARQUE AQUÍCOLA**

A implantação do Parque Aqüícola São Francisco-2, sob ponto de vista técnico-científico, é resultado de um processo multidisciplinar de pré-seleção de áreas potenciais, cuja metodologia adotada e resultados obtidos podem ser analisados no Relatório de Pré-seleção de Áreas Potenciais para Delimitação de Parques Aqüícolas no Reservatório de Três Marias.

No âmbito institucional, o processo de implantação do Parque Aqüícola São Francisco-2 segue os trâmites processuais descritos abaixo.

Após análises técnicas referentes aos temas aqüicultura e geoprocessamento realizadas pela equipe da SEAP, cópia do projeto será encaminhada à ANA, ao IBAMA e aos órgãos responsáveis pela segurança do tráfego aquaviário no Brasil, o Comando da Marinha e a Capitania dos Portos, para a avaliação do mesmo, no âmbito de suas respectivas competências, cabendo-lhes a emissão de pareceres conclusivos e respectivamente a outorga preventiva e a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, as licenças ambientais e a autorização para a realização de obras sob, sobre e às margens das águas sob jurisdição brasileira. Aprovado o pleito pelas instituições citadas acima, o Processo é remetido então à Secretaria do Patrimônio da União, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – SPU/MP para a emissão da autorização de uso do espaço físico para a atividade aqüícola requerida. Finalmente, este é encaminhado ao empreendedor para a implantação do projeto.

## **2 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **2.1 – DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO EMPREENDIMENTO**

Para a definição e delimitação das Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) do Parque Aqüícola São Francisco-2 consideraram-se as possíveis interações entre o empreendimento e os meios físico, biótico e sócio-econômico e vice-versa. Adotaram-se também, como referencial legal, os critérios técnicos estabelecidos na resolução do CONAMA N° 01 de 23/01/1986.

A Resolução CONAMA 001/86, nas diretrizes gerais apresentadas no artigo 5º, item III, estabelece a necessidade de se “*definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza*”. Este critério mostra-se o mais adequado, sob o aspecto teórico, por constituir-se numa área do sistema natural bem delimitada. Assim, os processos ambientais e as interações físicas, biológicas e humanas podem ser melhor analisadas e compreendidas.

No caso específico do Parque Aquícola São Francisco-2 definiu-se a Área de Influência Indireta (AII) como sendo toda a bacia hidrográfica à montante do braço do reservatório de Três Marias no qual se insere o empreendimento. Esta área totaliza cerca de 22,4 km<sup>2</sup>, foi estabelecida a partir do levantamento e análise da distribuição geográfica das áreas aquícolas, do regime operativo das áreas de produção de pescado e da Usina de Três Marias e do seu reservatório, do trabalho de campo de reconhecimento e de reunião técnica com a equipe multidisciplinar envolvida no estudo.

A Área de Influência Direta (AID) definida no âmbito deste estudo, com cerca de 133,6 ha, coincide com a área do próprio Parque Aquícola. Esta área é constituída por todo o espaço geográfico necessário para implantação da infraestrutura aquática e operação da áreas aquícola (polígono 6) do empreendimento.

## **2.2 – CAPACIDADE DE SUPORTE**

O presente capítulo tem como objetivo desenvolver uma estimativa da Capacidade Suporte do Reservatório de Três Marias para o estabelecimento de Parques Aquícolas visando o cultivo intensivo de peixes em tanques-redes.

O trabalho é iniciado com a definição de uma abordagem metodológica baseada na avaliação dos dados limnológicos deste ecossistema, com ênfase nas relações dos nutrientes com a biomassa fitoplanctônica estabelecida nas regiões do corpo d'água circunvizinhas às ditas áreas-alvo, definidas no âmbito do presente projeto. As análises exploratórias dos dados limnológicos disponíveis envolveram as seguintes etapas: (i) Avaliação da Relação Nitrogênio-Fósforo (N:P); (ii) Estimativas da resposta da biomassa algal (Clorofila-a) em função das concentrações de Fósforo Total e Nitrogênio Total; (iii) Definição do Estado Trófico atual do reservatório; (iii) Estabelecimento de concentrações limite de fósforo total e biomassa algal para manutenção da qualidade da água em níveis desejáveis nas áreas-alvo do reservatório;

Como produto principal deste capítulo, é apresentado uma versão final de estimativa de capacidade de suporte dos Parques Aquícolas do Reservatório de Três Marias seguindo a metodologia consolidada de Dillon & Rigler (1974) modificada por Beveridge (1987). A título de comparação e validação, são também apresentados os resultados de uma aplicação preliminar exploratória do Modelo STELLA CRITITA sobre estas mesmas áreas.

### **ABORDAGEM HISTÓRICA**

A primeira vez que o termo capacidade de suporte surgiu em problemas ecológicos, foi no final dos anos 1890s, quando os pesquisadores do Departamento de Agricultura dos EUA conceituaram capacidade suporte como o número de animais selvagens que uma área de pastagem poderia suportar sem a sua deterioração. Nos anos 30 do século XX, era consenso entre pesquisadores e técnicos do governo que a determinação da capacidade suporte de um ambiente permitiria o manejo da vida selvagem, mas o conceito já ganhava significados diferentes. Para alguns era o número ideal de animais selvagens (cervos) capazes de atrair visitantes para o Parque e para outros o número máximo de cervos que evitaria destruir a pastagem e os componentes vegetais associados (Young, 1998).

Mais tarde, nos anos 30, o conceito aparece explícito na literatura científica (Errington, 1936) como o nível de abundância de populações selvagens que uma área pode conter e é baseado principalmente na equação logística de Verhulst-Pearl. Somente em 1950, o termo passa para os livros de Ecologia como o número máximo de indivíduos que um dado ambiente pode suportar (Odum, 1988).

Atualmente, capacidade suporte é um termo de medida, basicamente referindo-se a quantidade de algum organismo que cabe (número máximo de indivíduos – K) num determinado espaço (ambiente) sem que este se deteriore, ou seja, prejudicado.

No contexto de manejo de ecossistemas a pergunta que se faz é se capacidade suporte é uma característica intrínseca da população ou do ecossistema e utilizando a definição livre de Kashiwai (1995), capacidade suporte é uma medida de manutenção do ecossistema para uma determinada população ou ainda a “assíndota” (máximo) da biomassa da população que o ecossistema suporta.

#### **DEFINIÇÃO E ABRANGÊNCIA DO TERMO CAPACIDADE DE SUPORTE**

Conforme descrito por Monte-Luna et al. (2004), o modelo de crescimento populacional humano desenvolvido por Mauthus, foi modificado por Verhulst para incluir o conceito de “nível de saturação”, denominado capacidade de saturação ou capacidade de suporte e definido como o nível máximo de população que um dado ambiente pode suportar com base nos seus recursos finitos (alimento, água, espaço, etc).

A aplicabilidade do conceito de capacidade suporte aos diferentes níveis hierárquicos da Ecologia, desde população, comunidade, ecossistema e biosfera impôs o surgimento de uma definição mais abrangente de capacidade suporte como sendo “*o limite de crescimento ou desenvolvimento de cada e de todos os*

*níveis hierárquicos de integração biológica, começando com a população e moldada por processos e relações de interdependência entre recursos finitos e os consumidores destes recursos” (Monte-Luna et al, 2004).*

Na prática, estes limites têm sido comumente medidos instantaneamente como indivíduos, biomassa, número de espécies, e considerados dependentes dos fatores que determinam este crescimento como área, volume, produtividade, alimento, mudanças ambientais, energia, etc.

Ampliações do conceito de capacidade suporte surgiram a partir da consideração da estrutura e funcionamento dos ecossistemas e conseqüentemente da incorporação de algumas das suas principais propriedades como a estabilidade (tendência dos ecossistemas de retornar a um estado de equilíbrio após um distúrbio) e resiliência (tempo requerido para a estabilidade ser atingida).

Ao se transportar o conceito de capacidade suporte para ecossistemas, com o intuito de promover cultivos animais e/ou vegetais, é importante considerar esta habilidade como uma característica intrínseca do ecossistema denotando a sua produtividade máxima e também a sua capacidade de assimilar os impactos provenientes destas atividades (Odum, 1998; Angelini, 2000).

O fundamento básico do Desenvolvimento Sustentável Clássico pressupõe o uso máximo de um recurso sem causar danos à capacidade regenerativa do sistema.

Assim, uma outra interpretação da capacidade suporte para atividades humanas é a que se refere à taxa máxima de consumo de recurso e lançamento de efluentes que pode ser sustentada indefinidamente sem afetar a integridade funcional e a produtividade dos ecossistemas (Folke et al., 1998).



Existe uma visão ainda mais antropogênica de capacidade suporte que a define como sendo o número de indivíduos que podem ser mantidos (suportados) em uma determinada área dentro do ambiente natural, social, cultural e econômico para gerações presentes e futuras. Uma exemplificação desta abordagem é a freqüente definição de capacidade de suporte de lagos para atividades de turismo e lazer em países da Europa e América do Norte (Mongillo & Zierdt-Warshaw 2000).

Reunindo todas essas visões, o conceito de capacidade suporte aplicado à produção de organismos, originalmente definido como sendo a biomassa máxima que pode ser mantida em um ecossistema a fim de maximizar a produção sem afetar negativamente a sua taxa de crescimento (Smaal et al., 1998), passou a se preocupar com os danos ambientais oriundos da atividade.

Surge então o conceito de aqüicultura ecológica, uma vertente mais recente do conceito de capacidade suporte produtiva que prevê a consideração da questão ambiental como limitante à produção máxima de um determinado organismo que um dado ambiente pode sustentar, evitando assim que sejam gerados impactos ambientais, especialmente a deterioração da qualidade da água através do desenvolvimento do processo de eutrofização (Duarte et al., 2003).

O conceito de capacidade suporte ecológica aplicado a aqüicultura prevê a definição da produção máxima permissível de organismos aquáticos na qual a emissão de resíduos não ultrapasse a capacidade assimilativa do ambiente (Kautsky et al., 1997)

### **2.3 – CAPACIDADE SUPORTE DE RESERVATÓRIOS PARA AQUICULTURA EM TANQUES-REDE**

A expansão dos sistemas de aquicultura intensiva em tanques-rede é freqüentemente acompanhada de uma degradação do ambiente natural nas imediações da área de cultivo (Beveridge, 1996). Resíduos presentes nos efluentes da aquicultura têm sido comparados aos efluentes domésticos, adicionando grande quantidade de carbono, nitrogênio e fósforo ao ambiente.

Os efluentes do cultivo, sob a forma de água incorporando fezes dos peixes, resíduos urinários e ração não consumida entram nos corpos d'água e os materiais particulados sedimentam e se acumulam no fundo do ecossistema. A acumulação de matéria orgânica aumenta o consumo de oxigênio dos sedimentos, levando, em muitos casos, a um hipolimnio anóxico que gera conseqüências ecológicas negativas tais como mudanças de espécies e desequilíbrios no funcionamento de todo o ecossistema. A liberação de nutrientes dissolvidos, como fosfato e amônia podem estimular a produção primária do fitoplâncton, sendo que o aumento da biomassa algal acarreta uma elevação do consumo de oxigênio durante a decomposição, acelerando o conhecido processo de eutrofização dos ambientes lacustres. Estudos experimentais realizados no Lago Kariba por Troell & Berg (1997) indicaram que sistemas tropicais apresentam uma proporção de liberação de fosfato dissolvido relativamente maior, embora com uma acumulação de carbono e nutrientes comparativamente menor que os sistemas temperados, como resultados de maiores temperaturas e processos mais acelerados de reciclagem destes nutrientes nos trópicos.

Portanto, uma das principais desvantagens da criação de peixes diz respeito a seus produtos metabólicos: ração não-ingrida e os nutrientes inorgânicos dissolvidos excretados com as fezes que permanecem na água (Pagand, et al. 2000).

Para diminuir estes produtos e otimizar o crescimento das espécies, diversas técnicas no manejo da alimentação dos peixes em tanques devem ser seguidas. Por exemplo, Talbot et al. (1999) mostram que dependendo da espécie de peixe e da composição da ração, as taxas de ingestão são diferentes requerendo um adequado procedimento no momento de alimentar os peixes nos tanques. Desta forma, é fundamental observar a saciedade dos peixes, para evitar a subalimentação, que aumenta a competição entre os indivíduos e provoca perda de crescimento, ou a alimentação excessiva, que além de incrementar os produtos metabólicos da atividade poluindo o ambiente, diminui a taxa de conversão ração: peso dos peixes, e conseqüentemente a margem de lucro do produtor.

Um dos subprodutos que podem advir de um manejo alimentar inadequado é o fósforo que constitui parte da ração de praticamente todas as espécies cultivadas no mundo. O fósforo é requerido pelos peixes para crescer e mineralizar seus ossos e cartilagens, e a principal fonte de fósforo para os peixes é a alimentação. Porém um excesso de fósforo na alimentação não será absorvido pelos peixes e ainda poderá influenciar o crescimento de algas na água, diminuindo o oxigênio dissolvido, a qualidade da água e conseqüentemente o próprio crescimento de peixes.

Oliveira-Teles & Pimentel-Rodrigues (2004) constataram que juvenis da perca (*Dicentrarchus labrax* L.) tem seu crescimento maximizado quando a ração possui 0,65% de fósforo, retendo aproximadamente 6,1 gramas por cada quilograma de crescimento de peixe. Outras espécies aparentadas com a perca (que é marinha) também tem seu ótimo de retenção quando a ração não ultrapassa 0,85% de fósforo.

A relação fósforo X fitoplâncton (ou clorofila-a) é extensamente discutida na literatura (Hakanson & Peters, 1995), mas a relação entre estas duas variáveis nem sempre é tão direta, devido aos ajustes da comunidade fitoplanctônica frente às alterações da quantidade de fósforo da água.

Assim, Anneville *et al.* (2002) demonstraram, para um lago de clima temperado, que o aumento de fósforo causa incremento na biomassa das algas, mas quando a entrada deste nutriente é reduzida, o processo de recuperação do sistema, é lento, pois a comunidade de algas se ajusta e algumas espécies oligotróficas passam a ser dominantes.

Processo semelhante também foi observado em reservatórios tropicais, como é o caso do lago Paranoá em Brasília (Starling *et al.*, 2002) que mesmo após a instalação e funcionamento das ETEs (Estações de Tratamento de Efluentes), que diminuíram significativamente a entrada de fósforo, continuou com altos valores de clorofila-a que só foram plenamente reduzidos com a adoção da técnica de ecologia denominada “flushing” a partir da abertura repentina das comportas, que eliminou a camada superficial da água do lago e conseqüentemente a biomassa algal que se auto-sustentava num processo de retro-alimentação.

Estes dois casos supracitados confirmam a importância de um manejo adequado dos tanques-rede em reservatórios, já que a produção primária acompanha positivamente o aumento da entrada de fósforo no sistema, mas a recíproca não é verdadeira, ou seja, a retirada deles, se por ventura tiverem provocado o impacto, não necessariamente diminuirá a biomassa de fitoplâncton.

## **2.4 – REVISÃO DOS MODELOS DE ESTIMATIVA DA CAPACIDADE SUPORTE**

Uma estimativa razoavelmente acurada da capacidade suporte de lagos e reservatórios pode ser feita através de modelos derivados da aplicação das equações que descrevem as respostas dos ecossistemas lacustres frente a aumentos das cargas de nutrientes como parte do conhecido processo de eutrofização artificial, e.g., Vollenweider (1968); CEPIS (1990).

A premissa básica de todos os modelos desenvolvidos para este fim é de que a abundância algal é negativamente correlacionada à qualidade da água e positivamente correlacionada ao aumento populacional, e de que o fósforo (P) é o fator limitante que controla o crescimento fitoplanctônico.

De fato, estas relações da qualidade da água, em especial os níveis de fósforo com a densidade algal são bem conhecidas e consolidadas na literatura especializada em limnologia. Similarmente, conforme já mencionado, o fósforo tem sido considerado o principal nutriente limitante ao crescimento das algas planctônicas devido ao seu suprimento ser freqüentemente inferior à sua demanda.

Alguns modelos têm sido desenvolvidos para prever a resposta dos ecossistemas aquáticos frente ao incremento nas cargas de fósforo oriundas da aquicultura intensiva em tanques-rede, sendo a sua grande maioria empírica e freqüentemente submetida a calibrações, testes, verificações e modificações com base em dados de campo.

O modelo mais testado e utilizado é o de Dillon & Rigler (1974), que representa uma modificação do modelo original de Vollenweider (1968) e considera que a concentração de fósforo total [P] em um dado corpo d'água é determinada pela carga de P, tamanho do lago (área e profundidade média), taxa de renovação da água (fração da coluna d'água perdida anualmente para jusante e a fração de P permanentemente perdida para o sedimento).

Numa situação de equilíbrio,

$$[P] = L^* (1-R) / z * \rho,$$

onde:

[P] é a concentração de P-total em mg/l

L é a carga de P-total em g/m<sup>2</sup>/ano

z é a profundidade média em metros

R é a fração do P-total retida no sedimento

$\rho$  é a taxa de renovação de água em volumes por ano.

Com base na aplicação deste modelo de Dillon & Rigler (1974), Beveridge (1987) propõe determinar a capacidade suporte de um corpo d'água frente a "inputs" externos de nutrientes provenientes de um cultivo de peixes em tanques-rede. O modelo parte do pressuposto de que a concentração original de P sofrerá um incremento como resultado desta atividade até um nível determinado em função dos usos pretendidos para este ecossistema, e de que as elevações na concentração de P-total na água refletem diretamente os incrementos da biomassa fitoplanctônica, expressa como concentração de clorofila-a ([Chl-a] = 0.416 [P]<sup>0.675</sup>, segundo Walmsley & Thornton, 1984).

Assim, a capacidade de um corpo d'água para a manutenção de uma qualidade satisfatória pode ser expressa como a diferença entre a concentração de fósforo no período atual (antes do cultivo), [P]<sub>I</sub>, e a concentração de fósforo final desejável ou aceitável, [P]<sub>F</sub>, sendo :

$$\Delta [P] = [P]_F - [P]_I .$$

A determinação da mudança aceitável/desejável no nível trófico pelo input de nutrientes a partir da implantação dos tanques-rede é feita através da seguinte equação:

$$\Delta [P] = L_{PT} (1 - R_{PT}) / z\rho ,$$

onde:

$L_{PT}$  é a carga de P-total derivada dos aportes externos e internos;

$R_{PT}$  é a fração do P-total que é retida nos sedimentos;

$z$  é a profundidade média em metros

$\rho$  é a taxa de renovação de água em volumes por ano.

A partir do cálculo da carga permissível/aceitável ( $L_{PT}$ ), pode-se estimar a produção aquícola equivalente, necessária para gerar essa carga.

As principais restrições, limitações e fontes de erro na utilização deste modelo, segundo Beveridge (1987), referem-se ao seu emprego estar limitado a ecossistemas lacustres que tenham o fósforo como nutriente limitante e ao seu erro total preditivo se situar entre 55-65%, dependendo da base de dados disponível para o ecossistema em estudo.

A despeito de se constituir em uma estimativa não muito precisa em função da simplificação dos processos incorporados na sua base conceitual, o Modelo de Dillon & Rigler (1974) representa hoje a ferramenta mais utilizada nas estimativas de capacidade suporte para projetos aquícolas em reservatório brasileiros. A simplicidade de cálculos e conseqüentemente a facilidade de aplicação em uma variedade de situações onde a base de dados é reduzida, fez com que a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP-PR) optassem pelo emprego desta metodologia como ferramenta gerencial para a estimativa da capacidade produtiva de reservatórios e emissão de outorga para implantação de projetos aquícolas em várias regiões do Brasil.

Entretanto, surgiram nos últimos anos, algumas abordagens alternativas de estimativa de capacidade suporte para cultivos intensivos em tanques-rede, dentre as quais os cálculos de área de influência do parque aquícola (Kubtiza, 1999) e o aplicativo QUALRES (Cardoso et al., 2002).

O procedimento proposto por Kubitza (1999) é igualmente baseado nos limites de fósforo lançados no ecossistema, segundo a relação de estado trófico e a concentração de P estabelecida por Vollenweider (Esteves, 1998). A diferença fundamental entre esta estimativa da capacidade suporte e o modelo de Dillon & Righler (1974) reside no fato do cálculo proposto por Kubitza (1999) assumir um tempo fixo de desaparecimento do fósforo da camada epilimnética de 10 dias, tempo este que não considera as enormes variações das taxas de desaparecimento do fósforo em cada ecossistema devido ao já conhecido processo de recirculação na coluna d'água do fósforo recém sedimentado. Conforme demonstrado por Starling et al. (2002), as taxas reais de sedimentação de fósforo em um único ecossistema, por exemplo, o Lago Paranoá, podem sofrer variações de 30 a 90% dependendo do braço do lago considerado e da época do ciclo hidrológico.

O emprego do aplicativo QUALRES como alternativa para estimativa da capacidade suporte, baseado nas taxas de reposição das cargas de fósforo em função das oscilações de volume do reservatório, foi testado em açude da região Nordeste (Cardoso et al., 2002). Comparações com o modelo de Dillon & Righler (1974) não indicam haver diferenças apreciáveis entre os métodos, uma vez que a base conceitual de estimativas de ambos é a mesma, ou seja, a dinâmica de retirada do fósforo da coluna d'água em função da profundidade e do tempo de retenção. No entanto, a facilidade de cálculos favorece a opção pelo modelo de Dillon & Righler (1974).

Uma abordagem diferenciada para a estimativa da capacidade suporte de reservatórios para cultivos intensivos em tanques-rede foi apresentada por Angelini (2000) para a Represa do Lobo (Broa, São Paulo). O modelo utilizado foi o ECOPATH, o qual tem como base as inter-relações e fluxos entre os componentes da cadeia alimentar, desde a absorção dos nutrientes pelo fitoplâncton, passando pelo grazing do zooplâncton até alcançar as transferências diretas e indiretas para a comunidade de peixes, considerando ainda as taxas de fluxo de detritos. O desenvolvimento deste tipo de abordagem e a sua aplicação a



outros ecossistemas exigem, no entanto, o profundo conhecimento simultâneo dos diversos compartimentos da cadeia alimentar (fitoplâncton, perifíton, macrófitas aquáticas, bentos, zooplâncton e comunidade de peixes) ainda não disponível para a grande maioria dos ecossistemas lacustres brasileiros.

Com vistas a avaliar a capacidade do ecossistema em assimilar a carga de nutrientes proveniente da atividade aquícola intensiva em tanques-redes e a área do ecossistema requerida para compensar o consumo de oxigênio, foi proposto por Berg *et al* (1996) o emprego do conceito de “pegada ecológica” (ecological footprint). A abordagem da pegada ecológica refere-se à área necessária para prover a gama de bens e serviços ambientais requeridos pela aquicultura ou ainda a área para sustentar os níveis atuais de consumo de recursos e geração de efluentes oriundos da atividade aquícola. Tendo como premissas a produção diária de 380 g peixe/m<sup>2</sup> para uma produtividade primária líquida de 1,9 gC/m<sup>2</sup>/dia e uma assimilação de fósforo da ordem de 47 mg/m<sup>2</sup>/dia, estimou-se para o Lago Kariba (África) que 1m<sup>3</sup> de tanque-rede estocado com tilápia requereria uma área de 115 m<sup>2</sup> do reservatório para assimilação do fósforo, 160 m<sup>2</sup> para produção do oxigênio e de 21.000 m<sup>2</sup> para produção de alimento a ser fornecido aos peixes para garantir a sustentabilidade do cultivo intensivo.

A despeito da facilidade de emprego desta abordagem como ferramenta gerencial para visualização das demandas em termos de área requerida para neutralizar os efeitos indesejáveis dos tanques-rede, os seus cálculos e estimativas baseiam-se em extrapolações das relações entre produtividade primária e assimilação de fósforo, sem considerar as taxas de renovação da água e as taxas de sedimentação de fósforo que são conhecidamente capazes de alterar profundamente a disponibilidade de fósforo para incrementar o processo de eutrofização. Além disso, Bunding (2001) critica esta abordagem indicando ser mais conveniente expressar os resultados desta estimativa em termos de produção máxima sustentável de peixes ao invés da área física ocupada pelas estruturas de cultivo e a sua área de influência.

Neste sentido, a estimativa pelo modelo de Dillon & Righler (1974) parece mais apropriada por considerar os processos de sedimentação do fósforo e por expressar os seus resultados em termos de produção aquícola máxima para manter os níveis de fósforo dentro de limites desejáveis pré-estabelecidos.

Com base nas vantagens supracitadas, o modelo de Dillon & Righler (1974) consolidou-se como uma ferramenta gerencial robusta e versátil com grande potencial de aplicação como uma estimativa preliminar do potencial de exploração aquícola de reservatórios com razoável controle dos efeitos colaterais de eutrofização associados ao cultivo. Por exemplo, Pulatsu (2003) utilizando o modelo de Dillon & Righler (1974) para estimar a capacidade suporte de um cultivo intensivo de trutas em tanques-rede em represa da Turquia, indicou a possibilidade de aumento da produção em 10 vezes aquela atualmente observada sem, no entanto, enriquecer nutricionalmente o sistema.

No entanto, a grande limitação associada ao uso do Modelo de Dillon & Righler (1974) refere-se ao fato de representar uma estimativa genérica global sem considerar as variações sazonais reais na dinâmica de sedimentação do fósforo e a sua manutenção nos sedimentos de fundo. Conforme demonstrado por Starling et al. (2002), a capacidade suporte de cada braço do Lago Paranoá para recebimento de novos aportes de fósforo sofre oscilações temporais nítidas associadas às flutuações na taxa de sedimentação do fósforo durante o ciclo hidrológico.

Para incorporar a variação temporal nas estimativas de capacidade suporte, foi testado com sucesso o emprego da ferramenta de modelagem STELLA no Braço do Riacho Fundo, do Lago Paranoá, por Starling et al. (2002). A elaboração do Modelo STELLA RIACHO FUNDO possibilitou esclarecer quantitativamente as dinâmicas de fluxos de fósforo da coluna d'água para o sedimento e para a biota, permitindo simular a concentração de fósforo no epilimnio sob diferentes cenários de aportes externos deste nutriente.

Tendo em vista os resultados alcançados no Lago Paranoá, fez-se a opção pelo emprego da modelagem em STELLA para a construção de Modelo de simulação temporal da dinâmica do fósforo nas áreas das UHE de Três Marias previstas para receber novos aportes externos deste nutriente proveniente da criação intensiva de peixes em tanques-rede.

## **2.5 – DEFINIÇÃO DO NUTRIENTE LIMITANTE AO CRESCIMENTO FITOPLANCTÔNICO.**

### **AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO NITROGÊNIO-FÓSFORO EM SISTEMAS LACUSTRES**

O fósforo é geralmente o nutriente limitante ao crescimento fitoplanctônico em ecossistemas aquáticos tropicais, sendo a sua quantidade requerida pela biomassa algal equivalente a 14% da demanda para o nitrogênio (Chorus & Mur, 1999).

A razão N:P pode ser expressa de diversas formas, incluindo o cálculo do número de átomos de ambos os nutrientes nas suas diversas frações, dissolvida, particulada e/ou total, dependendo da natureza e objetivo do estudo. A partir da definição de várias formas de cálculo da razão N:P, Barica (1990) conclui ser a razão N:P total, na qual somam-se os nutrientes particulados com os totais dissolvidos, aquela mais prática para a caracterização de lagos.

Além disso, os elaborados mecanismos de seqüestro e estocagem de fósforo pelos organismos fitoplanctônicos interferem na avaliação da sua disponibilidade real a partir das concentrações de fósforo solúvel na água, sendo mais recomendável utilizar a concentração de fósforo total para descrever a fertilidade dos ecossistemas aquáticos continentais (Reynolds, 1999).

A razão estequiométrica entre principais elementos classificados como macronutrientes, dentre os quais encontram-se o fósforo, nitrogênio e carbono, indica que para a manutenção do citoplasma da maioria dos organismos fitoplanctônicos é assimilado cerca de 1 mol de fósforo e 16 moles de nitrogênio para cada 106 moles de carbono incorporado (Redfield, 1958). Os requerimentos algais para N são aproximadamente 16 vezes maiores do que para P, em bases moleculares, segundo cálculos de Stumm (1963) *apud* Welch (1980). Segundo Schreurs, (1992 *apud* Mur et al., 1999), a baixa razão entre as concentrações de nitrogênio e fósforo (entre 10 e 16 átomos de N para 1 átomo de P) podem favorecer as florações de cianobactérias, enquanto que para algas eucariontes a razão N:P ótima situa-se entre 16 e 23 átomos de N para 1 átomo de P.

Conforme sumarizado por Beveridge (1987), resultados experimentais confirmaram que os requerimentos algais de N:P situam-se entre 13-17:1 (ou de 6-8:1, em termos de peso).

Em projeto de desenvolvimento de metodologia para avaliação de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais, Sallas & Martino (1990), propõem a razão N:P de 9:1 como referência, sendo sistemas com razões superiores a esta considerados potencialmente limitados por fósforo enquanto sistemas com N:P inferiores a 9 eram tidos como limitados por nitrogênio. Mais recentemente, Wetzel (2001) considera a razão N:P de 7:1 como aquela requerida para o crescimento balanceado do fitoplâncton. Smith (1998) define como sistemas de elevada relação N:P aqueles com razão TN:TP superiores a 17 (por peso). Em geral, razões de nitrogênio para fósforo, menores do que 10 geralmente indicam deficiência de nitrogênio, enquanto razões superiores a 20 indicam deficiência de fósforo. Além disso, sistemas eutróficos, os quais são mais afetos a florações de cianobactérias, geralmente apresentam baixa relação N:P, enquanto que nos sistemas mesotróficos e oligotróficos esta razão costuma ser elevada (UNEP-IETC, 1999). Estudos da dominância de cianobactérias em lagos naturais em função da razão N:P (Tilman & Kilhan, 1976; Rhee, 1982), evidenciaram que as concentrações de nitrogênio e fósforo limitam o crescimento de espécies de

cianobactérias e diatomáceas sob razões moleculares menores (7 a 15 N:P) do que para clorofíceas (15 a 30 N:P). Reynolds (1999) considera razões N:P baixas (inferiores a 15, em base molecular) como uma referência prática para prever a dominância de cianobactérias fixadoras de nitrogênio em reservatórios.

Em análise de 83 sistemas lacustres brasileiros, Huszar et al. (2005) considera que as razões N:P atômicas das frações totais obtidas, as quais em média variaram de 30 a 64, indicam serem todos estes sistemas estudados limitados por fósforo. No entanto, muitos autores consideram que as concentrações absolutas dos nutrientes dissolvidos seriam mais importante do que as razões N:P, na avaliação da limitação ao crescimento fitoplanctônico por nutrientes (Reynolds, 1999).

No âmbito do presente estudo, seguindo critério adotado por Huszar et al. (2006), no estudo de avaliação da relação nutriente-biomassa algal para sistemas lacustres tropicais, será utilizado como referência o valor da relação N:P (by weight) de 17, acima da qual será considerada elevada.

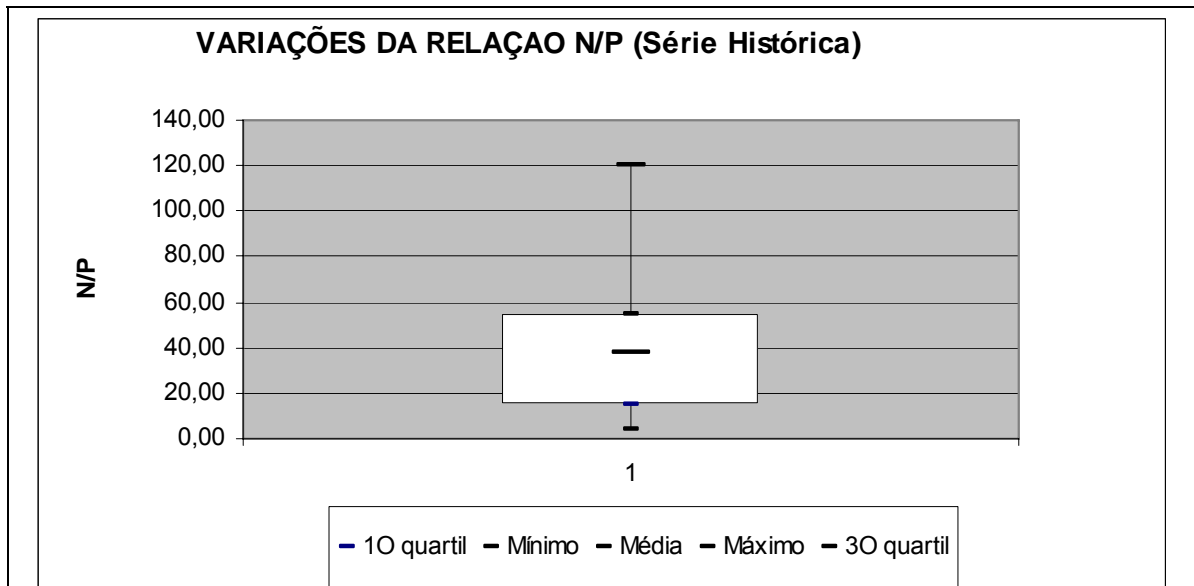
## **2.6 – AVALIAÇÃO DA RAZÃO NITROGÊNIO-FÓSFORO NO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS.**

Na ausência de estudos experimentais específicos de enriquecimento em nutrientes para a definição do fator limitante no Reservatório de Três Marias, foi analisada a série histórica de dados do monitoramento limnológico para o cálculo da razão Nitrogênio Total – Fósforo Total, expressa em termos de peso atômico, para o período de 2001 a 2006, considerando simultaneamente as Estações de Amostragem M1, M3, M4, M5 e M6, monitoradas pelo Convênio CEMIG/CODEVASF (N=48).

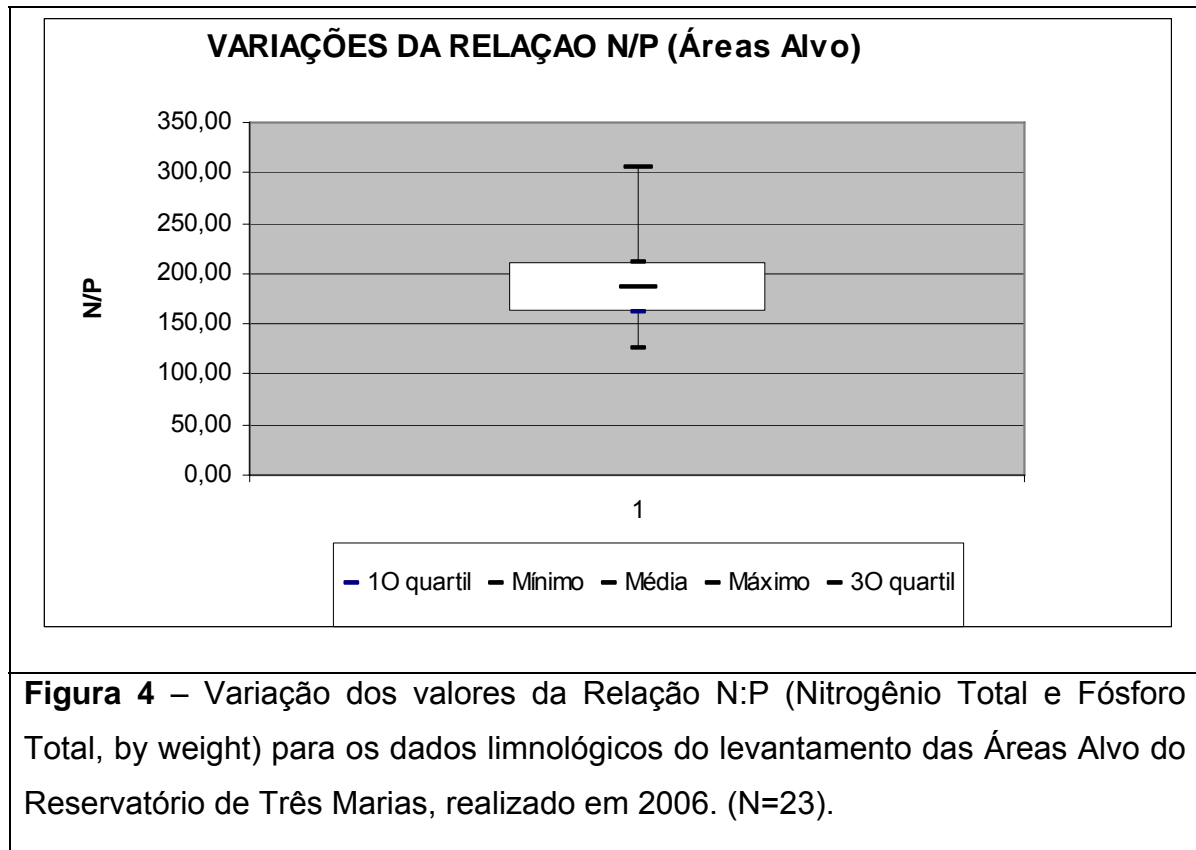
Na Figura 3 é apresentada a síntese dos resultados em box-plot, sendo que os valores da razão N:P variaram de 4 a 120, com média de 37. Estes elevados valores de razão N:P são indicativos nítidos de uma limitação por fósforo.

Submetendo os recentes dados limnológicos coletados em campanha específica nas ditas Áreas Alvo (áreas pré-selecionadas para a implantação de parques aquícolas) no ano de 2006, ao mesmo tipo de análise, observa-se que a relação N:P destas áreas mostrou-se ainda mais elevada do que a média da série histórica do Reservatório de Três Marias, alcançando sempre valores superiores a 100, com média de 185 (Figura 4).

Portanto, com base na presente análise exploratória, ficou definido que o fósforo é o fator limitante ao crescimento fitoplanctônico no Reservatório de Três Marias.



**Figura 3** – Variação dos valores da Relação N:P (Nitrogênio Total e Fósforo Total, by weight) para os dados limnológicos do monitoramento do Reservatório de Três Marias, para o período de 2001 a 2006, considerando simultaneamente as Estações de Amostragem M1, M3, M4, M5 e M6, monitoradas pelo Convênio CEMIG/CODEVASF (N=48).



## 2.7 – AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DE TRÊS MARIAS.

### INTRODUÇÃO

Lagos e reservatórios podem ser genericamente classificados como ultraoligotróficos, oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipereutróficos, dependendo da concentração de nutrientes no corpo d'água ou com base nas manifestações ecológicas das cargas de nutrientes (UNEP, 1999).

Com base nos trabalhos clássicos de limnólogos pioneiros em tipologia de lagos como Thienemann e Naumann, Vollenweider (1968) propôs uma classificação de estado trófico que se tornou mundialmente conhecida e adotada, a qual tem nas concentrações de fósforo (nutriente geralmente limitante), abundância algal (expresso como clorofila-a) e na transparência da água (disco de Secchi), os seus critérios básicos (Tabela 5).

**Tabela 5** – Classificação de Estado Trófico segundo Vollenweider (1968).

Categoria Trófica	P total ( $\mu\text{g/l}$ )	Clorofila ( $\mu\text{g/l}$ )	Secchi (m)
Ultra-Oligotrófico	< 5	$\leq 1$	$\geq 12$
Oligotrófico	5 – 10	$\leq 2.5$	$\geq 6$
Mesotrófico	10 – 30	2.5 - 8	6 – 3
Eutrófico	30 – 100	8 - 25	3 – 1.5
Hipereutrófico	> 100	$\geq 25$	$\leq 1.5$

Tradicionalmente, os lagos tropicais foram sendo geralmente enquadrados segundo este critério, muito embora fosse reconhecida a nítida diferenciação das respostas destes, em relação aos sistemas temperados, frente ao processo de eutrofização.

Segundo Straskraba & Tundisi (1999), valores médios anuais críticos de fósforo para ecossistemas lacustres diferem entre sistemas tropicais e temperados. Por exemplo, enquanto os limites máximos para lagos temperados mesotróficos e eutróficos são de 10-35 e 35-100, respectivamente, estes mesmos limites de mesotrofia e eutrofia passam a ser, respectivamente, de 20 e 50 para lagos tropicais. De fato, os valores limite de mudança de estado trófico devem ser mais restritivos para sistemas tropicais tendo em vista as maiores taxas metabólicas resultantes de radiações solares e temperaturas mais elevadas.

No entanto, torna-se difícil aplicar uma classificação com fronteiras rígidas entre os níveis de estado trófico tendo em vista as diferenças regionais dos parâmetros limnológicos e o freqüente enquadramento dos lagos em diferentes categorias dependendo do critério utilizado (UNEP, 1999). Uma solução encontrada para estas ambiguidades foi a de designar uma faixa de valores para um dado grau de eutrofização baseado em distribuição estatística (Ryding & Rast, 1989). Por exemplo, o Lago Chivero no Zimbábue, possuindo concentração de fósforo total de 40  $\mu\text{g/l}$ , apresenta 55% de probabilidade de ser mesotrófico e 38% de chance de ser eutrófico.



Tendo em vista que essa classificação com distribuição de probabilidade foi construída com base em banco de dados de lagos e reservatórios de regiões temperadas, cujas respostas funcionais frente ao aporte de nutrientes são nitidamente diferenciadas em relação aos ecossistemas lacustres tropicais, Sallas & Martino (1991) propuseram refazer o mesmo tipo de classificação para lagos tropicais. Foram utilizados dados completos de 39 ecossistemas, localizados entre o Texas (E.U.A) e o sul da Argentina, dentre os quais encontravam-se reservatórios brasileiros como o Lago Paranoá (Brasília-DF).

### **ENQUADRAMENTO ATUAL DOS RESERVATÓRIOS DE TRÊS MARIAS**

Com base na existência de uma classificação de estado trófico mais apropriada a lagos tropicais (CEPIS, 1990), foi realizado um enquadramento do Reservatório de Três Marias, considerando os dados limnológicos da série histórica do monitoramento deste ecossistema. Para tal, foram utilizados os dados médios anuais de fósforo total e de clorofila-a para a zona eufótica, realizadas entre os anos de 2002 a 2006, para os pontos de monitoramento limnológico do reservatório.

A análise de parte destes dados, apresentados na Tabela 6, revela que as concentrações atuais de fósforo total estão enquadrando o reservatório e as respectivas áreas-alvo para implantação de Parques Aquícolas como Oligotrófico e Mesotrófico, em toda a sua extensão, com probabilidade de ocorrência do estado mesotrófico em torno de 32%, quando se considera o reservatório como um todo. As estações M5 e M6 apresentaram maiores tendências a eutrofia, com probabilidades de ocorrência do estado mesotrófico de 67% e 59%, respectivamente. A estação M5 ainda apresentou uma probabilidade de ocorrência do estado eutrófico de 23%, evidenciando a maior susceptibilidade a ocorrência dos efeitos da eutrofização nesta região.

Quando se realiza o mesmo exercício de enquadramento utilizando a variável clorofila-a, tem-se uma classificação, ou enquadramento mais restritivo. Observa-se que o reservatório, em todas as estações de amostragem analisadas, apresenta, em termos médios, 64% de probabilidade de ocorrência para o estado mesotrófico, evidenciando-se assim esta tendência a esse estado trófico. Para o estado oligotrófico foi observado um percentual 16% de probabilidade de ocorrência e para o estado eutrófico, 20% de probabilidade.

Assim, pelo enquadramento utilizando-se tanto o parâmetro fósforo total, quanto clorofila-a, os resultados indicam que este reservatório está enquadrado como oligotrófico, com forte tendência para o estado mesotrófico.

**Tabela 6** – Classificação de Estado Trófico em Diversas Estações de Amostragem do Reservatório de Três Marias, segundo CEPIS (1990)

Estação	P-Total		Clorofila - a	
	(µg/l)	Classificação	(µg/l)	Classificação
M1	23,56	5% ULTRA-OLIGOTRÓFICO 39% OLIGOTRÓFICO 35% MESOTRÓFICO	6,2	12,5% OLIGOTRÓFICO 63% MESOTRÓFICO 24% EUTRÓFICO
M3	21,06	13% ULTRA-OLIGOTRÓFICO 72% OLIGOTRÓFICO 13% MESOTRÓFICO	5,7	16% OLIGOTRÓFICO 64% MESOTRÓFICO 20% EUTRÓFICO
M4	20,32	12% ULTRA-OLIGOTRÓFICO 71 % OLIGOTRÓFICO 14% MESOTRÓFICO	4,7	17% OLIGOTRÓFICO 64% MESOTRÓFICO 19% EUTRÓFICO
M5	48,23	9,5% OLIGOTRÓFICO 67% MESOTRÓFICO 23% EUTRÓFICO	6,6	12,5% OLIGOTRÓFICO 63% MESOTRÓFICO 24% EUTRÓFICO
M6	30,17	40% OLIGOTRÓFICO 59% MESOTRÓFICO	4,9	17% OLIGOTRÓFICO 64% MESOTRÓFICO 19% EUTRÓFICO
<b>RESERVATÓRIO</b>	<b>28,67</b>	<b>4% ULTRA-OLIGOTRÓFICO</b> <b>61% OLIGOTRÓFICO</b> <b>32% MESOTRÓFICO</b>	<b>5,6</b>	<b>16% OLIGOTRÓFICO</b> <b>64% MESOTRÓFICO</b> <b>20% EUTRÓFICO</b>

## **2.8 – ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS RELAÇÕES CLOROFILA-NUTRIENTES NO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS**

### **CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES: IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO CLOROFILA-FÓSFORO**

O fósforo é considerado um dos principais elementos químicos dos ecossistemas. Esta importância deve-se a sua participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia e estruturação da membrana celular, etc. (Esteves, 1998).

O fósforo é o principal fator limitante da produtividade dos ecossistemas aquáticos e o elemento responsável pelo processo de eutrofização de suas águas, o que, em escala mais crítica, poderia inviabilizar os seus diversos usos. O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico. As principais fontes de fósforo são os esgotos domésticos e industriais ou os insumos agrícolas.

Como resposta imediata do enriquecimento em nutrientes (fósforo e nitrogênio) ocorre o crescimento de algas microscópicas representantes da comunidade fitoplanctônica. A clorofila-a é uma variável que mede indiretamente a quantidade de algas presentes na água. Serve como um indicativo da produtividade do sistema, podendo ser associada ao enriquecimento do ambiente por insumos agrícolas. Em sistemas de abastecimento, a presença de determinada alga pode gerar algum nível de toxicidade.

As concentrações médias de fósforo e clorofila-a em ambientes lacustres têm sido bastante utilizadas como índices de produtividade e eutrofização cultural, sendo inclusive rotineiramente incluídas em programas de avaliação e monitoramento de lagos e reservatórios (Canfield & Bachman, 1981; Canfield, 1983; Barica, 1990).

## 2.9 – RELAÇÕES BIOMASSA ALGAL – NUTRIENTES NO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS

Os métodos estatísticos mais usuais para análise de relação entre duas variáveis são os gráficos com a nuvem de pontos e o coeficiente de correlação linear de Pearson que varia de (-)1 (correlação inversa perfeita, quando uma variável aumenta, a outra diminui), passando pelo 0 (nenhuma correlação), até 1 (relação perfeita positiva). Apesar do coeficiente de correlação quantificar com exatidão apenas relações lineares, ele pode nos dizer muito sobre a intensidade da relação mesmo em situações não-lineares.

Mas tanto os gráficos com as variáveis, quanto o coeficiente de correlação de Pearson, apenas permitem considerações sobre a intensidade da relação, não permitindo inferências a respeito da causalidade da relação (Zar, 1996), que possibilite prever que para um determinado valor de X, ter-se-ia um valor de Y. Isso pode ser conseguido, através do cálculo da regressão linear e/ou não linear. A relação fósforo-clorofila é mais descrita na literatura pelo modelo de regressão linear logaritmizado ( $Y = a + b \cdot \ln(X)$ ) e pelo modelo não-linear ( $Y = a \cdot X^b$ ). (Hakanson & Peters, 1995).

Com base no conhecimento de que a biomassa algal estabelecida em um dado ecossistema lacustre é função da concentração de nutrientes no meio, especialmente o fósforo, uma grande atenção tem sido devotada ao estudo da relação clorofila-fósforo em lagos e reservatórios de regiões temperadas e tropicais (Jones & Bachmann, 1976; Canfield, 1983).

Em geral, pode-se dizer que a relação clorofila-fósforo é uma relação do tipo curvilínea (Straskraba, 1980), sendo geralmente melhor representada pelas variáveis submetidas à transformação logaritmica, a fim de estabilizar a variância dos dados (Nieuwenhuys & Jones, 1996).

A série histórica de dados limnológicos do Reservatório de Três Marias (entre 2001 e 2006), relativa às Estações de Amostragem monitoradas pelo Convênio CEMIG/CODEVASF foi submetida a uma análise exploratória para verificação das relações dos nutrientes com a biomassa algal.

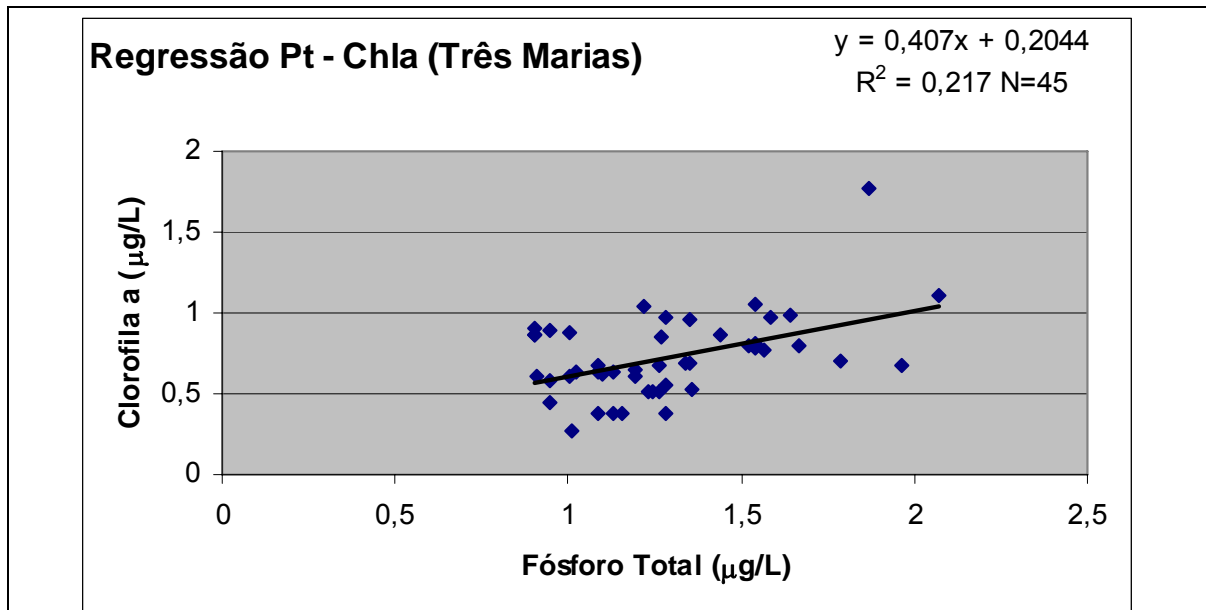
Os resultados das regressões lineares Clorofila-Fósforo e Clorofila-Nitrogênio para os dados da zona eufótica (0 a 5 metros) logaritmizados referentes as estações M1 a M6, encontram-se nas figuras 5 e 6.

Foi possível constatar de forma geral que as relações dos nutrientes com a biomassa algal foram pouco expressivas, com valores de  $R^2$  sempre inferiores aqueles indicados na literatura para ambientes tropicais (Huszar et al., 2006). Estes resultados podem ter sido devidos ao uso de um conjunto pequeno de dados e/ou influenciados por outras variáveis limnológicas como a turbidez, por exemplo (Canfield, 1983).

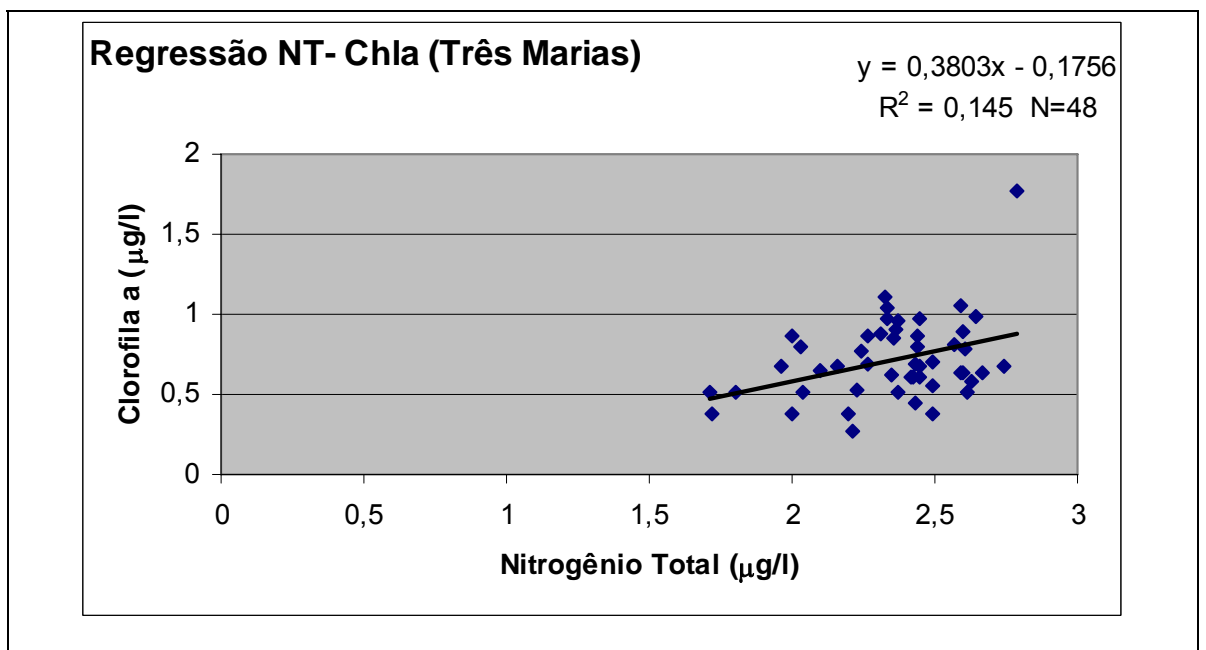
Em todas as estações, o fósforo se correlacionou melhor com a biomassa algal que o nitrogênio (valores de  $R^2$  sempre superiores), indicando que a concentração de fósforo, como fator limitante, representa um melhor estimador dos teores de clorofila-a no reservatório de Três Marias.

Um enfoque mais direcionado ao fósforo foi dado em nova avaliação das regressões lineares deste nutriente com a biomassa algal utilizando-se também os dados da série histórica de monitoramento limnológico do Reservatório de Três Marias.

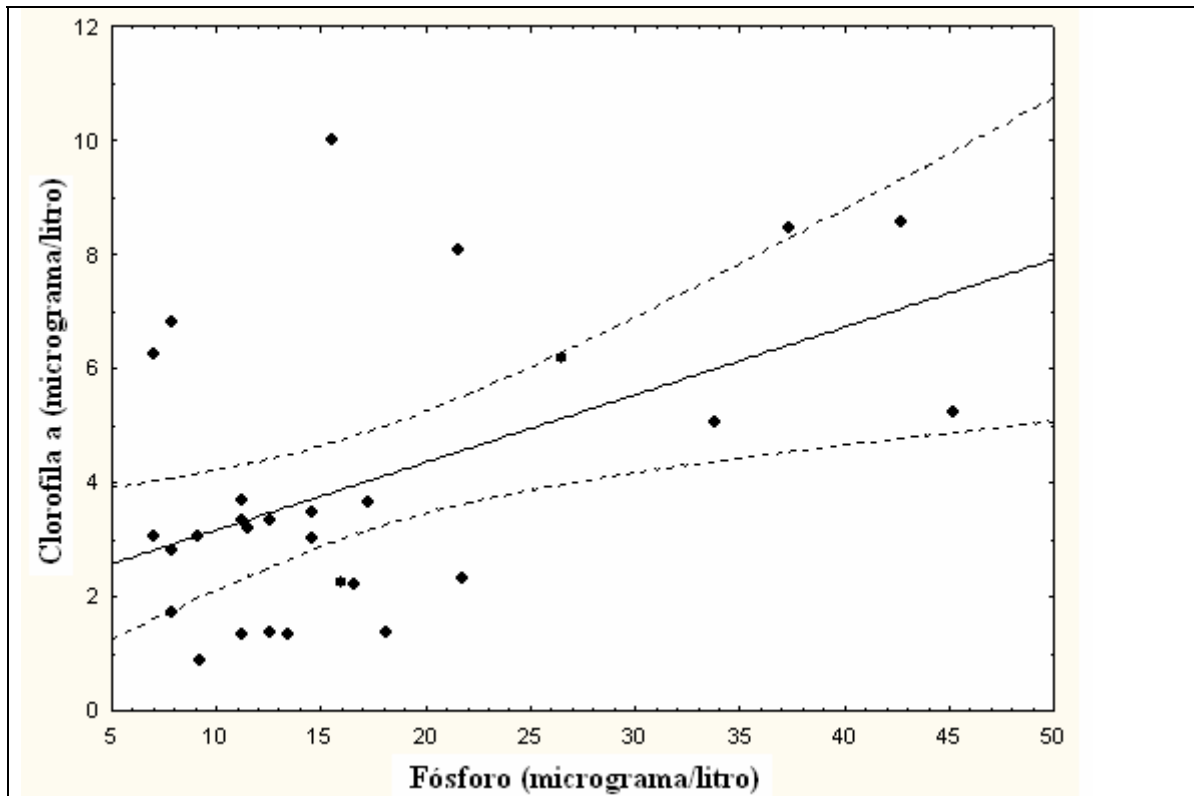
Os resultados destas novas regressões foram mais consistentes e o modelo foi estatisticamente significativo, conforme pode ser visto na figura 7 e Tabela 7.



**Figura 5** – Regressão Clorofila – Fósforo para a zona eufótica (0-5 m) nas Estações M1, M3, M4, M5 e M6 do Monitoramento Limnológico de Três Marias de 2001 a 2006 (N= 45).



**Figura 6** – Regressão Clorofila – Nitrogênio para a zona eufótica (0-5 m) nas Estações M1, M3, M4, M5 e M6 do Monitoramento Limnológico de Três Marias de 2001 a 2006 (N= 48).



**Figura 7** – Regressão linear clorofila x fósforo para o reservatório de Três Marias (superfície). Dados coletados entre os anos de 2001-2006. N=28;  $r = 0,49$ ;  $R^2 = 0,25$ .

**Tabela 7** – Valores da regressão linear Clorofila (variável dependente) e fósforo para as várias regiões do reservatório de Três Marias (2001-2006; superfície; N = 28).

	B	Erro Padrão	Nível p
<b>Intercept</b>	1,985942	0,811888	0,021519
<b>Fósforo</b>	0,118686	0,040406	0,006849

## **2.10 – ESTABELECIMENTO DAS CONCENTRAÇÕES LIMITES DE FÓSFORO TOTAL PARA O RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS.**

A definição dos valores máximos permissíveis de fósforo total para que não sejam desencadeados processos de eutrofização, caracterizados por florações de algas, especialmente cianobactérias, deve ser feita levando-se em consideração as particularidades de cada ecossistema, as quais são expressas nas respostas individualizadas da biomassa algal frente a cada novo aporte de nutriente.

Em recente estudo desenvolvido no Lago Paranoá por Starling et al. (2002), foram estabelecidos valores limites de fósforo total específicos para cada braço do ecossistema em função dos seus valores correspondentes de resposta de biomassa algal (em termos de teores de clorofila-a) máxima admissível esperada seguindo as regressões lineares obtidas individualmente com base na série histórica de dados limnológicos de cada área. Assim, por exemplo, o valor de fósforo total capaz de elevar a biomassa algal a um valor de 13  $\mu\text{g/l}$  (correspondente a 50% de chance do ambiente se tornar EUTRÓFICO, segundo CEPIS, 1990) seria de 6,6  $\mu\text{g/l}$  para um braço do lago e de 19  $\mu\text{g/l}$  para outro braço deste mesmo ecossistema.

Com base em seus resultados, este mesmo estudo sugere que os valores limites de fósforo total devem refletir as reais respostas em termos de biomassa algal a serem estabelecidas naquele dado ecossistema e que ainda estejam de acordo com os critérios atuais de classificação de estado trófico. Assim, por exemplo, para que a probabilidade que um dado ecossistema tropical se torne eutrófico seja nula, o limite máximo aceitável de concentração de fósforo é 25  $\mu\text{g/l}$  (CEPIS, 1990), enquanto o valor limite de clorofila-a para não se ter chance alguma deste mesmo ecossistema ser eutrófico, é de 3  $\mu\text{g/l}$ .

Essa distinção natural dos limites correspondentes de fósforo total e clorofila-a não é seguida pela atual legislação brasileira, já que a Resolução No 357 do



CONAMA, datada de 17/03/2005, estabelece o mesmo limite máximo de 30 µg/l tanto para o fósforo total quanto para clorofila-a, para o enquadramento das atividades de aquicultura e pesca como Classe 2 em ambientes lênticos..

No presente estudo, o baixo poder preditivo das regressões fósforo total-clorofila-a, obtidas a partir da análise da série histórica, porém deficiente, de dados limnológicos dos Reservatórios de Três Marias, impossibilitam gerar uma previsão mais robusta e confiável das respostas individualizadas da biomassa algal frente aos possíveis incrementos das concentrações de fósforo total para cada área dos reservatórios. Além disso, para fins de futuro licenciamento de uma atividade produtiva como a aquicultura intensiva em tanques-rede, é obrigatório o cumprimento da legislação vigente, no caso, a Resolução CONAMA 357, a qual estabelece o limite de 30 µg/l para fósforo total.

Face ao exposto, apesar das considerações técnicas apontarem para a adequabilidade do estabelecimento de concentrações limites de fósforo total e clorofila-a específicas para cada área de parque aquícola a ser futuramente implantado, optou-se pelo uso do valor de referência de 30 µg/l para fósforo total, estabelecido pela Resolução CONAMA 357.

## **2.11 – ESTIMATIVAS DE CAPACIDADE SUPORTE NO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS**

### **DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE ENTRADA DO MODELO DE DILLON & RIGHLER (1974) PARA OS PARQUES AQUÍCOLAS DE TRÊS MARIAS**

Com base na definição do valor limite de 30 µg/l para fósforo total, segundo a legislação atual (resolução Conama nº 357), foram feitas simulações individualizadas da capacidade suporte para a criação intensiva de tilápias nas áreas de Três Marias, utilizando-se o modelo desenvolvido por Dillon & Righler (1974) e modificado por Beveridge (1987).

Os dados de entrada do modelo, constituem-se tanto de informações técnicas do cultivo (conteúdo de P da ração e do peixe e taxa de conversão alimentar), quanto de dados limnológicos/hidrológicos (concentração superficial e taxa de sedimentação de fósforo e tempo de residência) e morfométricos (profundidade média e área superficial) do ecossistema.

O conteúdo de fósforo na ração representa um parâmetro crucial para a definição da carga orgânica a ser aportada no ecossistema via aqüicultura intensiva em tanques-rede.

As rações comerciais tradicionalmente utilizadas em cultivos intensivos de peixes em tanques-rede instalados em ecossistemas lacustres tropicais costumavam apresentar conteúdo de fósforo variando entre 1,30 e 2,52 % para tilápia e de 0,93 e 3,06% para carpa comum (Beveidge, 1984). A partir da recente disseminação da preocupação com o potencial poluente das rações, em termos de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio, lançados no meio aquático, um grande esforço tem sido empreendido pelos grandes fabricantes de ração com vistas a reduzir ao máximo os seus teores de nutrientes, maximizando simultaneamente as taxas de conversão alimentar do peixe cultivado.

Em levantamento das cinco principais rações comerciais utilizadas em criações intensivas em tanques-rede na região Sudeste do Brasil no fim da década de 90, Kubitzka (1999) verificou que o conteúdo de fósforo variava de 0,85% a 1,54%, com uma conversão alimentar que oscilava entre 1,4 a 2,5 para a tilápia. Nos últimos anos, tem havido uma redução ainda maior nos níveis de nutrientes das rações, sendo hoje possível encontrar no mercado rações com conteúdo de fósforo que alcançam 0,5% (Coelho & Cardoso, 1998; Bozano, *com. pessoal*), tendo sido este o valor de conteúdo de fósforo na ração adotado no presente estudo.

Seguindo uma tendência mundial de redução de custos e otimização do processo produtivo, a conversão alimentar dos cultivos intensivos de peixes em tanques-rede vem também sofrendo redução substancial, graças ainda a melhoria da qualidade das rações ofertadas no mercado. Assim, é bem comum encontrar hoje, em projetos de cultivo de tilápias que alcançam tamanho final de abate de 700-900g, índices de conversão alimentar próximos a 1,5:1,0 (Bozano, *com. pessoal*). Também para espécies nativas da região amazônica como o tambaqui, as taxas de conversão alimentar melhoraram, passando de 3:1 (Chellappa *et al*, 1995) para 1,8:1,0 (Gomes *et al.*, 2006) em estudos experimentais em tanques-rede no Nordeste e na Região Norte, respectivamente. No âmbito do presente estudo, adotou-se a conversão alimentar de 1,5: 1,0 para tilápia, seguindo sugestão de Bozano (*com. pessoal*), baseada na performance destas espécies em projetos aquícolas comerciais em diversas regiões do Brasil.

Também no tocante ao teor de fósforo no peixe, existe uma variabilidade considerável dos valores presentes na literatura para a mesma espécie íctica. Segundo Drenner *et al* (1997), o peso seco do peixe (tilápia) é 23,9% do seu peso fresco e o conteúdo de fósforo é igual a 2,39% do peso seco, resultando em um valor final de 0,57% de P para a tilápia, em relação ao seu peso fresco. Por outro lado, a grande maioria dos estudos de estimativa de capacidade de suporte utiliza o valor de 0,34% (Meske & Manthey, 1983 *apud* Troell & Berg, 1997) para o conteúdo de fósforo da tilápia (Beveridge, 1984; 1996; Folke *et al*, 1998; Kautsky *et al*, 1997), tendo sido este o valor adotado no presente estudo.

Quanto aos dados limnológicos de entrada do modelo (concentração superficial e taxa de sedimentação de fósforo e tempo de residência), procurou-se, na medida do possível, utilizar informações diretas do ecossistema em estudo, em consulta a série histórica de dados do monitoramento limnológico do reservatório de Três Marias.

Entretanto, também foi considerado um outro cenário, onde os valores adotados para o fósforo total foram obtidos em campanha específica nas áreas alvo do reservatório de Três Marias, ocorrida em 2006, cujos valores médios das amostras de superfície oscilaram entre 2 µg/l e 3 µg/l.

Quanto à taxa de sedimentação de fósforo não foram encontrados estudos específicos com esta estimativa, assim foram adotados dois valores separadamente, também compondo cenários diferenciados. A primeira estimativa foi realizada a partir da análise das retenções globais de fósforo baseadas nas suas concentrações superficiais ao longo do corpo principal do reservatório. Assim, pela diferença dos valores médios anuais de fósforo total entre as estações M6 e M1, no período de 1996 a 2006, ou seja, para os últimos 10 anos, foi possível estimar a retenção global do reservatório como sendo da ordem de 55%.

O outro valor adotado, ou seja, taxa de sedimentação de 77%, foi obtido a partir de indicações da literatura e representa o valor de referência sugerido por Beveridge (1987) em situações onde não há medições *in situ* para o corpo d'água em estudo.

Cabe esclarecer que o fosfato pode ser retirado da coluna d'água por precipitação. Isso pode ocorrer através da presença de íons de ferro na coluna d'água ou através da presença de argilas com grande capacidade de adsorção de fosfatos, principalmente os que estiverem ligados a íons de ferro e alumínio. Em lagos com níveis de pH mais elevados, o cálcio também pode ser o responsável pela precipitação de fosfatos.

As informações morfométricas de entrada do modelo, i.e., profundidade média, área superficial e volume, foram obtidas a partir das curvas de cota x área volume, calculadas em função da definição de uma cota alvo, ou seja, a cota mínima na qual seria implantado cada parque aquícola.

A definição da cota-alvo foi feita considerando como a cota mínima observada, no período compreendido entre 01/01/91 a 01/12/01, cuja frequência de ocorrência tivesse sido superior a 96%, com base nas curvas de permanência de nível d'água do Reservatório da UHE de Três Marias. De acordo com as frequências de cota efetivamente mantidas ao longo dos dez anos analisados, conforme mostrado na Tabela 8 o reservatório de Três Marias permaneceu em cota igual ou superior a 552,20 metros em mais de 96% do tempo, definindo-se, portanto este nível como a cota-alvo de referência no presente estudo.

Uma vez definida a cota-alvo de 552,20 metros, fez-se necessário descontar a lâmina d'água mínima necessária para instalação dos tanques, segundo a legislação vigente, ou seja, 4 metros, dos quais 1,5-2,5 metros refere-se a altura do tanque e 1,5 metros representa a distância mínima do fundo do tanque ao sedimento do reservatório (Instrução Normativa Interministerial nº 8 de 26/11/03).

Portanto, utilizou-se como referência a cota 552,20 m como cota-alvo (com mais de 96% de permanência), de onde foram descontados os 04 metros de coluna d'água requeridos para a instalação dos tanques-redes.

Os dados de área de espelho d'água e profundidade média de cada parque aquícola, foram obtidos a partir dos respectivos dados de volume e área na cota final de 548,20 metros, calculados neste trabalho.

Uma das variáveis de maior importância na avaliação de capacidade de suporte é a taxa de renovação da água, representada pelo tempo de residência do corpo hídrico (DUARTE *et al.*, 2003).

Para reservatórios, a taxa de renovação de água varia ao longo do ano como resultado combinado das oscilações naturais do ciclo hidrológico com as alterações de vazão defluente em função da regra operativa do aproveitamento hidroelétrico.

No caso específico do Reservatório da UHE Três Marias, pode-se claramente constatar haver um comportamento bastante regular na dinâmica sazonal de oscilação de cota ao longo dos anos. Em meados de novembro e início de dezembro ocorre o início de subida dos níveis do reservatório, mantendo os níveis mais elevados no período compreendido entre março e julho, quando então o reservatório é deplecionado até meados de novembro/início de dezembro, reiniciando o ciclo.

Tendo em vista a realização de estimativas específicas de tempo de residência para cada área alvo no âmbito do presente projeto, foram considerados, para fins de cálculo da capacidade de suporte dos parques aquícolas, tempos de residência variando entre 15 e 35 dias para as diversas áreas alvo, conforme as simulações feitas pelo programa computacional SISBAHIA (COPPETEC, UFRJ) sob a responsabilidade do Dr. Paulo César Rosman.

**Tabela 8** – Principais Valores de Frequência de Cotas do Reservatório de Três Marias

<b>Curva de Permanência</b>	
<b>01/01/91 - 01/12/01</b>	
<b>P</b>	<b>Cota (m)</b>
5%	572,34
10%	571,97
25%	570,36
50%	568,04
75%	562,76
90%	558,77
96%	552,20

Fonte: Série Hidrológica Operacional de Três Marias

Nota: (\*) O reservatório não ultrapassa a cota 572,43 na operação normal.

### **ESTIMATIVAS DE CAPACIDADE SUPORTE PARA OS PARQUES AQUÍCOLAS DE TRÊS MARIAS SEGUNDO MODELO DE DILLON & RIGHLER (1974)**

Com base na definição de todos os parâmetros de entrada do Modelo de Dillon & Rigler (1974), foram então estabelecidos quatro cenários envolvendo a combinação das diferentes informações referentes à qualidade da água, em especial o nível de fósforo total e também em relação aos dois possíveis valores a serem considerados para a taxa de sedimentação, conforme indicados na Tabela 9.

Em função da definição destes diferentes cenários, mantidos os demais valores para os parâmetros de entrada do modelo, foram então realizados os cálculos para as estimativas de produção máxima sustentável (em toneladas/ano) de peixes a serem produzidos por aqüicultura intensiva em tanques-redes na UHE Três Marias.

Os parâmetros e variáveis usados para as estimativas da capacidade de suporte das áreas aqüícolas do Parque Aqüícola São Francisco-2 estão representados na figura 8 e Tabelas 10 e 11 (cenário 4). Um dos parâmetros mais importantes para a estimativa da capacidade de suporte em termos de piscicultura intensiva para um determinado corpo de água é uma correta estimativa do tempo de residência. No presente estudo, esses tempos foram estimados a partir de um estudo de modelagem hidrodinâmica feito pelo programa computacional SISBAHIA desenvolvido pelo Prof. Dr. Paulo C. Rosman (COPPETEC/UFRJ). Essa modelagem permite estimativas do tempo de residência muito mais acuradas do que o método tradicional ainda muito usado em Hidrologia que consiste em dividir o volume de um dado braço do reservatório pela vazão afluyente do tributário que alimenta essa porção do reservatório. A modelagem hidrodinâmica permite que se avalie o efeito das correntes além das entradas de água pelos diferentes tributários. O modelo é alimentado com determinações batimétricas, dados de vento, morfometria, vazões dos tributários.

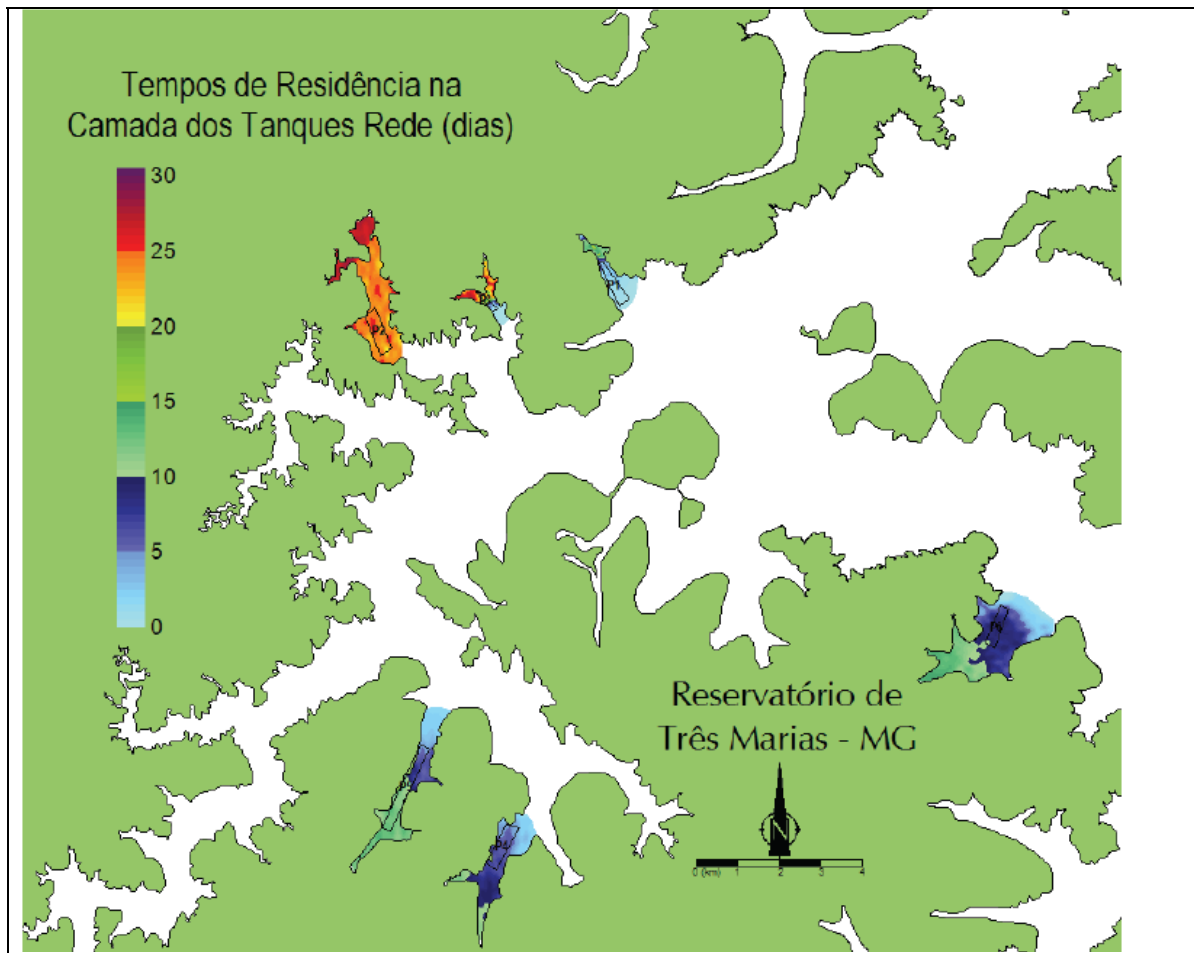
**Tabela 9** – Cenários de referência para estimativas de capacidade suporte do Reservatório de Três Marias.

<b>Cenário</b> <b>1</b>	Fósforo total obtido a partir da série histórica de monitoramento
	Taxa de Sedimentação obtida a partir da análise das retenções globais de fósforo ao longo do corpo principal do reservatório, a partir da série histórica de monitoramento, com valor médio estimado em 55%
<b>Cenário</b> <b>2</b>	Fósforo total obtido a partir da série histórica de monitoramento
	Taxa de Sedimentação obtida a partir da literatura, tendo sido estimada em 77%.
<b>Cenário</b> <b>3</b>	Fósforo total obtido a partir da campanha específica nas áreas alvo, ocorrida em 2006.
	Taxa de Sedimentação obtida a partir da análise das retenções globais de fósforo ao longo do corpo principal do reservatório, a partir da série histórica de monitoramento, com valor médio estimado em 55%
<b>Cenário</b> <b>4</b>	Fósforo total obtido a partir da campanha específica nas áreas alvo, ocorrida em 2006.
	Taxa de Sedimentação obtida a partir da literatura, tendo sido estimada em 77%.

Os outros parâmetros usados para se estimar a capacidade de suporte são os seguintes: (a) conteúdo de fósforo na ração usada para se alimentar os peixes, (b) conteúdo elementar de fósforo na biomassa dos peixes, (c) taxa de sedimentação de fósforo no sistema, (d) concentração inicial de fósforo total, (e) concentração final de fósforo total no sistema, (f) profundidade em metros, (g) tempo de residência ou detenção (fig. 8), (h) área do braço do reservatório ou área aquícola a ser considerada.



A capacidade de suporte pode, por sua vez, ser estimada em termos de números de gaiolas, toneladas de peixes produzidas por ano. As estimativas de capacidade de suporte foram feitas pelo Dr. Fernando Starling (UCB, Brasília) e estão fornecidas na Tabela 16 para o Parque Aquícola São Francisco-2.



**Figura 8** – Tempos de residência das áreas aquícolas associadas aos Parques Aquícolas Indaiá 1, 2 e 3 e São Francisco 1 e 2, Reservatório de Três Marias, Minas Gerais.

**Tabela 10** – Parâmetros usados no modelo Stella para se definir a capacidade de suporte no Parque Aquícola São Francisco-2, reservatório de Três Marias (Modificado de Fernando Starling).

<b>Parque Aquícola São Francisco 2</b>	<b>Pol. 6</b>
Conteúdo P na ração (%)	0,5
Taxa de Conversão T.C : 1	1,5
Teor de fósforo (P) no Peixe (w/w) (%)	0,34
Taxa de Sedimentação (%)	0,77
Concentração inicial de Fósforo Total (TP) em mg/m <sup>3</sup>	1,54
Concentração final de Fósforo Total (TP) em mg/m <sup>3</sup>	30
Prof. (m)	2,8
Tempo Detenção (Mês)	0,67
Área (ha)	140
Biomassa Total de peixes (ton/ano)	2130
Toneladas de peixe produzida/ano	2.130
Área Total em m <sup>2</sup> de gaiola	21295
Número Total de Gaiolas	5324
Percentual (%) do reservatório ocupado pelo Parque Aquícola	1,52
Area a ser requerida (x 5 em %)	7,61
Area de zoneamento m <sup>2</sup>	106476
Area em hectares (ha)	10,65
Área Delimitada (há)	14,5

**Tabela 11** – Síntese da capacidade de suporte do Parque Aqüícola de São Francisco-2, reservatório de Três Marias (Dados modificados e consolidados por Magda Greco e Rafael Resck)

	ÁREA-ALVO	POLÍG.	ÁREA DO PARQUE AQUÍCOLA (ha)	ÁREA DAS ÁREAS AQUÍCOLAS (ha)	Área da capacidade e suporte
São Francisco 2	TMA 18	6	133,6	14,5	5,44
			VOLUME DO BRAÇO (m <sup>3</sup> )	TR (MÊS)	NÚMERO DE GAIOLAS
	TMA 18	6	2.030.000	0,7	2.720

### ÁREA AQUÍCOLA 6

Área Aqüícola	6
Dados de Entrada do Modelo	
Conteúdo de fósforo na ração (%)	0,5
Taxa de conversão T.C: 1	1,5
Teor de fósforo no Peixe (p/p) (%)	0,34
Taxa de sedimentação (%)	0,77
Fósforo inicial mg/m <sup>3</sup>	1,54
Fósforo final mg/m <sup>3</sup>	30
Profundidade media (m)	2,8
Tempo de Detenção (mês)	0,67
Área do braço (ha)	140
Tonelada de peixe produzida/ano	2.130
Número de gaiolas	5.324
Área requerida em ha	10,65
Área delimitada (ha)	14,50
Tonelada de peixe/ano corrigida para as áreas delimitadas	2.130
Número de gaiolas corrigida para as áreas delimitadas	5.324

## **2.12 – DESCRIÇÃO DE MEDIDAS ADOTADAS NO GERENCIAMENTO DO PARQUE AQUÍCOLA PARA QUE NÃO SEJA SUPERADA A CAPACIDADE SUPORTE.**

As estimativas da capacidade de suporte envolvem uma parametrização muito precisa para que sejam válidas. Os principais parâmetros usados para se estimar o modelo da capacidade de suporte que podem ser modificados no empreendimento são:

- teor de fósforo na ração a ser usada.
- quantidade de peixes em cada gaiola
- taxa de conversão alimentar
- taxa de sedimentação
- teores inicial e final de fósforo total
- área e profundidade média da área aquícola
- tempo de residência (ou detenção) da massa de água na área aquícola

Além desses parâmetros, o modelo usado pressupõe que o fósforo seja o elemento limitante para a produção primária e que haja uma relação linear robusta entre o teor de fósforo e a biomassa algal.

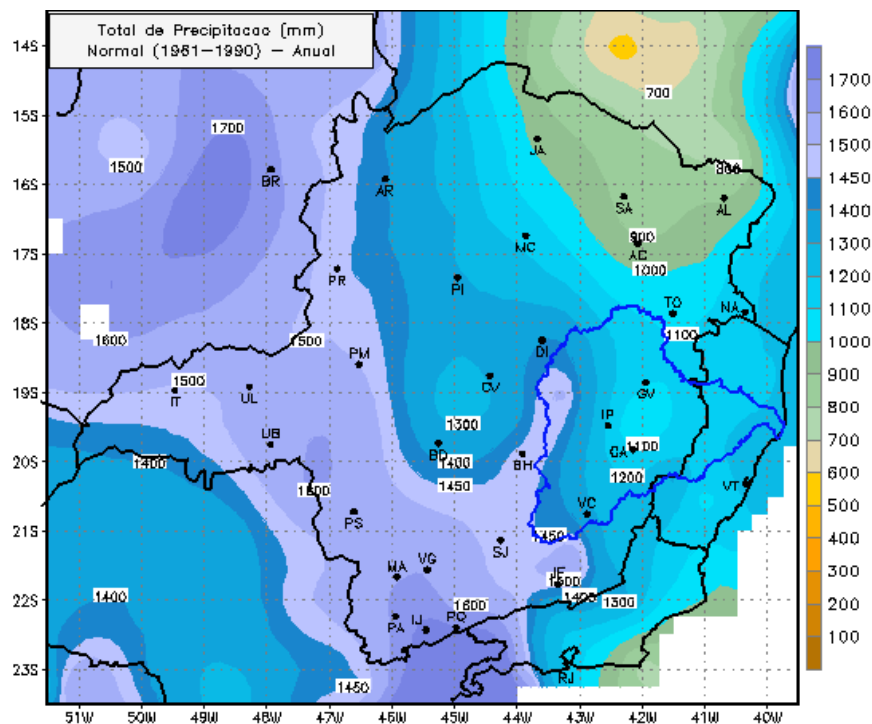
A principal medida para que se garanta a manutenção da operação do parque aquícola dentro da capacidade de suporte estimada é sem dúvida a manutenção do monitoramento limnológico (ver adiante) que deverá quantificar diversos tipos de impactos ligados a uma eventual não conformidade dos níveis operacionais com a capacidade de suporte estimada para cada uma das áreas aquícolas do parque aquícola. Outra medida importante refere-se à fiscalização que deverá ser exercida pelo poder público para que se garanta a qualidade do monitoramento ambiental bem como ela deve verificar se os parâmetros usados no modelo de capacidade de suporte estão sendo respeitados pelo empreendedor (ver adiante).

## 2.13 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

### CLIMA

Com base nas normais climatológicas (Fig. 9), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o período de 1961-1990, ou média histórica, a região de abrangência da represa de Três Marias corresponde a aproximadamente 1300 mm.

Vale lembrar que todo o Estado apresenta duas estações distintas. O período do verão, de outubro a março, também conhecido como período chuvoso, concentra os maiores valores de precipitação no decorrer do ano, correspondendo um total em torno de 1200 mm para a região de Três Marias.



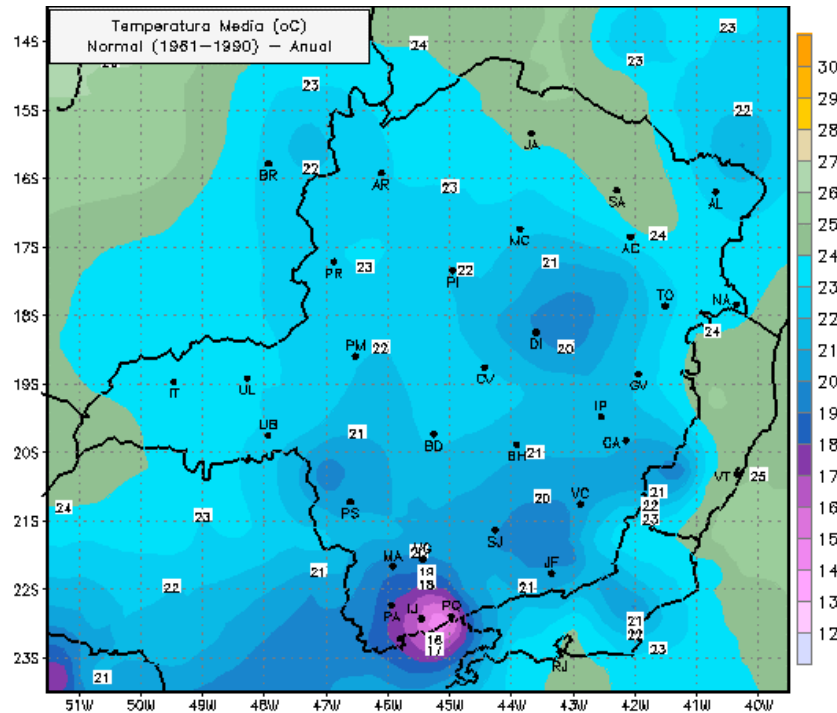
**Figura 9** – Média histórica de precipitação anual para o período de 1961-1990 para o Estado de Minas Gerais (fonte: INMET).

A temperatura da água é fator de grande importância para a criação de peixes. A velocidade de crescimento dos peixes está diretamente associada com diferentes variações nos valores de temperatura. Este fato acontece porque os peixes são animais pecilotérmicos, ou seja, a sua temperatura varia com a do ambiente. Este aumento ou diminuição da temperatura deve ser feito dentro de certos limites para não provocar a dormência dos animais em caso de temperatura baixa, ou de estresses calórico em temperaturas elevadas. Temperatura fora da zona de conforto ou variações bruscas pode ocasionar a morte dos animais.

Para o bom desenvolvimento corporal (crescimento) e performance reprodutiva, existe uma faixa de temperatura ótima de água para os peixes. De uma maneira geral, para as espécies tropicais, como carpa, tambaqui, pacu e outros, o ideal de temperatura da água fique entre 20 a 27°C, sendo toleradas temperaturas extremas de 15 a 35°C, porém com suspensão de ingestão de alimentos e aumento de susceptibilidade a doenças.

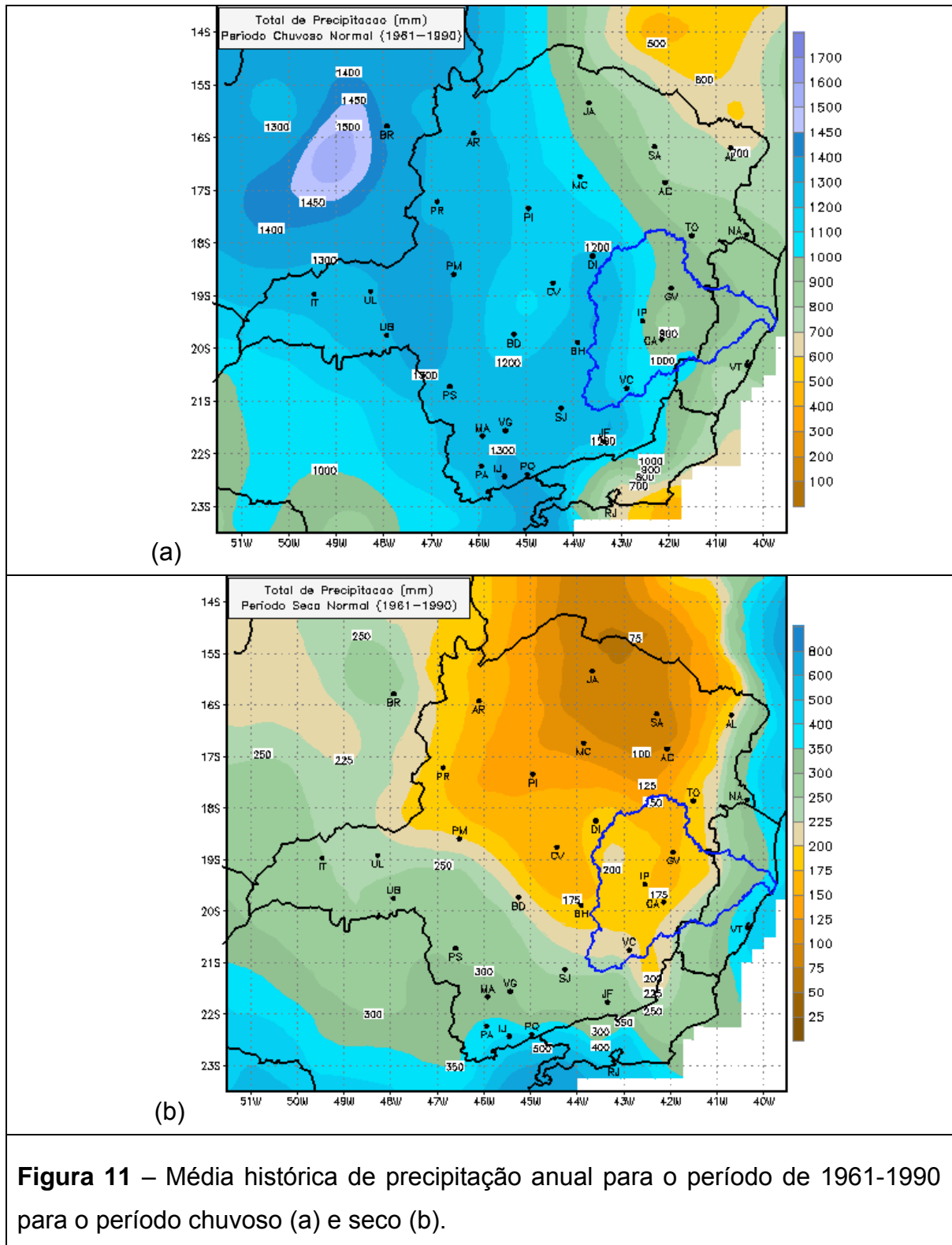
Outro ponto importante está baseado no fato de que temperaturas inferiores às exigidas pela espécie cultivada, torna-a suscetível a doenças (parasitas, fungos e bactérias). Há redução da ingestão de alimentos, trazendo como consequência queda na resistência. Nessas condições não é recomendado manejar os animais. Temperaturas elevadas também podem ser perigosas, pois a cada 10°C que a temperatura aumenta, o efeito das substâncias tóxicas duplicam.

Tais justificativas demonstram a necessidade de análises microclimáticas e climáticas nesta Represa e em suas áreas de influência, para implantação de parques aquícolas. Para a região de interesse, a média histórica de temperatura, para o período de 1961-1990, é igual a 25°C (Fig. 10).



**Figura 10** – Média histórica anual de temperatura do ar para o período de 1961-1990 (fonte: INMET)

Estes valores indicam que praticamente toda a chuva que incide em ambas represas ocorre neste período. As figuras 11A e 11B abaixo apresentam a média histórica de precipitação para o período chuvoso e seco, respectivamente.





## **PRINCIPAIS SISTEMAS CONVECTIVOS QUE ATUAM NA REGIÃO**

O Estado de Minas Gerais apresenta duas estações, no decorrer do ano, bastante distintas. O período seco, observado durante o inverno, entre os meses de junho a setembro e o período chuvoso entre os meses de outubro a março.

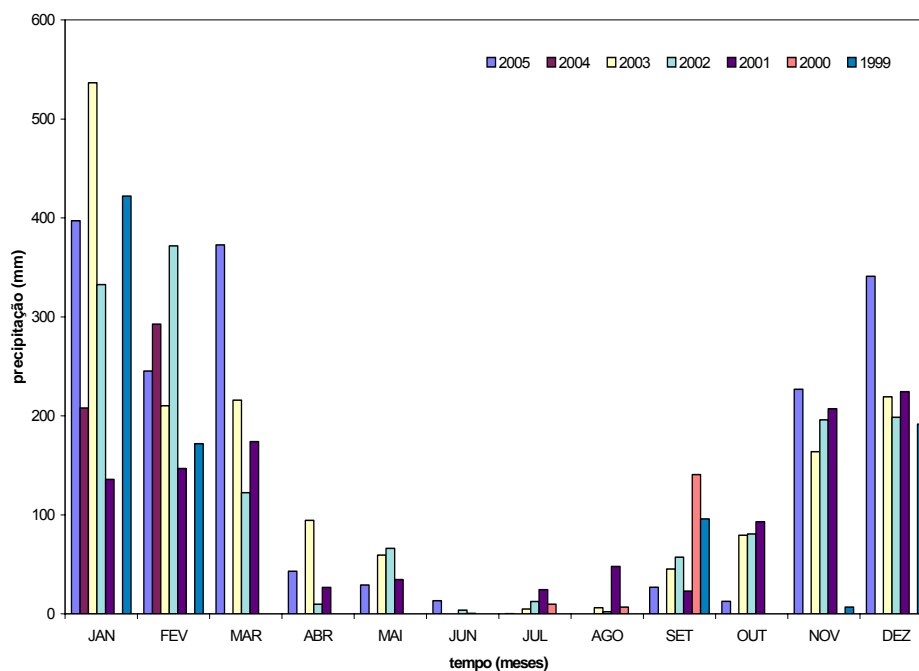
Durante o inverno temos os mais baixos valores de precipitação. Neste período não há passagens de frentes frias com frequência, dificultando a entrada de vapor d'água na região. No verão esta situação se inverte, além do mais existe uma quantidade maior de energia disponível em consequência da estação do ano.

### **Precipitação e Temperatura**

O total anual de precipitação apresentou variabilidade considerável para os diferentes anos. Em 2003, registrou-se, no mês de janeiro, total de 536,5 mm. Em 2001, para o mesmo período observou-se total de 136 mm. Observou-se decréscimo gradativo dos valores de precipitação no decorrer do ano, concordando com a média histórica para o mesmo período (Fig. 12). Observa-se, na Tabela 12, os valores de precipitação para todos os meses.

No decorrer do período seco, destaca-se o trimestre junho, julho e agosto, com valores acumulados mensais, inferiores a 25 mm, correspondente ao período analisado.

Conforme a Tabela 13 observa-se a variação mensal de temperatura para o período de 1999 a 2005. A variação de temperatura foi semelhante em todos os anos. O valor máximo mensal observado foi de 25,6°C em outubro de 2002. O valor mínimo observado foi de 17,4°C em julho de 2000. A pequena amplitude térmica nesta localidade demonstra a pouca variabilidade anual de temperatura. Fator importante para o desenvolvimento da piscicultura na região.



**Figura 12** – Distribuição mensal de precipitação na estação de Andrequicé, para período de 1999 a 2005.

**Tabela 12** – Distribuição anual de precipitação (mm) para a estação de Andrequicé (32506), para o período de 1998 a 2005.

	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
<b>JAN</b>	397,25	208	536,5	332,75	136	-	422	
<b>FEV</b>	245,25	292,75	210,25	371,75	147	-	172	
<b>MAR</b>	372,75	-	216	122,5	174	-	-	
<b>ABR</b>	43	-	94,5	9,75	26,75	-	-	
<b>MAI</b>	29,25	-	59,25	66,25	34,75	-	-	
<b>JUN</b>	13,25	-	0	3,75	0,5	0	-	
<b>JUL</b>	0,25	-	5	12,5	24,5	9,75	-	
<b>AGO</b>	0	-	6,25	2	48	6,75	0	
<b>SET</b>	27	-	45,25	57,25	23	140,75	96	
<b>OUT</b>	12,75	-	79,5	80,75	93	-	-	
<b>NOV</b>	227	-	163,75	196	207,25	-	6,75	
<b>DEZ</b>	341	-	219,25	198,75	224,5	-	191,75	

**Tabela 13** – Distribuição anual de temperatura (°C) para a estação de Andrequicé (32506), para o período de 1998 a 2005.

	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
<b>JAN</b>	23,1	22,8	22,5	22,8	23,0	-	23,3	-
<b>FEV</b>	22,9	21,9	23,2	22,2	23,6	-	23,4	-
<b>MAR</b>	22,8	22,2	22,5	23,2	22,5	-	22,3	-
<b>ABR</b>	22,7	21,6	21,7	23,0	22,5	-	-	-
<b>MAI</b>	19,7	20,8	18,1	20,5	18,8	19,4	-	-
<b>JUN</b>	18,6	22,9	19,2	19,6	18,3	19,2	-	-
<b>JUL</b>	18,5	21,4	18,9	18,8	19,6	17,4	-	-
<b>AGO</b>	20,3	21,5	19,6	22,1	19,9	21,5	20,4	-
<b>SET</b>	22,8	23,2	22,4	21,3	22,0	21,6	22,1	-
<b>OUT</b>	25,5	23,8	22,7	25,6	22,2	24,1	-	-
<b>NOV</b>	21,9	22,8	22,5	22,9	22,9	-	23,1	-
<b>DEZ</b>	21,6	21,8	23,4	23,5	22,3	22,5	23,0	-

Os aspectos relacionados à Geologia e geomorfologia do entorno bem como uma análise detalhada dos recursos hídricos bem como o seu mapeamento no local de implantação do projeto já foram devidamente apresentados no relatório de seleção de áreas-alvo já encaminhado à SEAP/PR.

### **QUALIDADE DE ÁGUA**

A área aquícola de número 6, do Parque Aquícola São Francisco-2, foi caracterizada em janeiro de 2007, por baixos valores de condutividade, fósforo total e clorofila-a. O nitrogênio total destacou-se com valores relativamente elevados ( $> 280 \text{ mg.l}^{-1}$ ) (Tab. 14). Em termos de saprobidade (Coliformes e DBO), a qualidade da água foi muito boa (DBO  $< 1,0$  ppm, coliformes  $< 5.000$  NMP).

**Tabela 14** – Qualidade de Água no Polígono 06, Reservatório de Três Marias em coleta realizada no dia 24 de janeiro de 2007. Coletas em três profundidades diferentes.

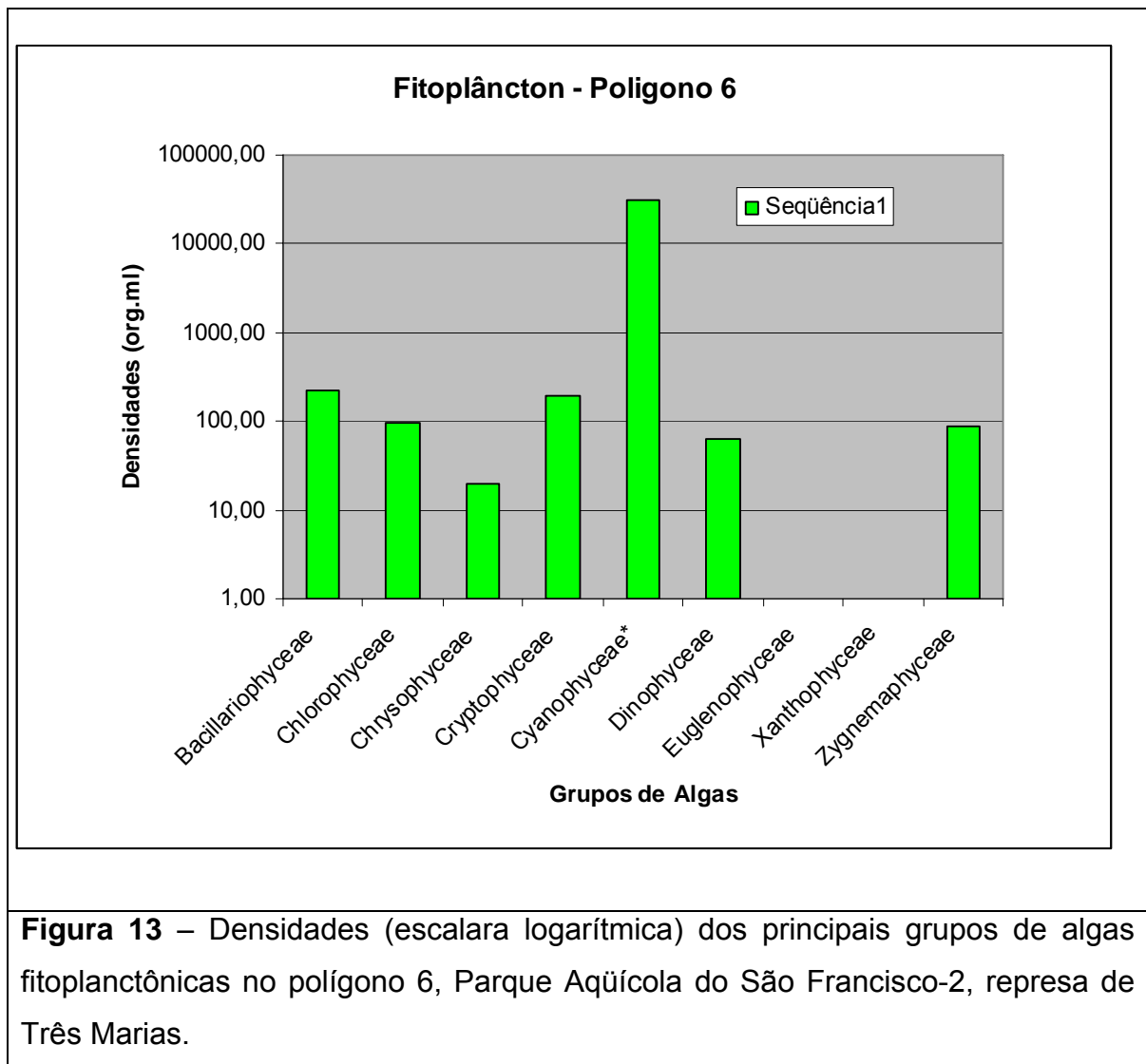
Parâmetro	Data: 24/01/2006		
	Prof. Superfície	Prof. Secchi (0,95 metros)	Prof. 1% de Luz (2,85 metros)
Temperatura (°C)	28,60	28,10	27,40
Condutividade ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	50,50	50,50	50,40
OD ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	7,24	6,94	6,45
pH			
Turbidez (NTU)	11,94	11,19	10,00
Fósforo total ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	0,54	0,29	0,00
Nitrogênio total ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	504,00	280,00	280,00
Razão N:P			
Clorofila a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	1,06	1,12	1,06
Sólidos Totais em Suspensão ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	5,60	5,45	5,20
DBO	0,50	0,80	1,00
DQO			
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	5000,00	3000,00	
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	1600,00	500,00	500,00

## 2.14 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

### FAUNA AQUÁTICA

#### Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica da área aquícola 6 foi caracterizada por uma ampla dominância de cianobactérias (Fig. 13). A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* foi de longe a mais abundante dentre todos os organismos dessa comunidade (Tab. 15)



**Tabela 15** – Composição, densidade e diversidade da comunidade fitoplanctônica da área aquícola número 6, Parque Aquícola do São Francisco-2.

Local:	Três Marias	Área total da câmara:	531
Código:		Volume Sedimentado (ml):	25
Estação:	Polígono 6	Campos Contados:	24
Profundidade:	Integrada-fótic	Área do campo (mm):	0,18
Lat:		Área Varrida:	4,32
Long:		Volume Varrido:	0,203389831
Data da Coleta:	jan/07	Fórmulas:	
Microscópio:	Olympus CK40	Ab=Nc/Ac	Vb=(Ab*V)/At
Aumento:	40x	C=N/Vb	%=(N/Tind)*100
Aparato de Coleta:	Van Dorn	(Villafâne & Reid, 1995)	

Item	Organismo	Total Contado	Densidade (org.ml)	%	Diversidade
	<b>Bacillariophyceae</b>				
1	<i>Aulacoseira sp.</i>	0		0,00	
2	Centralles N.I.	6	29,50	0,09	-0,007
3	<i>Cyclotella sp.</i>	18	88,50	0,28	-0,016
4	<i>Cymbella sp.</i>	1	4,92	0,02	-0,001
5	Pennales N.I.1	1	4,92	0,02	-0,001
6	Pennales N.I.2	2	9,83	0,03	-0,003
7	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	14	68,83	0,22	-0,013
8	<i>Synedra sp.</i>	3	14,75	0,05	-0,004
	<b>Subtotal</b>	45	221,25	0,70	-0,035
	<b>Chlorophyceae</b>				
9	<i>Ankistrodesmus tortus</i>	0	0,00	0,00	
10	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	1	4,92	0,02	-0,001
11	<i>Botryococcus sp.</i>	0	0,00	0,00	
12	<i>Chlorella sp.</i>	3	14,75	0,05	-0,004
13	Chlorococcaceae NI	1	4,92	0,02	-0,001
14	Chlorococcaceae NI 1	1	4,92	0,02	-0,001
15	<i>Closteriopsis sp.</i>	1	4,92	0,02	-0,001
16	<i>Coelastrum reticulatum</i>	2	9,83	0,03	-0,003
17	<i>Dyctiosphaerium pulchellum</i>	0	0,00	0,00	
18	<i>Kirchneriella obesa</i>	4	19,67	0,06	-0,005
19	<i>Eudorina sp.</i>	0	0,00	0,00	
20	<i>Monoraphidium sp.</i>	5	24,58	0,08	-0,006
21	<i>Nephrrocitium sp.</i>	0	0,00	0,00	
22	<i>Pediastrum tetras</i>	0	0,00	0,00	
23	<i>Quadrigula lacustris</i>	0	0,00	0,00	
24	<i>Schroederia sp.</i>	0	0,00	0,00	
25	<i>Tetraedron caudatum</i>	2	9,83	0,03	-0,003
	<b>Subtotal</b>	20	98,33	0,31	-0,018
	<b>Chrysophyceae</b>				
26	<i>Dynobryon sp.</i>	1	4,92	0,02	-0,001
27	<i>Mallomonas sp.</i>	3	14,75	0,05	-0,004

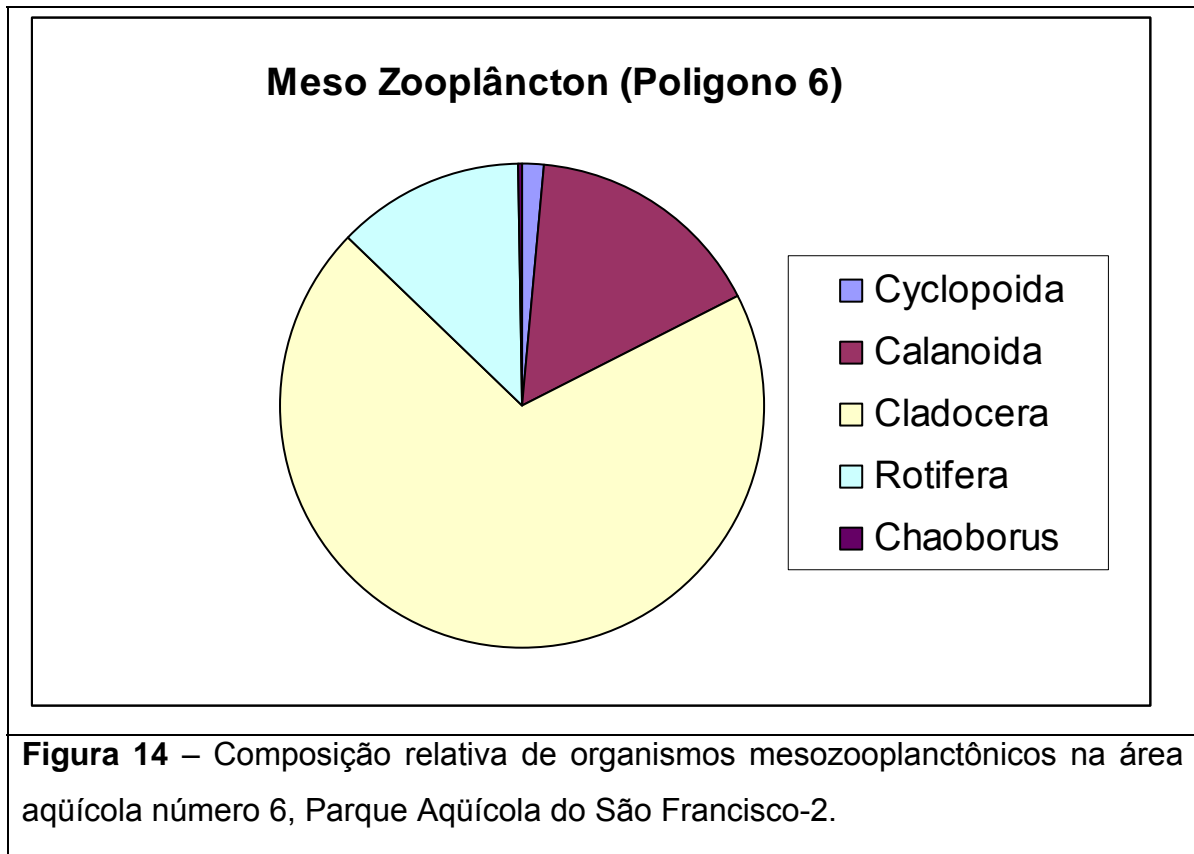
28	<i>Dynobryon sp.1</i>	0	0,00	0,00	
	<b>Subtotal</b>	4	19,67	0,06	-0,005
	<b>Cryptophyceae</b>				
29	<i>Cryptomonas sp.</i>	39	191,75	0,61	-0,031
	<b>Subtotal</b>	39	191,75	0,61	-0,031
	<b>Cyanophyceae*</b>				
30	<i>Anabaena sp.</i>	0	0,00	0,00	
31	<i>Aphanocapsa sp.</i>	2	9,83	0,03	-0,003
32	<i>Epigloeosphaera sp.</i>	1	4,92	0,02	-0,001
33	Chroococcales N.I.	0			
34	Chroococcales N.I.1	0			
35	<i>Chroococcus sp.</i>	10	49,17	0,16	-0,010
36	<i>Cilindrospermopsis raciborskii</i>	6240	30680,00	96,98	-0,030
38	<i>Microcystis protocystis</i>	14	68,83	0,22	-0,013
39	<i>Microcystis sp.</i>	0	0,00	0,00	
40	<i>Microcystis wesenberg</i>	0	0,00	0,00	
41	<i>Ocillatoria limosa</i>	0	0,00	0,00	
42	<i>Ocillatoria sp.</i>	0	0,00	0,00	
43	<i>Planktolyngbya sp.</i>	5	24,58	0,08	-0,006
44	<i>Planktotrix sp.</i>	0			
45	<i>Radiocystis fernandoii</i>	0			
46	<i>Rhabdogloea cf. ellipsoidea</i>	12			-0,012
47	<i>Sphaerocavum sp.</i>	0	0,00	0,00	
	<b>Subtotal</b>	6284	30896,33	97,67	-0,023
	<b>Dinophyceae</b>				
48	<i>Peridinium cf. africanum</i>	0	0,00	0,00	
49	<i>Peridinium cf. volzii</i>	0	0,00	0,00	
50	<i>Peridinium pusillum</i>	12	59,00	0,19	-0,012
51	<i>Peridinium sp.</i>	1	4,92	0,02	-0,001
52	<i>Peridinium gatunensis</i>	0	0,00	0,00	
	<b>Subtotal</b>	13	63,92	0,20	
	<b>Euglenophyceae</b>				
53	<i>Euglena sp.</i>	0	0,00	0,00	
	<b>Subtotal</b>	0	0,00	0,00	
	<b>Oedogonophyceae</b>				
54	<i>Oedogononium sp.</i>	0	0,00	0,00	
	<b>Subtotal</b>	0	0,00	0,00	
	<b>Xanthophyceae</b>				
55	<i>Pseudostaurastrum sp.</i>	0			
	<b>Subtotal</b>	0	0,00	0,00	
	<b>Zygnemaphyceae</b>				
56	<i>Cosmarium contractum</i>	1	4,92	0,02	-0,001
57	<i>Cosmarium monomazum</i>	0	0,00	0,00	
58	<i>Cosmarium portianum</i>	2	9,83	0,03	-0,003
59	<i>Desmidium swartzii</i>	1	4,92	0,02	-0,001

60	<i>Euatrum sp.</i>	1	4,92	0,02	-0,001
61	<i>Euatrum didelta</i>	0	0,00	0,00	
62	<i>Gonatozygon sp.</i>	0	0,00	0,00	
63	<i>Mougeotia sp.1</i>	2	9,83	0,03	-0,003
64	<i>Pleurotenium sp.</i>	0	0,00	0,00	
65	<i>Spondylosium sp.</i>	0	0,00	0,00	
66	<i>Staurastrum forficulatum</i>	0	0,00	0,00	
67	<i>Staurastrum gracile</i>	0	0,00	0,00	
68	<i>Staurastrum hirsutum</i>	4	19,67	0,06	-0,005
69	<i>Staurastrum leave</i>	0	0,00	0,00	
70	<i>Staurastrum orbiculare</i>	1	4,92	0,02	-0,001
71	<i>Staurastrum pingue</i>	0	0,00	0,00	
72	<i>Staurastrum rotula</i>	0	0,00	0,00	
73	<i>Staurastrum smithii</i>	3	14,75	0,05	-0,004
74	<i>Staurastrum tetracerum</i>	2	9,83	0,03	-0,003
75	<i>Stauroidesmus cuspidatus</i>	1	4,92	0,02	-0,001
	<b>Subtotal</b>	18	88,50	0,28	-0,016
76	Fitoflagelado NI	11	54,08	0,17	-0,011
	<b>Total de Organismos:</b>	<b>6434</b>	<b>31633,83</b>	<b>100,00</b>	<b>-0,298</b>



## Zooplâncton

A comunidade zooplanctônica da área aquícola número 6, Parque Aquícola do São Francisco-2 foi caracterizada por uma clara predominância de cladóceros (Fig. 14), principalmente dos gêneros *Ceriodaphnia* e *Diaphanosoma* (Tab. 16). Os copépodes calanoida foram o segundo grupo mais abundante.



**Tabela 16** – Composição e densidade de organismos mesozooplanctônicos da área aquícola número 6, Parque Aquícola do São Francisco-2.

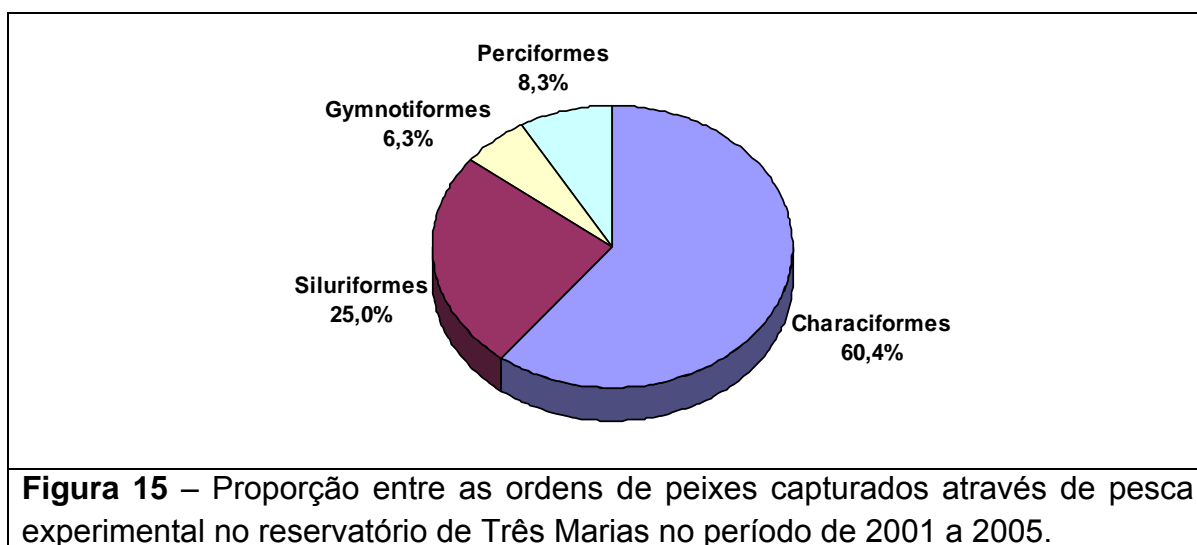
Item	Organismo	Densidade ind/m <sup>3</sup>
	<b>Cyclopoida</b>	
1	Cyclop. Adul.	144,5
2	copepodito	48,2
3	Nauplii	24,1
	<b>subtotal</b>	<b>216,7</b>
	<b>Calanoida</b>	
4	Calan.adul.	890,9
5	Copepodito	1396,5
6	Nauplii	0,0
	<b>Subtotal</b>	<b>2287,3</b>
	<b>Cladocera</b>	
7	<i>Bosmina</i>	1540,9
8	<i>Bosminopsis</i>	0,0
9	<i>Daphnia</i>	361,2
10	<i>Diaphanosoma</i>	2889,3
11	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	2167,0
12	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	48,2
13	<i>Moina</i>	1348,3
14	neonata	1516,9
	<b>Subtotal</b>	<b>9871,7</b>
	<b>Rotífera</b>	
15	<i>Conochilus</i>	1805,8
	<b>Subtotal</b>	<b>1805,8</b>
16	<b>Chaoborus</b>	<b>24,1</b>
	<b>Total</b>	<b>14205,6</b>

### Ictiofauna

Serão apresentados a seguir dados que sintetizam as coletas ictiológicas efetuadas no reservatório de Três Marias coordenadas pelo Dr. Yoshimi Sato (CODEVASF, Três Marias). Essas coletas englobaram o período de 2001 a 2005 e foram realizadas com redes de emalhar (entre nós de 3 a 16 cm). Um total de 20.974 peixes foi capturado o que representou uma biomassa de 3.219,5 kg de pescado (Tab. 17). Neste período de 5 anos foram capturadas 48 espécies de peixes, sendo 29 Characiformes, 12 Siluriformes, 3 Gymnotiformes e 4 Perciformes (Fig. 15, Tab. 18).

**Tabela 17** – Número e biomassa de peixes capturados através de pesca experimental no reservatório de Três Marias, no período de 2001 a 2005.

Ano	Nº de peixes (un)	Biomassa (kg)
2001	2.840	511,2
2002	5.099	882,4
2003	4.515	543,4
2004	3.490	478,0
2005	5.030	804,5
<b>Total</b>	<b>20.974</b>	<b>3.219,5</b>



**Tabela 18** – Lista das espécies capturadas através de pesca experimental no reservatório de Três Marias, no período de 2001 a 2005.

---

Characiformes

*Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (peixe cachorro)  
*Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (peixe cachorro)  
*Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (piaba do rabo vermelho)  
*Astyanax lacustris* (Lütken, 1875) (piaba do rabo amarelo)  
 (\*) *Brycon cephalus* (Günther, 1869)\* (piraputanga)  
*Brycon orthotaenia* Günther, 1864 (matrinchá)  
*Bryconops affinis* (Günther, 1864) (piaba verde)  
*Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann, 1889) (turrú)  
 (\*) *Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908\* (trairão)  
*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (traíra)  
*Leporinus elongatus* Valenciennes, 1850 (piau verdadeiro)  
*Leporinus piau* Fowler, 1941 (piau gordura)  
*Leporinus reinhardti* Lütken, 1875 (piau três pintas)  
*Leporinus taeniatus* Lütken, 1875 (piau jejo)  
 (\*) *Metynnis maculatus* (Kner, 1858)\* (pacuzinho)  
*Moenkhausia costae* (Steindachner, 1907) (piabinha)  
*Myleus micans* (Lütken, 1875) (pacu)  
*Orthospinus franciscoensis* (Eigenmann, 1914) (piabinha)  
*Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 (curimatã pacu)  
*Prochilodus costatus* Valenciennes, 1850 (curimatã piao)  
*Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) (piranha)  
*Roeboides xenodon* (Reinhardt, 1851) (piabinha)  
*Salminus hilarii* Valenciennes, 1850 (dourado branco)  
*Salminus* sp (dourado)  
*Schizodon knerii* (Steindachner, 1875) (piau branco)  
*Serrasalmus brandti* (Lütken, 1875) (pirambeba)  
*Steindachnerina elegans* (Steindachner, 1875) (saguirú)  
*Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829 (piaba rapadura)  
*Triportheus guentheri* (Garman, 1890) (piaba facão)

Siluriformes

*Bergiaria westermanni* (Lütken, 1874) (mandizinho)  
*Cephasilurus fowleri* Haseman, 1911 (peixe sapo)  
*Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874) (serrudo)  
 (\*) *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828)\* (tamoatá)  
*Hypostomus francisci* (Lütken, 1874) (cascudo)  
*Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (pacamã)  
*Pimelodus maculatus* La Cepède, 1803 (mandi amarelo)  
*Pimelodus* sp (mandi branco)  
*Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (surubim)  
*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (bagre)  
*Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829 (cascudo preto)  
*Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (cangati)

## Gymnotiformes

- Eigenmannia virescens* (Valenciennes, 1842) (sarapó)  
*Gymnotus carapo* Linnaeus, 1758 (sarapó)  
*Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801) (sarapó)

## Perciformes

- (\*) *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831\* (tucunaré)  
 (\*) *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)\* (tilápia do Nilo)  
*Pachyurus francisci* (Cuvier, 1830) (corvina)  
*Pachyurus squamipennis* Agassiz, 1831 (corvina)

---

(\*) Espécie exótica

Mais recentemente Sato & Sampaio (2005) baseando-se na literatura existente sobre a ictiofauna da região do alto São Francisco, listaram cerca de 60 espécies de peixes para o reservatório de Três Marias. Portanto além das 48 espécies coletadas no presente trabalho, foram citadas para o reservatório de Três Marias as espécies *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (manjubinha), *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) (carpa capim), *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (carpa comum), *Leporellus vittatus* (Valenciennes, 1850) (piauro), *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836) (piapara), *Characidium fasciatum* Reinhardt, 1866 (piabinha), *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (tambaqui), *Hemigrammus marginatus* Ellis, 1911 (piabinha), *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (pacu caranha), *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840) (pirá), *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (tamuatá), *Pimelodella vittata* (Lütken, 1874) (mandizinho), *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (bagre africano), *Pamphorichthys hollandi* (Henn, 1916) (barrigudinho) e *Crenicichla lepidota* Heckel, 1840 (João bôbo).

Sato & Sampaio (2005) citaram a ocorrência de 127 espécies de peixes para a região do Alto São Francisco e 63 espécies para o reservatório de Três Marias (49,6% do total das espécies registradas no Alto São Francisco). No presente trabalho foram coletadas 48 espécies de peixes, isto é, 76,2% do total citado para o reservatório de Três Marias, e 37,8% do total registrado para o Alto São Francisco.

### Espécies Exóticas

Das 63 espécies registradas no reservatório de Três Marias, 12 são exóticas, ou seja, 19%: carpa capim *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), carpa comum *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), pacu caranha *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), tamuatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828), trairão *Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908, barrigudinho *Pamphorichthys hollandi*, tucunaré *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831, bagre africano *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), pacuzinho *Metynnis maculatus* (Kner, 1858), tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) e piraputanga *Brycon cephalus* (Günther, 1869). Apesar do número de espécies exóticas registradas no reservatório de Três Marias ser relativamente grande, ressalva-se que em alguns casos só houve captura de um a três exemplares como para carpa capim, carpa comum, tambaqui, pacu caranha, bagre africano e piraputanga.

No atual trabalho, das 48 espécies de peixes capturadas, 42 eram nativas (87,5%) e 6 eram exóticas (12,5%): tamuatá, trairão, tucunaré, tilápia do Nilo, pacuzinho e piraputanga. Das espécies exóticas, o pacuzinho, a tilápia do Nilo, o trairão e o tucunaré já estabeleceram no reservatório de Três Marias. O pacuzinho apesar de aparecer somente à cerca de dois anos, está tendo uma expansão espantosa. O tucunaré nestes últimos anos tem sido um dos peixes mais abundantes na pesca artesanal e o principal peixe na pesca esportiva. O trairão e a tilápia do Nilo também têm sido capturados na pesca artesanal.

Um importante organismo forrageiro no reservatório de Três Marias, trata-se do camarão “sossego” *Macrobrachium jelskii* (identificado pela Dra. Lídia Miyako Yoshii Oshiro, do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro).

### Espécies Ameaçadas de Extinção

Alguns peixes do São Francisco estão na lista de espécies ameaçadas de extinção como o cascudo preto, o pirá, o dourado, o surubim e o matrinhã (Lins *et al.*, 1997). Através da Instrução Normativa nº 5, do Ministério do Meio Ambiente, de 21 de maio de 2004, o pirá foi considerado ameaçado de extinção, estando, portanto, proibida a sua captura.

No período de 2001 a 2005 não foram registrados exemplares de pirá *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840). Os últimos registros feitos por nós para o reservatório de Três Marias foram: a) em 04.07.1987: exemplar fêmea com 100 cm de comprimento total e 13,1 kg de peso corporal (capturado pelo pescador artesanal Antônio Terezzo), e b) em 09.12.1992: exemplar fêmea com 97 cm de comprimento total e peso corporal de 11,7 kg (capturado pelo pescador artesanal Isaias Alves da Silva).

Um programa de peixamento da CODEVASF (Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias) teve início em meados da década de 1980 e a partir de então têm sido utilizados alevinos das espécies *P. argenteus* (curimatã pacu), *P. costatus* (curimatã pioa), *B. orthothenia* (matrinhã), *Salminus* sp. (dourado), *L. elongatus* (piauí verdadeiro), *P. corruscans* (surubim) e *L. alexandri* (pacamã), através do qual foram liberados cerca de 8 milhões de alevinos com tamanhos de 5 a 20 cm em vários riachos, rios e reservatórios (Cajuru, Gafanhoto e Três Marias) do Alto São Francisco.

Na década de 1980, *B. orthothenia* (matrinhã) não mais ocorria no reservatório de Três Marias (a espécie estava extinta na bacia do São Francisco, a montante da barragem de Três Marias); outras espécies como o *Salminus* sp. (dourado), *P. corruscans* (surubim) e *L. alexandri* (pacamã) eram raras. Sato & Sampaio (2005) demonstraram através de dados de pesca experimental que as espécies utilizadas em peixamento tiveram aumentos significativos quando se compararam

os períodos de 1981-1983 (antes da atividade de peixamento) e 2001-2003 (15 a 17 anos após o início de peixamento, salientando-se que esta atividade é praticada anualmente) (Tab. 19 e 20).

**Tabela 19** – A pesca no reservatório de Três Marias, utilizando-se redes de espera com malhas de 10 cm, nos períodos de 1981-1983 e 2001-2003\*

Número de peixes capturados / 100m <sup>2</sup> de redes			
Espécie	1981-1983*	2001-2003*	Aumento (%)
Curimatã piao	0,260	0,574	127,69
Curimatã pacu	0,021	0,120	471,43
Piau verdadeiro	0,038	0,078	102,63
Dourado	0,004	0,031	900,00
Matrinchã	nc	0,006	
Surubim	nc	0,023	
Pacamã	nc	0,011	

\* Foram utilizadas cerca de 25.000 m<sup>2</sup> de redes, por um período médio de 14h.

nc = não capturado.

Fonte: Sato & Sampaio (2005).

**Tabela 20** – A pesca no reservatório de Três Marias, utilizando-se redes de espera com malhas de 12cm, nos períodos de 1981-1983 e 2001-2003\*

Número de peixes capturados / 100m <sup>2</sup> de redes			
Espécie	1981-1983*	2001-2003*	Aumento %
Curimatã piao	0,122	0,267	118,85
Curimatã pacu	0,024	0,155	545,83
Piau verdadeiro	0,014	0,038	178,57
Dourado	0,004	0,034	750,00
Matrinchã	nc	0,010	
Surubim	nc	0,005	
Pacamã	nc	0,005	

\* Foram utilizadas cerca de 25.000m<sup>2</sup> de redes, por um período médio de 14h.

nc = não capturado.

Fonte: Sato & Sampaio (2005).



## **FAUNA DE VERTEBRADOS**

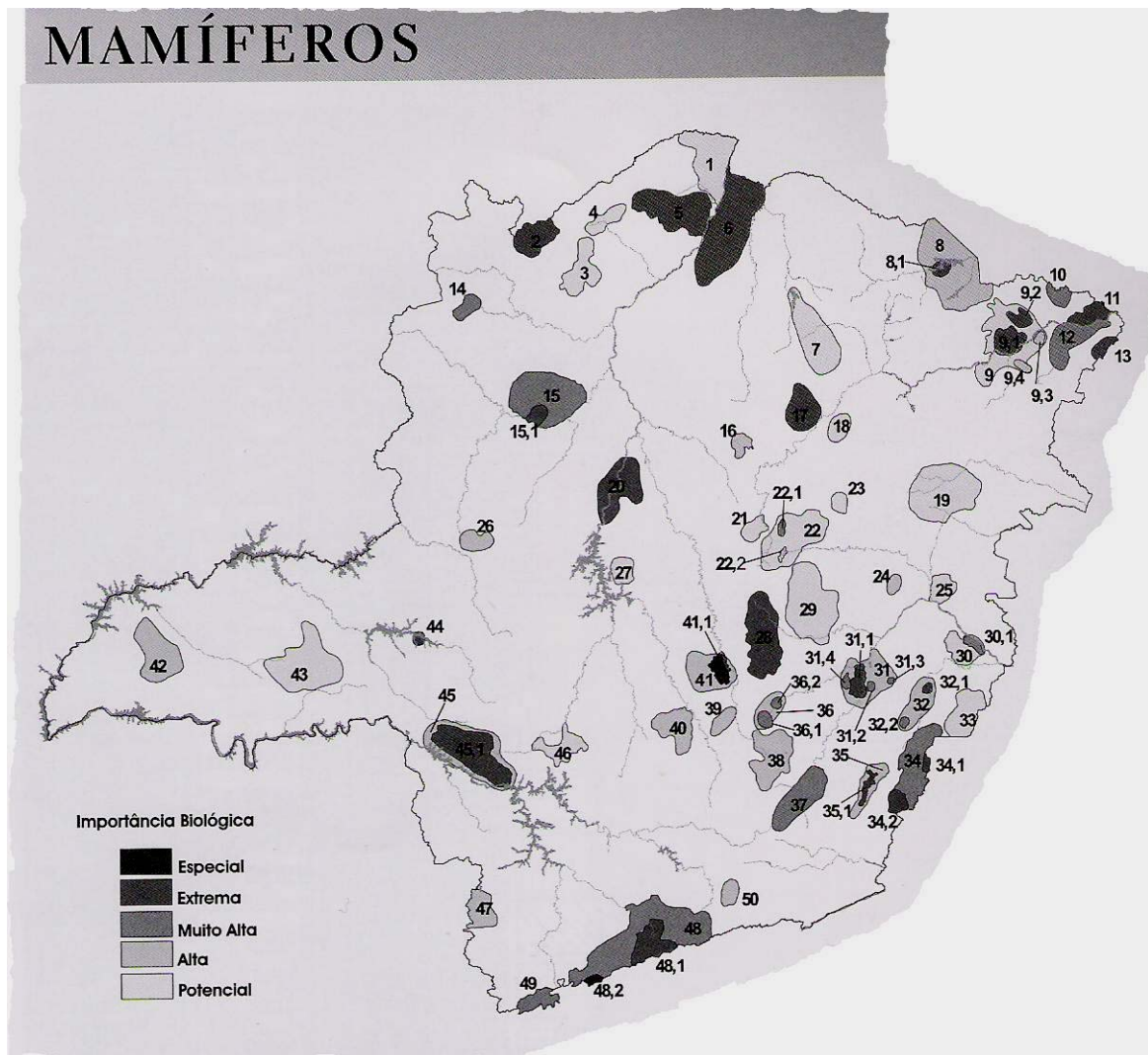
Quase a metade (244 de 530 espécies) de todos os mamíferos existentes no Brasil ocorrem no estado de Minas Gerais. Cerca de 40 espécies de mamíferos estão ameaçadas de extinção no estado, principalmente os grandes felinos e primatas. O Atlas da Biodiversidade do Estado de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005) identifica 50 áreas prioritárias para a conservação de espécies de mamíferos em Minas Gerais (Fig. 16).

Para a região de Três Marias (Fig. 16) merecem destaque, em termos de conservação de mamíferos, a região de Felixlândia (ver número 27 na figura 16) bem como o trecho lótico à jusante do rio São Francisco até Pirapora/Buritizeiros (número 20 na figura 16).

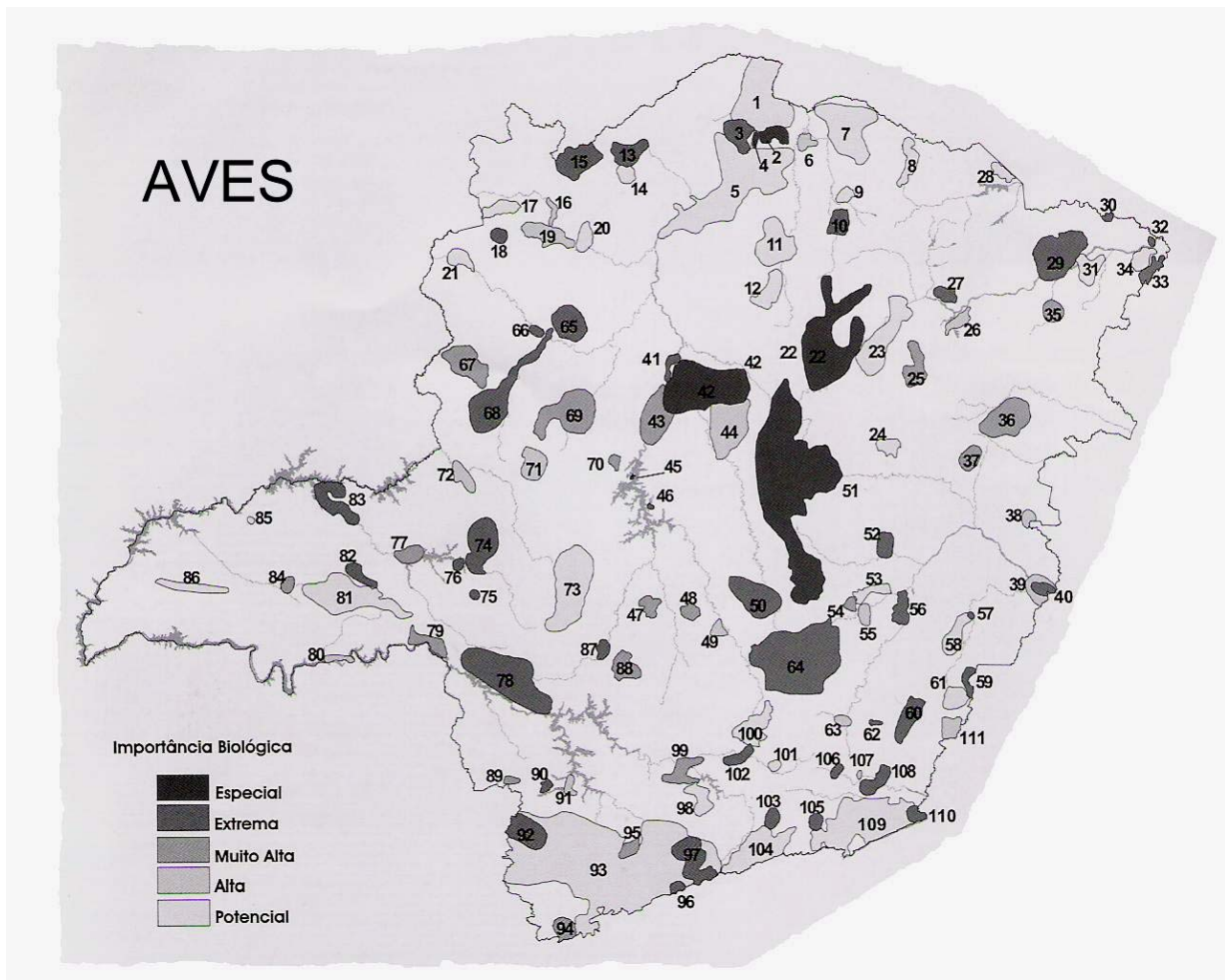
A avifauna de Minas Gerais possui quase a metade das 1678 espécies de aves relatadas para o Brasil. O estado abriga 54 espécies endêmicas da mata Atlântica e 20 outras espécies que só ocorrem nos cerrados.

Dentre as áreas prioritárias estabelecidas para a conservação da avifauna no estado de Minas Gerais (Fig. 17), no reservatório de Três Marias, merecem destaque a Estação Ecológica de Pirapitinga (ver número 45 na figura 17), Fazenda Santa Cruz (ver número 46 na figura 17), a região de Presidente Olegário (ver número 70 na figura 17).

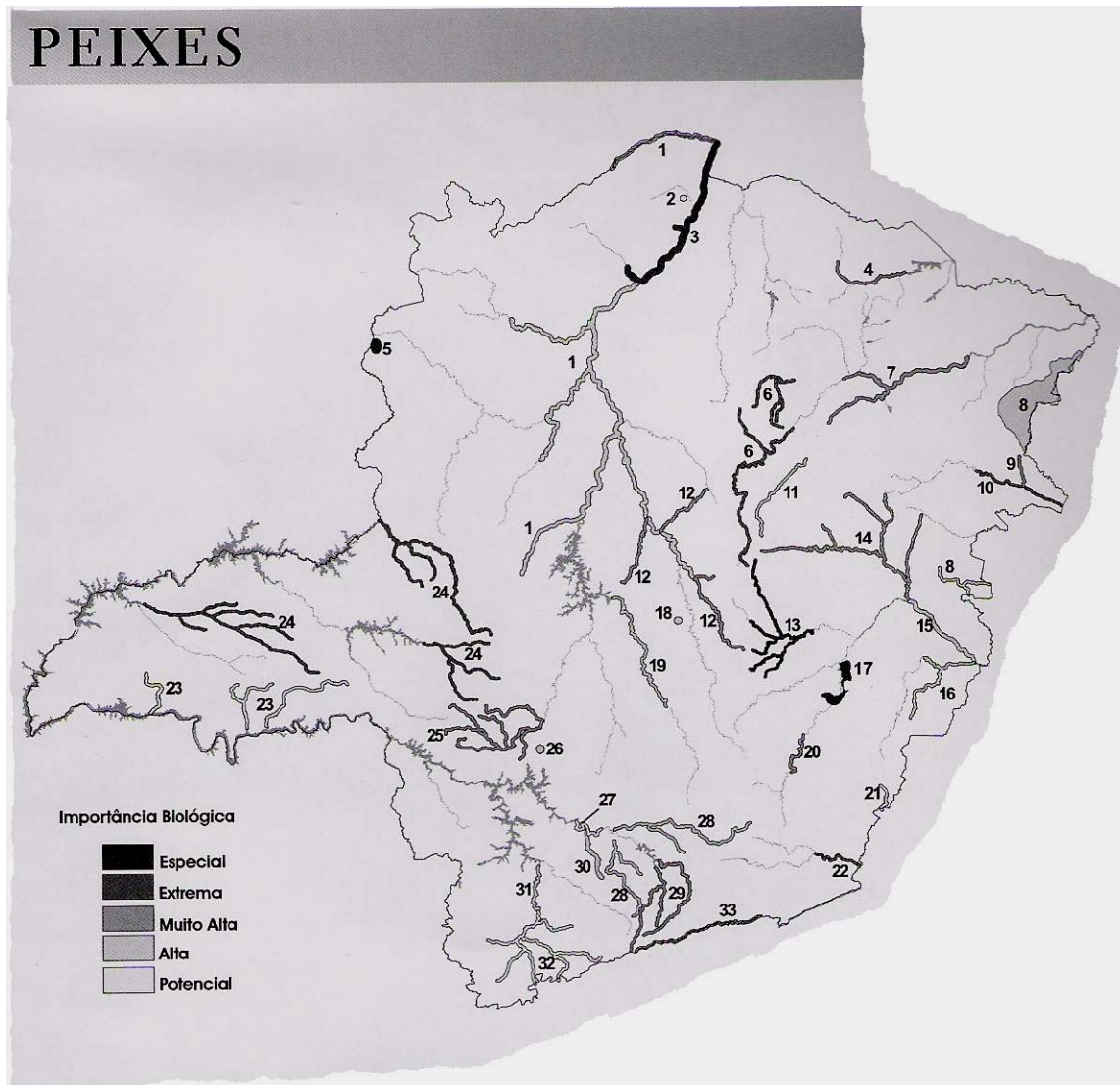
A ictiofauna do estado de Minas Gerais é composta por 354 espécies (Fundação Biodiversitas, 2005). A bacia do rio São Francisco possui o maior número de espécies (173), seguidas pelas bacias do Paranaíba (103 espécies) e do rio Grande (88 espécies) e a do rio Doce (64 espécies). Na região do reservatório de Três Marias, os esforços de conservação da ictiofauna devem ser priorizados nas bacias dos rios Abaeté (número 1, figura 18) e Paraopeba (número 19, figura 18).



**Figura 16** – Categorias de importância para as áreas prioritárias para a conservação de mamíferos no estado de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005).



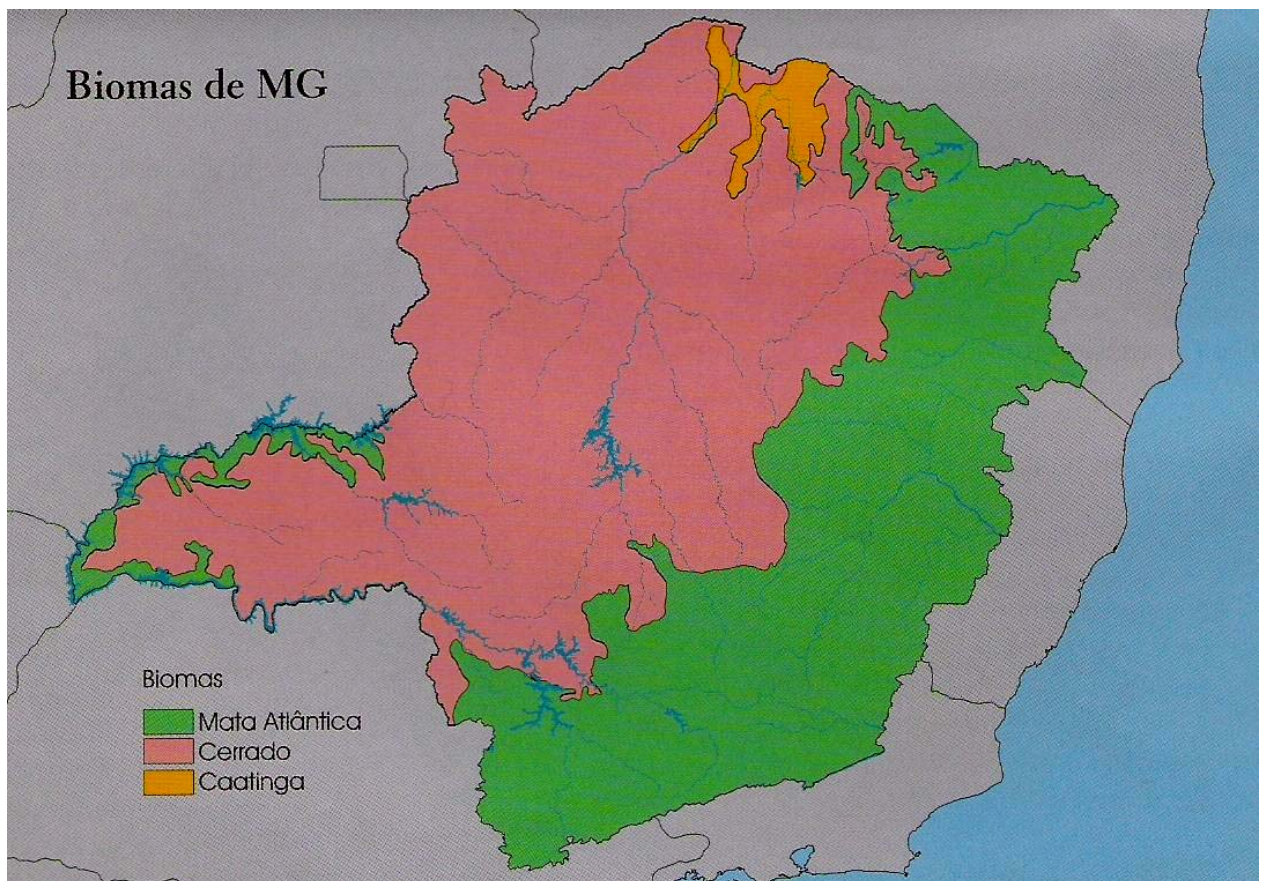
**Figura 17** – Categorias de importância para as áreas prioritárias para a conservação de aves no estado de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005).



**Figura 18** – Categorias de importância para as áreas prioritárias para a conservação de peixes no estado de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005).

### ÁREAS DE CONSERVAÇÃO PRESENTES

O estado de Minas Gerais é caracterizado pela prevalência de três grandes biomas: o cerrado, a mata Atlântica e a Caatinga (Fig. 19). O reservatório de Três Marias está em sua totalidade inserido no bioma cerrado que ocupa a maior parte da superfície do estado em relação aos dois outros biomas.

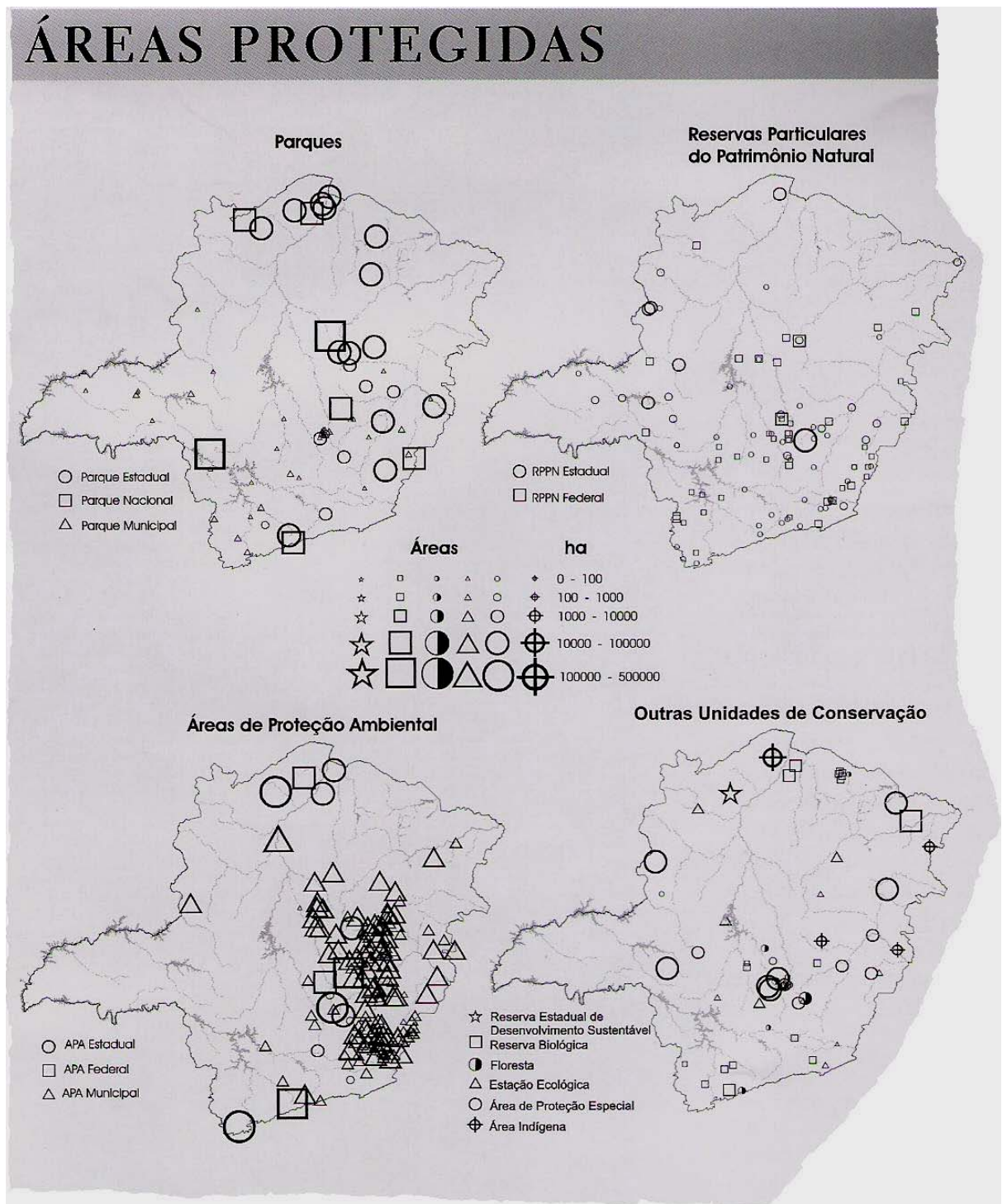


**Figura 19** – Biomas de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005).

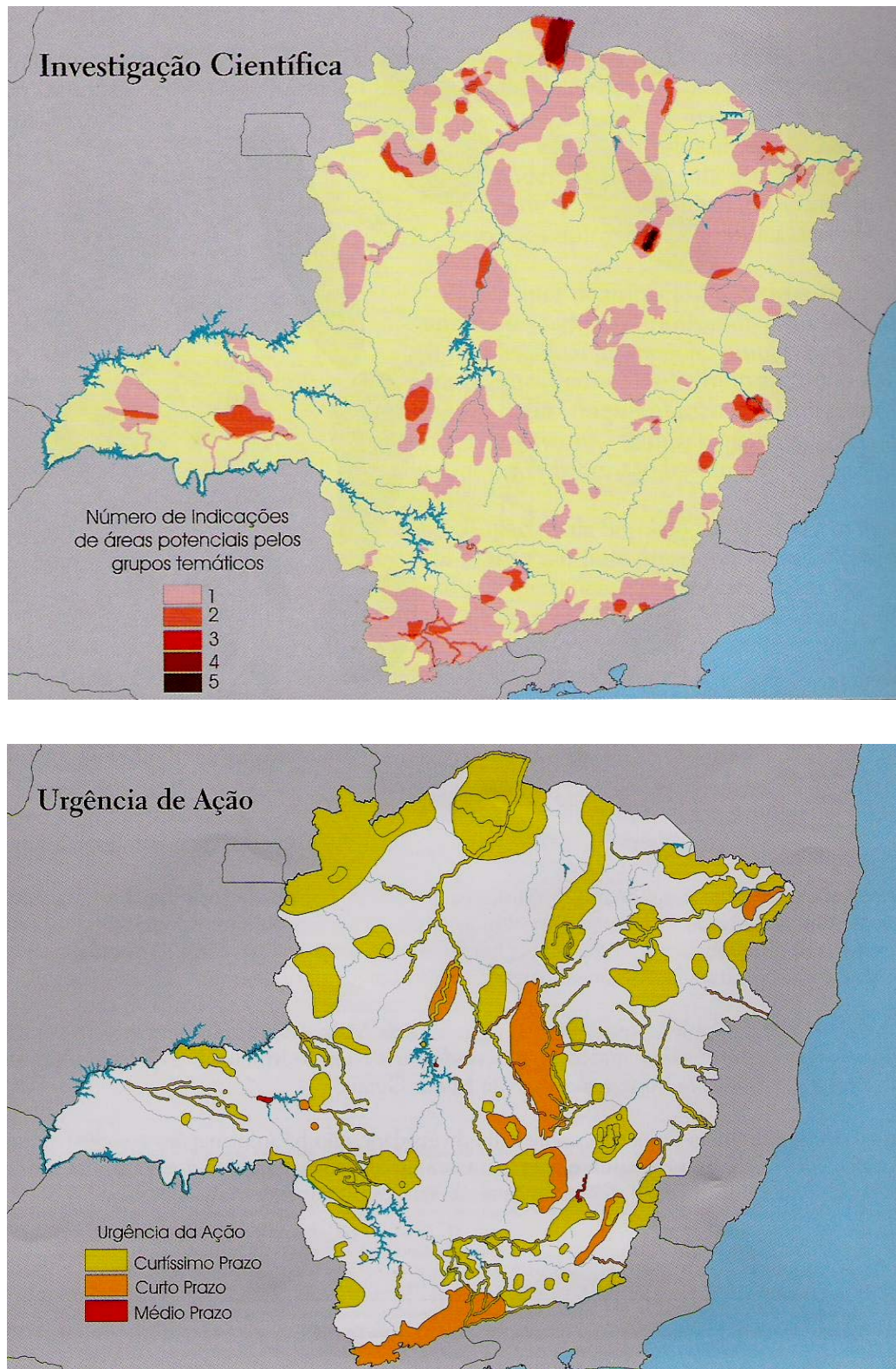
De acordo com o Atlas da Biodiversidade em Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005), o estado de Minas Gerais possui 397 unidades de conservação (*sensu* SNUC) totalizando 4.306.652 hectares. Essa superfície representa 7,34% da superfície total do estado de Minas Gerais. Entretanto, apenas ,1,45% representam, de fato, áreas inseridas unidades de conservação de proteção integral (56 municipais, 33 estaduais e oito federais).

A região do reservatório de Três Marias é caracterizada por uma grande escassez de unidades de conservação. Existe apenas uma estação ecológica, (Pirapitinga) e uma reserva particular do patrimônio natural todas as duas bem afastadas da All do presente parque aquícola (Fig. 20).

Em termos de urgências de ação política, destacam-se, na região do reservatório de Três Marias os rios Paraopeba e Abaeté que atualmente enfrentam graves ameaças tais como o garimpo, dragagem de areia, o incremento dos programas de irrigação (pivots), a atividade de mineração e pesca predatória além do problema crônico do lançamento de esgotos “in natura” pela grande maioria das prefeituras municipais da região (Fig. 21). O grupo que coordenou os trabalhos ligados a consolidação do Atlas de Biodiversidade da Fundação Biodiversitas ainda sugere a intensificação dos estudos científicos no trechos lóticos do rio São Francisco, imediatamente à montante e a jusante do reservatório de Três Marias (Fig. 21). Essa pesquisa deve fundamentalmente estar focada nos estudos de poluição hídrica, migração de peixes e conservação de mata ciliar e recuperação ecológica do rio S. Francisco.



**Figura 20** - Áreas protegidas do estado de Minas Gerais onde se pode ver o reservatório de Três Marias e alguns dos principais tributários do rio São Francisco (Fundação Biodiversitas, 2005).



**Figura 21** – Áreas prioritárias para intensificação dos estudos científicos (A) e de ação política (B) visando à melhoria do “status” da conservação dos recursos da biodiversidade em Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005).



## **2.15 – USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PARQUE AQUÍCOLA SÃO FRANCISCO-2**

Para a execução deste trabalho adotou-se uma metodologia baseada na utilização de técnicas de interpretação visual e digital de produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite) da área de estudo. Os dados extraídos das imagens foram analisados de forma integrada com as informações coletadas nos trabalhos de campo.

As principais etapas deste trabalho foram:

### *a) Preparação da base cartográfica e definição das escalas de trabalho*

A base cartográfica utilizada foi produzida de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo 4 do Relatório de Estudo de Identificação de Áreas Tecnicamente Adequadas para a Seleção de Parques Aqüícolas. As Áreas de Influência foram mapeadas, na forma de carta imagem, na escala de 1:30.000.

### *b) Delimitação das Áreas de Influência Direta e Indireta de Entorno.*

Estas áreas foram delimitadas a partir da análise das curvas de nível e da rede de drenagem das cartas planialtimétricas do IBGE e das imagens de satélite ETM+/Landsat 7 e CCD/CBERS 2 utilizadas na etapa de pré-seleção das áreas potenciais.

### *c) Interpretação preliminar dos produtos de sensoriamento remoto.*

As imagens de satélite disponíveis foram visualmente interpretadas de forma a orientar a condução dos trabalhos de campo e posterior mapeamento.

O processo de interpretação visual utilizado baseou-se na fotoleitura e fotoanálise dos elementos de interpretação registrados nas imagens (cor, forma, textura, sombra, tamanho e relação de contexto) e posterior conferência em campo.

Nesta última etapa procurou-se verificar a existência de correlações entre os diferentes padrões de resposta espectral da vegetação e demais usos da terra, expressos nos produtos de sensoriamento, com os dados coletados e observados em campo. No caso específico da vegetação, as respostas espectrais estão, em geral, diretamente relacionadas com a sua estrutura permitindo, desta forma, a delimitação espacial das fitofisionomias.

A interpretação preliminar foi conduzida diretamente sobre as imagens de satélite impressas. As imagens multiespectrais de satélite utilizadas para o mapeamento foram as das órbitas ponto 219/073 e 154-120 e 154-121 registradas em 07/08/2001 e 12/10/2005, respectivamente pelos sensores ETM/Landsat-7 e CCD/CBERS2. Estas imagens corresponderam a época de seca e cheia do reservatório.

As etapas de processamento digital das imagens utilizadas foram:

- Seleção e aquisição das imagens multiespectrais.
- Leitura e montagem da composição colorida 3(B),4(G) e 5(R) + pancromática da imagem ETM/Landsat-7 com resolução espacial de 15 metros.
- Leitura e montagem da composição colorida 2(B), 3(G) e 4(R) da imagem CCD com resolução espacial de 20 metros
- Georreferenciamento das imagens a partir de pontos de controle coletados sobre a base cartográfica produzida.
- Recorte das imagens para a AII e aplicação de técnicas de realce de imagens.

- Sobreposição das áreas de produção e da base cartográfica (rede de drenagem e malha viárias) na imagem CCD e impressão da mesma utilizando-se de uma plotter de alta resolução, na escalas de 1:30.000.

*d) Trabalho de campo*

Com a interpretação preliminar concluída e com os produtos de sensoriamento remoto gerados realizaram-se campanhas de campo em maio e junho de 2006. Esta etapa teve como objetivo o reconhecimento e registro fotográfico das Áreas de Influência e a conferência dos padrões de fotointerpretação e os ajustes na legenda pré-definida na etapa de interpretação preliminar.

A legenda final, no que se refere às classes de uso, foi definida em conjunto com a equipe responsável pelos estudos limnológicos uma vez que o tipo de uso pode apresentar correlações com os dados de qualidade de água.

O reconhecimento da verdade terrestre foi realizado ao longo das estradas marginais existentes na All.

*e) Mapeamento final e produção da carta imagem*

De posse dos registros fotográficos e das anotações das observações realizadas em campo realizou-se a revisão final das interpretações preliminares realizadas sobre a carta imagem impressa na escala de 1:30.000. Posteriormente, cartografou-se sobre este produto a toponímia da base cartográfica e das legendas temáticas e realizou-se a análise visual de área de ocorrência das principais classes de uso.

A opção pela geração deste produto, em substituição ao mapa tradicional, deu-se em função do caráter didático do material e pela necessidade da geração imediata de um produto, em escala de semi-detalhe, que facilitasse a orientação em campo das equipes responsáveis pelos demais estudos temáticos.

*f) Análise dos dados e produção do relatório final*

Os produtos produzidos foram analisados e integrados com as informações coletadas em campo. O relatório foi então estruturado e escrito na forma em que se apresenta neste documento.

**ANÁLISE DO USO DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL DA AII E DA AID**

A carta imagem das Áreas de Influência Direta e Indireta é apresentada no Anexo 1 e mostra a definição e a espacialização das classes de uso do solo e cobertura vegetal da AII.

Observa-se neste produto que as fitofisionomias que ocorrem na AII são do domínio do cerrado e correspondem a cerca de menos de 20% desta área. Nas áreas mais elevadas e dissecadas da paisagem na porção noroeste da bacia ocorre o predomínio de campo cerrado. Nos fundos de vales ocorrem as florestas ciliares e a vereda (Fig. 22) que se desenvolve sobre solo hidromórfico. O cerrado *stritu sensu* ocorre de forma restrita às margens do reservatório (Fig. 23).



**Figura 22** – Vista geral da área de vereda na AII



**Figura 23** – Área de cerrado nas margens do reservatório.

O uso do solo predominante e em fase de expansão na All é com a atividade de reflorestamento com *Eucalyptus spp* em diversos estágios de desenvolvimento ocupando cerca de 40% da área da bacia (Fig. 24).



**Figura 24** – Área de reflorestamento cortado em primeiro plano e em desenvolvimento, ao fundo.

As pastagens destinam-se a pecuária de corte com a utilização de pastagens plantadas de *Brachiaria spp* que se encontram, via de regra, em bom razoável de conservação. Não foram observadas áreas com agricultura de sequeiro e irrigada na All.

Em termos de aptidão agrícola das terras dos imóveis rurais localizados na All observa-se que as mesmas são aptas para as atividades agrosilvopastoris nos níveis de manejo avançado e intermediário. A tendência de ocupação da bacia de contribuição é com a expansão das áreas de reflorestamento em detrimento das áreas ocupadas com pastagens.

#### **VIAS DE ACESSO PARA AS ÁREAS DE AQUÍCOLAS**

A Área de Aqüícola é servida de estrada de acesso até o braço do reservatório e não será necessária a remoção da cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente desde que se utilize o acesso atualmente existente. Esta Área de Produção situa-se a cerca de 13 km da cidade de Morada Nova de Minas e junto ao Porto Velho ou das Melancias (Fig. 25). As figuras 26 e 27 mostram a visão geral e detalhada da área de entorno da Área de Aqüícola 6.



**Figura 25** – Porto das Melancias

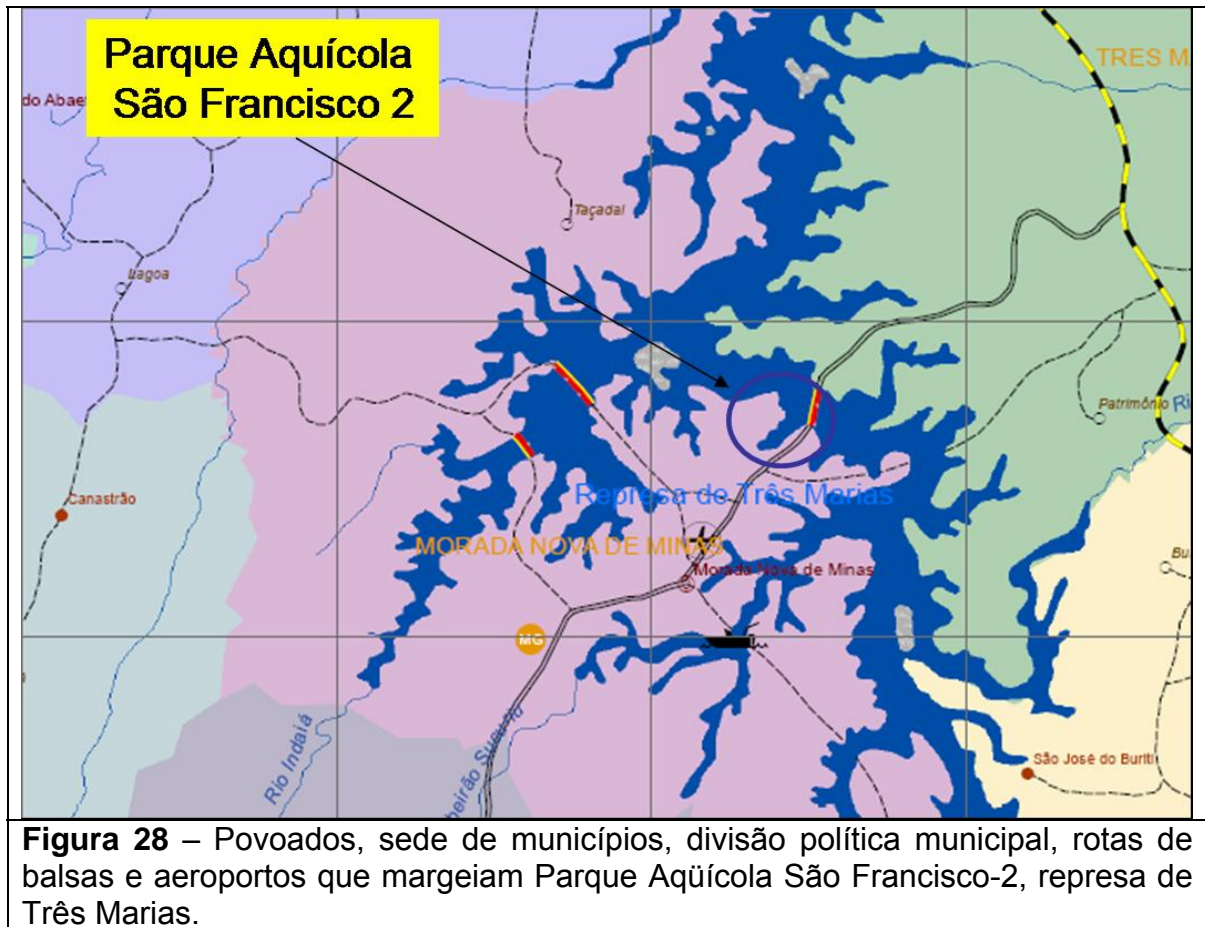


**Figura 26** – Vista geral da Área Aquícola 6 no fundo do vale com vegetação de cerrado/campo cerrado no divisor da bacia hidrográfica.



**Figura 27** – Vista detalhada do início do braço da Área de Aquícola 6 (ao fundo, ver a seta).

## 2.16 – MEIO SÓCIO-ECONÔMICO NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.



**Figura 28** – Povoados, sede de municípios, divisão política municipal, rotas de balsas e aeroportos que margeiam Parque Aquícola São Francisco-2, represa de Três Marias.

### MALHA VIÁRIA

O acesso ao Parque Aquícola São Francisco-2 deve ser feito a partir dos municípios de Morada Nova de Minas e Três Marias. Ele pode ser realizado através de rodovias federais e estaduais, conforme pode ser observado na figura 28. As rodovias federais são as BR-040 e 259. A BR-040 é uma rodovia federal radial, conhecida também como Rodovia Washington Luís, que interliga o Rio de Janeiro a Belo Horizonte e Brasília. A BR-259 é uma rodovia horizontal que interliga esta região à porção leste do estado de Minas Gerais e ao Espírito Santo, ambas constituem importantes vias de escoamento de pessoas e produtos. As rodovias estaduais são as MG-164, que dá acesso ao município de Felixlândia; MG-220, que se direciona a Três Marias; e MG-415 que liga o município de Biquinhas à Morada Nova de Minas.



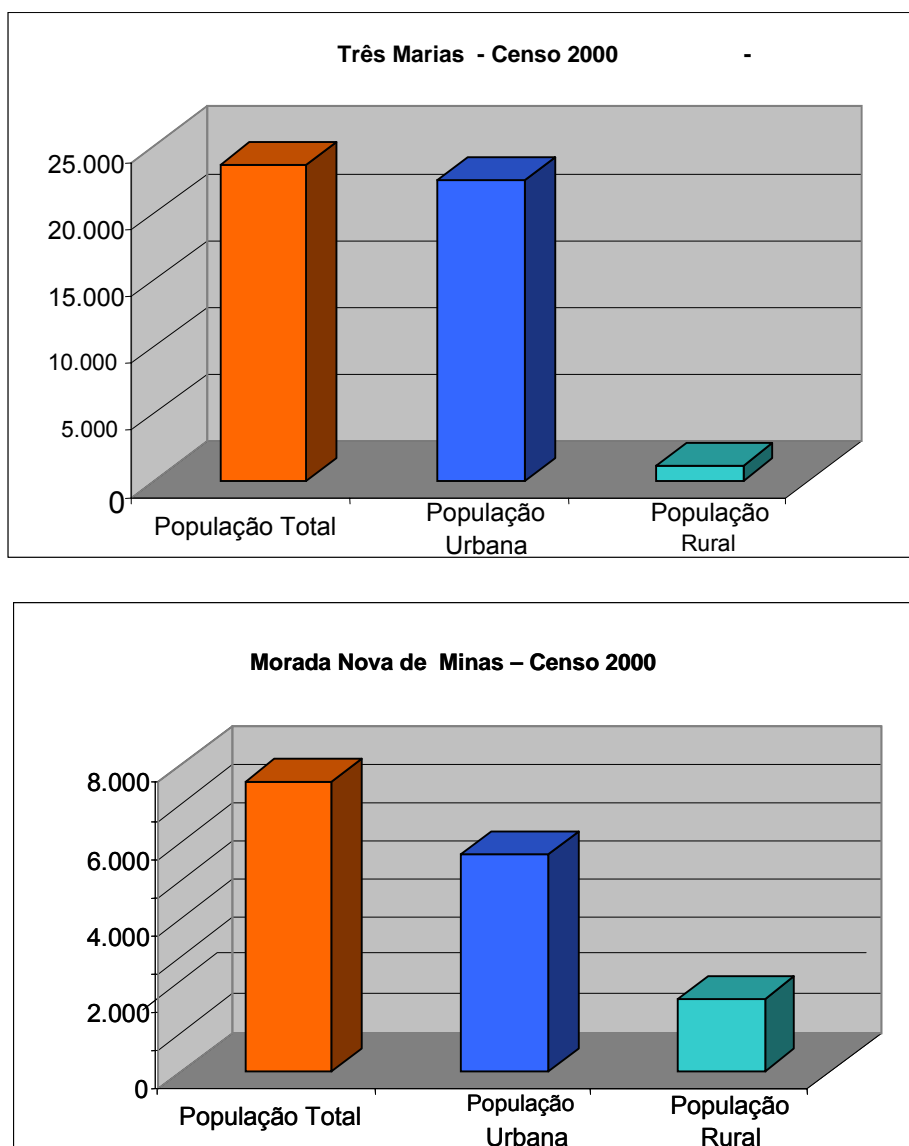
Além dos acessos e fluxos rodoviários de mercadorias e pessoas, outra opção é a utilização dos três portos existentes na região (vide acima), cujas localizações podem ser observadas na Figura 28, sendo o principal o Porto Novo, que liga Morada Nova de Minas à BR 040. Além deste, há ainda o Porto das Melancias, que possibilita o acesso de Morada Nova de Minas à BR-040, através da Fazenda Caiçaras; Porto Indaiá de Cima: Morada Nova de Minas para Pindaíbas; Porto Indaiá de Baixo: interliga Morada Nova de Minas e Traçadal; e Porto São Vicente, que une Frei Leandro e Abaeté. O órgão responsável pela manutenção dessas embarcações é a CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, em convênio com a Prefeitura de Morada Nova de Minas. A travessia é feita obedecendo às normas de segurança e os horários estabelecidos pela companhia.

Os três municípios contam ainda com aeroportos, que tornam o acesso a estas localidades mais ágil e possibilita o transporte de mercadorias por via aérea, conforme podem ser visualizados na figura 28. O Aeroporto Municipal de Três Marias possui pista de asfalto com 1500 m de comprimento por 45 m de largura e sua administração é pública. Segundo a prefeitura, o aeroporto dispõe de um hangar particular, salão de desembarque e guarda municipal 24 horas por dia. Sua estrutura não comporta a utilização por grandes aeronaves, restringindo-se apenas a aviões de pequeno porte, sendo que o fluxo de pousos e decolagens é baixo. O aeroporto de Morada Nova de Minas (Fig. 28) apresenta pista de terra batida com 1000 m X 23 m, com cabeceira de cascalhos e sua administração também é pública. Assim como em Três Marias, sua capacidade é baixa e o fluxo de aeronaves é muito reduzido. O aeroporto de Felixlândia, por sua vez, é de administração privada (Tranquilo Testolin) e possui pista de asfalto com 1500 m de comprimento por 30 m de largura.

### DINÂMICA POPULACIONAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

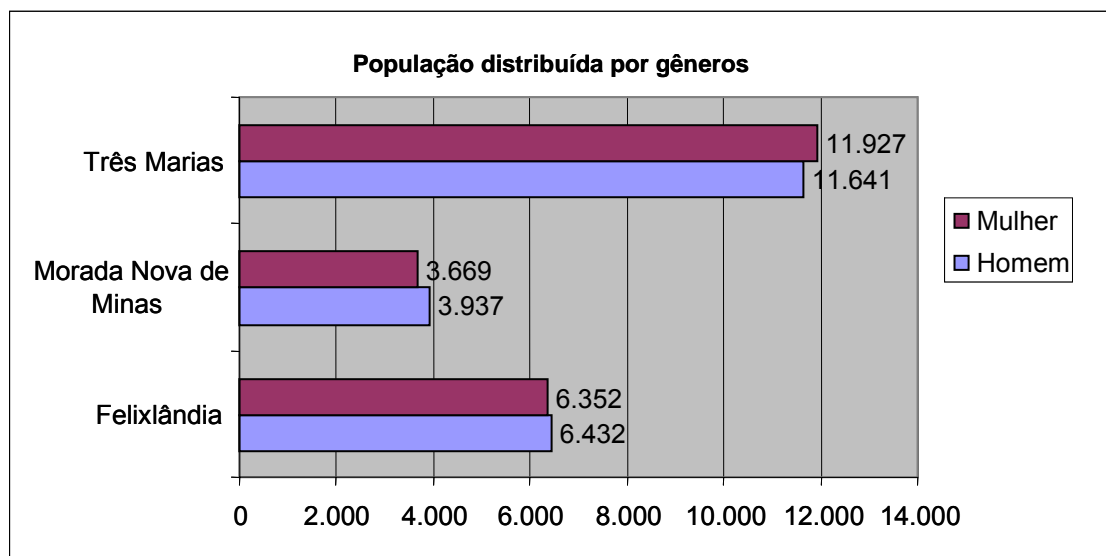
A população total destes municípios, segundo dados do Censo Demográfico de 2000 realizado pelo IBGE são: 23.568 e 12.784, respectivamente. A população concentra-se no meio urbano, com destaque para o município de Três Marias, onde a proporção rural-urbana é mais desigual.

Como pode ser observado no gráfico a seguir (Fig 29), há o predomínio da população residente no meio urbano sobre o rural, seguindo uma tendência nacional observada principalmente a partir da década de 1970 de aumento da população urbana.



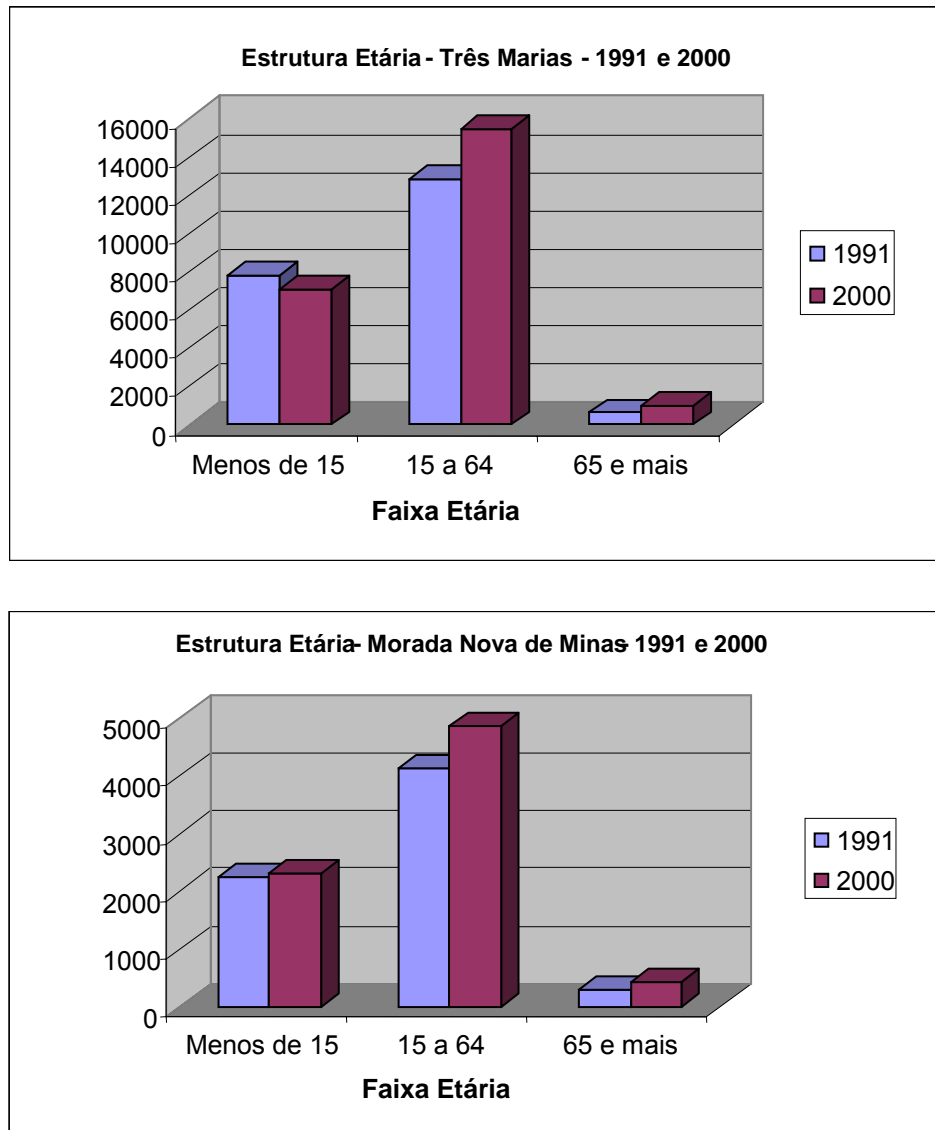
**Figura 29** – População total,urbana e rural dos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas, de acordo com o censo demográfico de 2000.

A proporção entre homens e mulheres é harmônica nos três municípios, não havendo, portanto, diferenças acentuadas entre os gêneros. O município de Morada Nova de Minas apresenta um pequeno número de homens a mais que mulheres, enquanto que em Três Marias a situação é inversa (Fig. 30).



**Figura 30** – Proporção de homens e mulheres nos municípios lindeiros mais importantes de Três Marias, MG.

A estrutura etária das populações dos três municípios apresenta algumas pequenas diferenças. Em Morada Nova de Minas foi registrado incremento da população abaixo dos 15 anos de idade entre 1991 e 2000. Da mesma forma houve crescimento da população jovem, adulta e idosa, com significativo aumento da última, orientada pela tendência de envelhecimento das populações dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. A estrutura etária do município de Três Marias apresentou uma redução no número de crianças entre 1991 e 2000 e aumento no número de jovens, adultos e idosos (Fig 31).



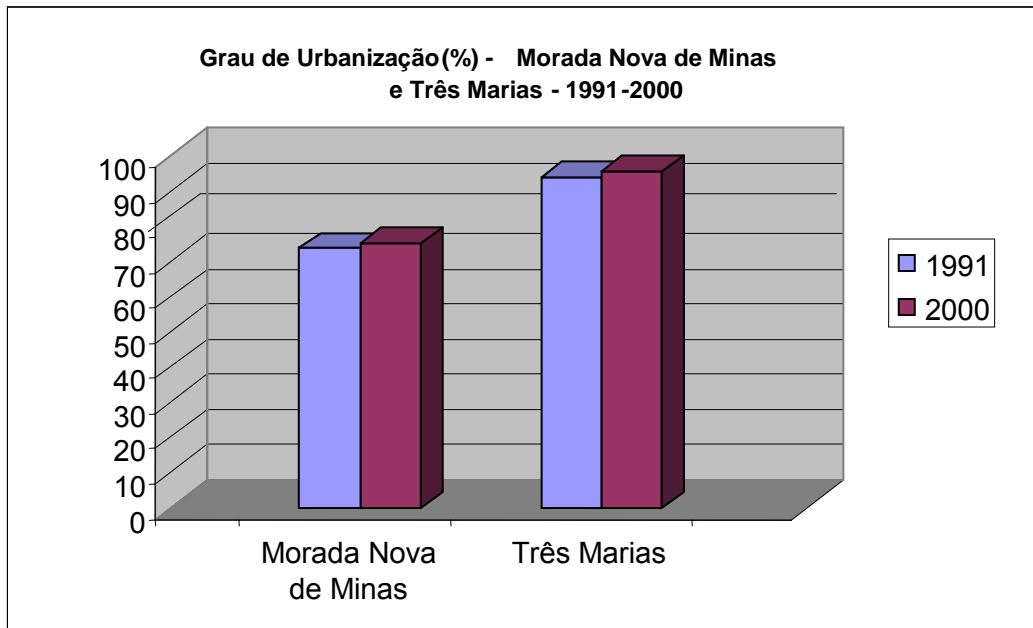
**Figura 31** – Estrutura etária nos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas, dois dos municípios limieiros mais importantes do reservatório de Três Marias, MG.

As taxas de fecundidade dos dois municípios alvo do estudo são superiores à média do estado de Minas Gerais. Enquanto o número médio de filhos por mulher em Minas no ano 2000 era de 2,2, Morada Nova de Minas e Três Marias apresentaram taxas de 2,4 e 2,3 respectivamente. No entanto, houve queda da taxa nos dois municípios, assim como no estado entre 1991 e 2000, sinalizando redução da taxa de natalidade e melhor planejamento familiar.

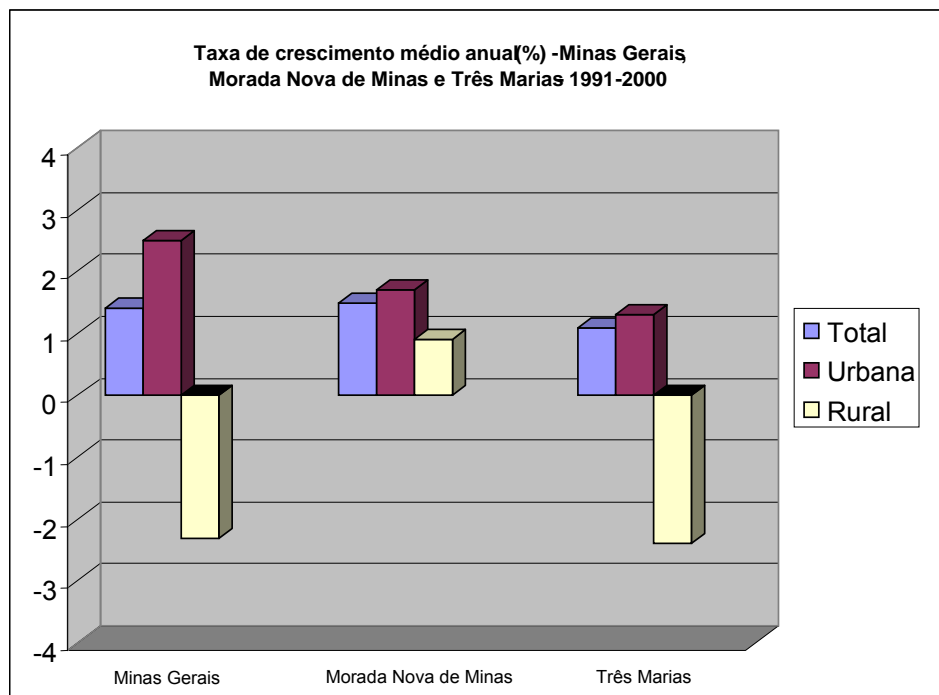
O grau de urbanização dos dois municípios limieiros sofreu aumento ao longo do período 1991-2000 (Fig 32). Três Marias foi o município que apresentou o maior percentual de urbanização dentre os três, com uma taxa de 95,5%, contra 75,1% de Morada Nova de Minas. Ambos não sofreram aumentos significativos no período analisado, mantendo taxas muito próximas às observadas em 1991.

A desigualdade na distribuição da população nos municípios foi evidente (vide figura 32) sendo esse padrão reflexo direto das taxas de crescimento populacional (fig. 33). O meio urbano apresentou ao longo do período 1991-2000 maior crescimento que o rural nos dois municípios estudados e no estado de Minas Gerais. Morada Nova de Minas foi o município onde houve o maior crescimento demográfico, com taxa de 1,5% ao ano, seguido por Três Marias, 1,1%, enquanto a média do estado foi de 1,4%. Morada Nova de Minas foi o único município onde houve crescimento da população rural, porém com uma baixa taxa de 0,9%/ano.

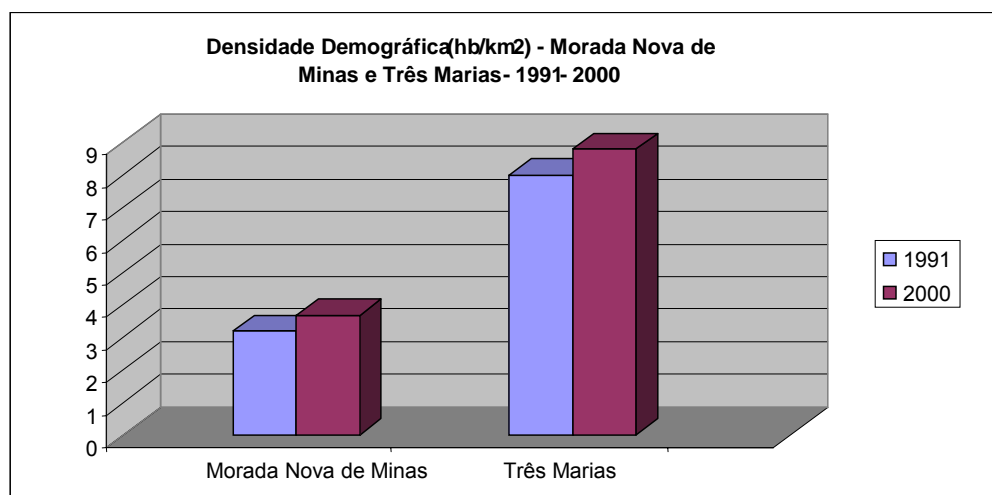
O aumento do crescimento demográfico nas áreas urbanas dos dois municípios ao longo do período 1991-2000 refletiu sobre a densidade demográfica destas áreas. Três Marias foi o município com a maior densidade demográfica dentre os três estudados e foi o que apresentou o maior crescimento, passando de 8 para 8,8 hb/km<sup>2</sup>. Morada Nova de Minas apresentou um aumento de 3,2 para 3,7 hb/km<sup>2</sup>, respectivamente (fig. 34).



**Figura 32** – Grau de urbanização dos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas, MG.



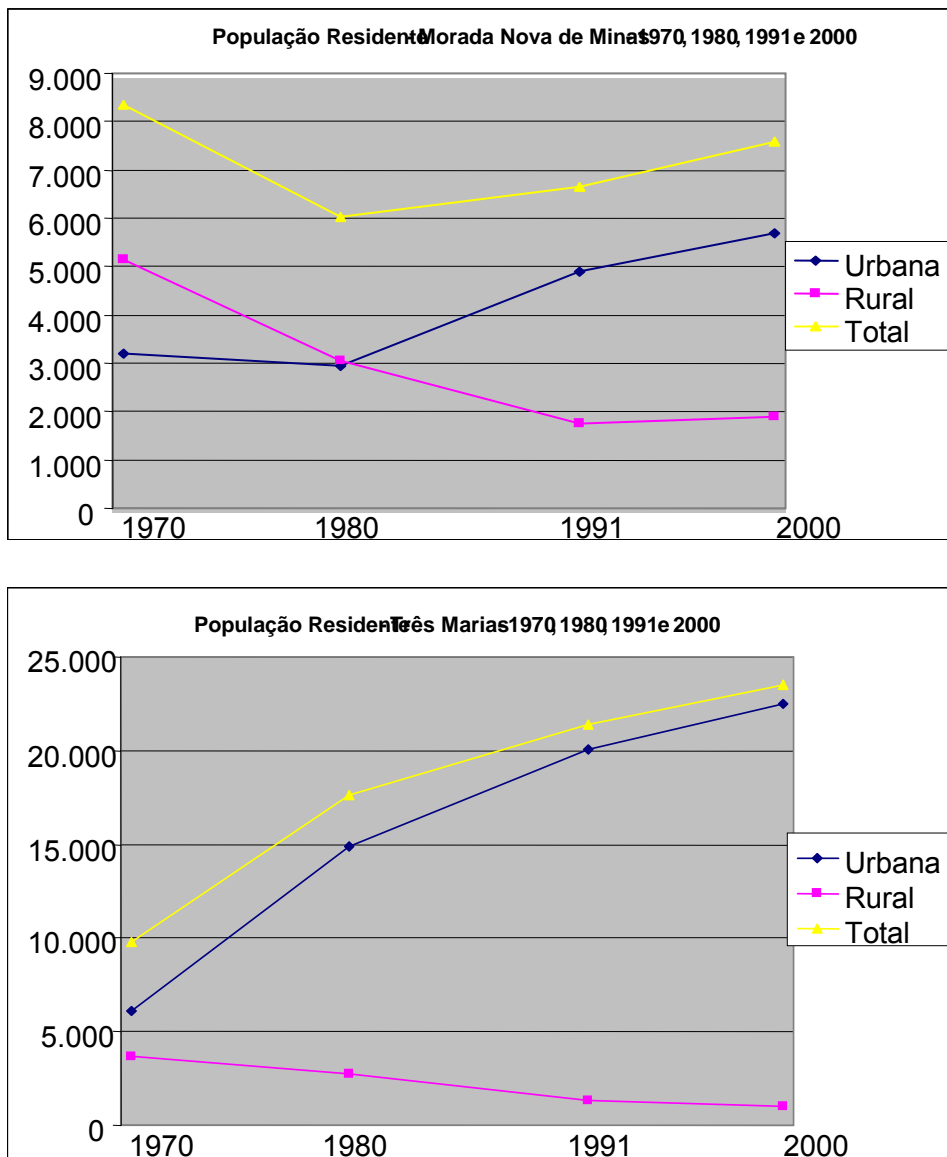
**Figura 33** - Taxas de crescimento médio anual da população humana em Minas Gerais e nos dois municípios limítrofes do reservatório de Três Marias.



**Figura 34** – Densidade demográfica da população humana nos municípios de Morada Nova de Minas e Três Marias, reservatório de Três Marias, MG.

A dinâmica plurianual dos contingentes urbano e rural sugere que os dois municípios vêm passando por diferentes processos econômicos. A população total de Morada Nova de Minas sofreu vertiginoso decréscimo a partir da década de 1970, influenciado pelo significativo êxodo rural que acometeu o município, provavelmente um reflexo direto da construção do reservatório de Três Marias que praticamente isolou o município dos outros da região. A retomada do crescimento demográfico iniciou na década de 1980 devido ao elevado crescimento de sua população urbana, apesar da contínua queda do contingente rural. A população rural volta a crescer a partir da década de 1990, associada ao sucessivo crescimento urbano.

O comportamento das curvas relativas à população residente de Três Marias difere do que foi observado em Morada Nova. Sua população urbana na década de 1970 já era superior a rural, com valores de 6.143 contra 3.646. A partir dos anos de 1970, a população urbana apresentou taxas expressivas de crescimento anual, responsáveis pelo incremento da população total do município, pois sua população rural declina desde então. A população urbana de Três Marias saltou de 6.143 habitantes em 1970 para 22.486 habitantes registrados em 2000 (Fig. 35).



**Figura 35** – Evolução do grau de urbanização dos municípios de Morada Nova e Três Marias nas três últimas décadas do século XX.



O IBGE realiza estimativas populacionais anuais em escala municipal<sup>1</sup>. Segundo dados desta instituição, as estimativas das populações de Morada Nova de Minas e Três Marias para o ano 2005 são, respectivamente: 8.180 e 24.881 habitantes.

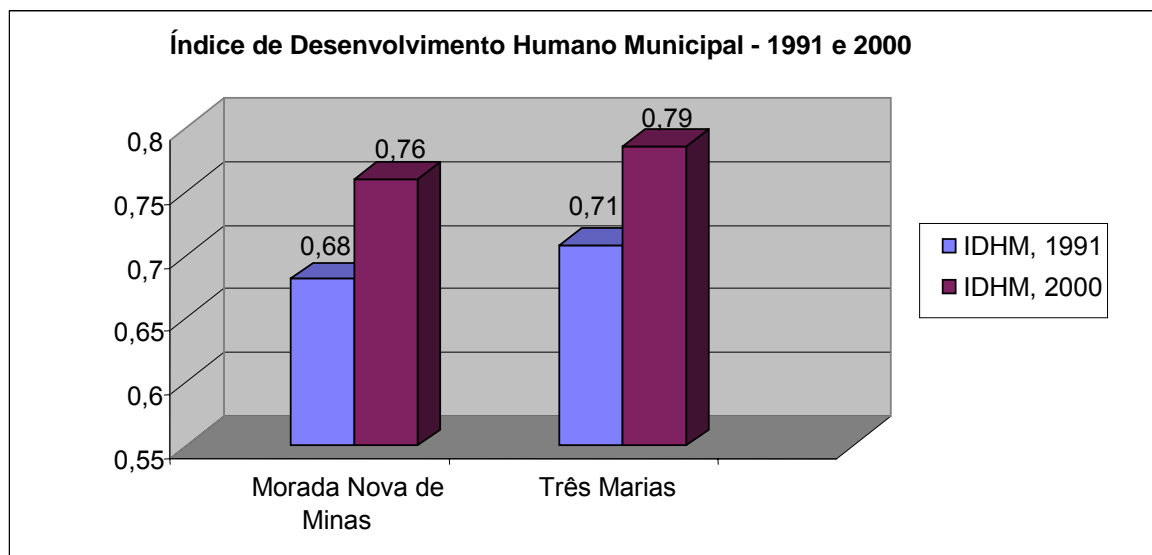
Dessa forma, foi possível calcular a taxa de crescimento médio anual para período 2000 e 2004, conforme pode ser observado na tabela 21. O crescimento da população dos dois municípios é estável, sem alterações significativas.

**Tabela 21** – Taxa de crescimento médio anual (%) para o período 2000-2004.

Município	Ano				
	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Morada Nova de Minas</b>	1,65	1,44	1,45	1,44	1,44
<b>Três Marias</b>	1,20	1,07	1,08	1,08	1,09

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM é calculado com base em parâmetros relacionados a longevidade da população, educação e renda, sendo 1,0 seu valor máximo. O IDHM para os dois municípios selecionados nos anos 1991 e 2000 ilustra que o município de Três Marias apresentou o maior índice em 2000: 0,79 (fig. 36). O valor médio (arredondado) para o estado de Minas Gerais é 0,77. Portanto, Morada Nova de Minas está ainda abaixo deste índice médio, apesar do significativo aumento observado entre 1991 e 2000, o que indica a necessidade de programas de desenvolvimento econômico local sustentável que possibilite incremento de renda à população e amplie a arrecadação municipal, que deve se revertida em prol de benefícios locais.

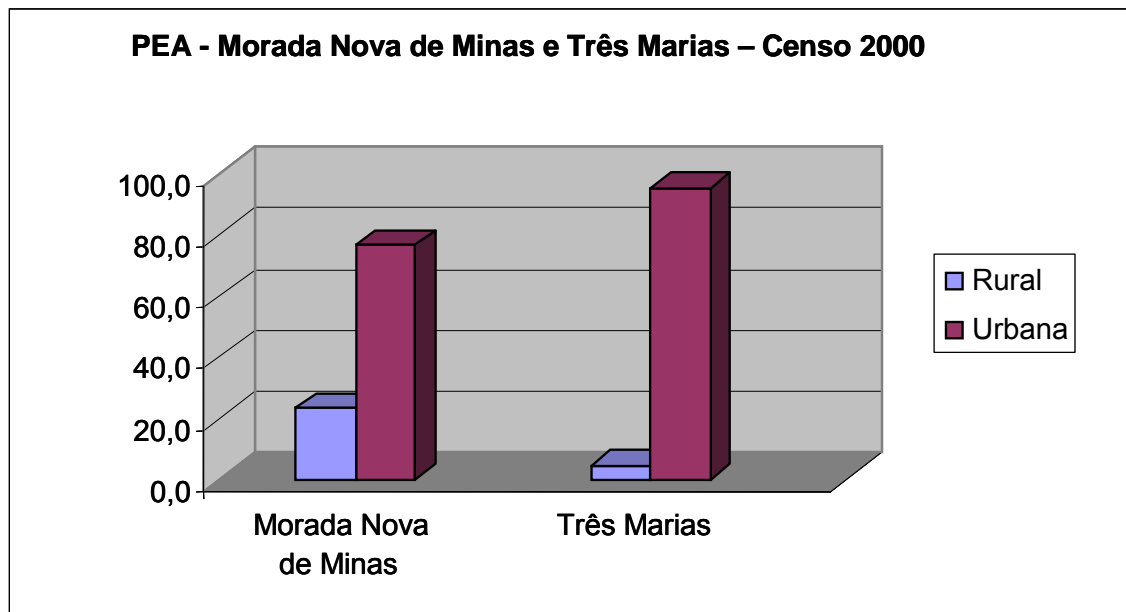
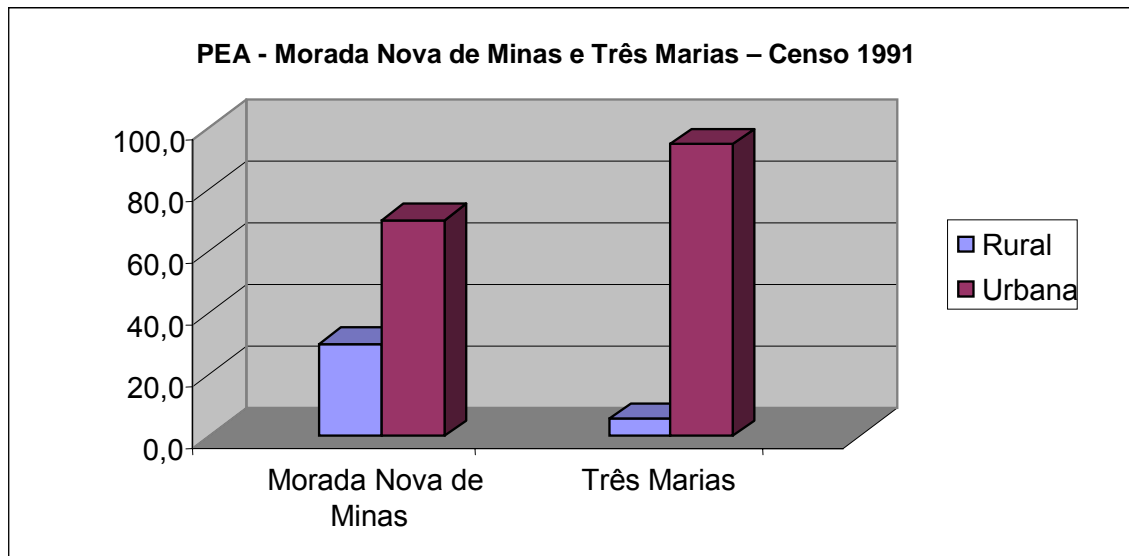
<sup>1</sup> O IBGE não disponibiliza dados de projeção de crescimento demográfico em escala municipal, apenas em escala nacional, macrorregional e estadual.



**Figura 36** – IDHM dos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas, MG.

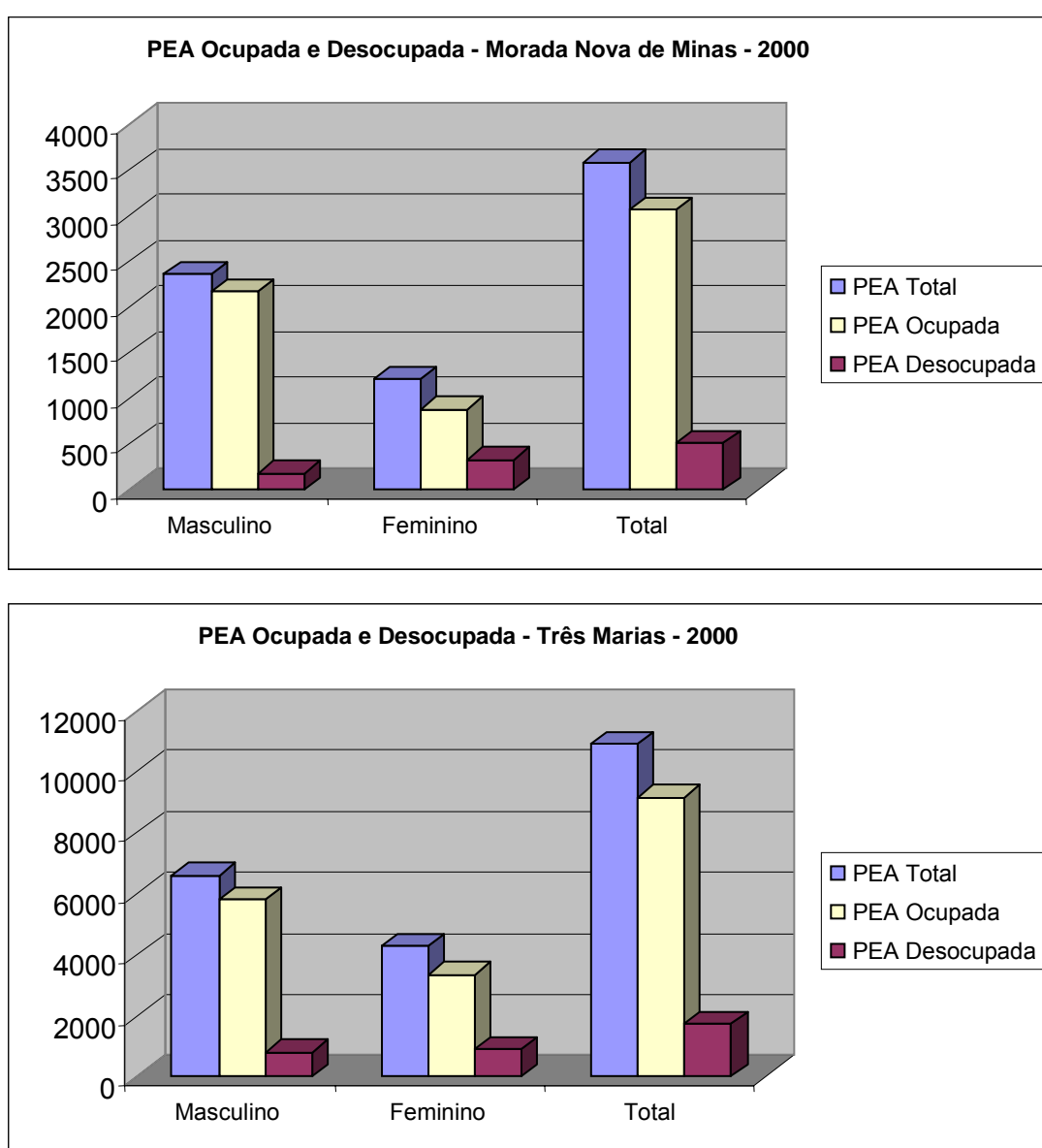
A população economicamente ativa – PEA apresenta-se de modo diferenciado entre os municípios estudados, assim como entre as situações de domicílio rural e urbana (fig. 37). O Censo 1991 registrou significativas diferenças da PEA entre os meios rural e urbano. Destaque para o município de Três Marias, onde 94,7% da PEA situavam-se no meio urbano, contra apenas 5,3% no meio rural, o que denota o elevado grau de urbanização deste município.

As diferenças entre as situações de domicílio rural e urbana se acentuaram no censo 2000. O município de Três Marias continuou se destacando com a maior PEA urbana, com 95,4%. No entanto, também houve aumento da disparidade no município de Morada Nova de Minas. Esse município registrou avanço de 70 para 76,6% no mesmo período observado. Os dados indicam o predomínio de trabalhadores exercendo atividades no meio urbano se sobrepondo às atividades rurais como a agropecuária e pesca, por exemplo.



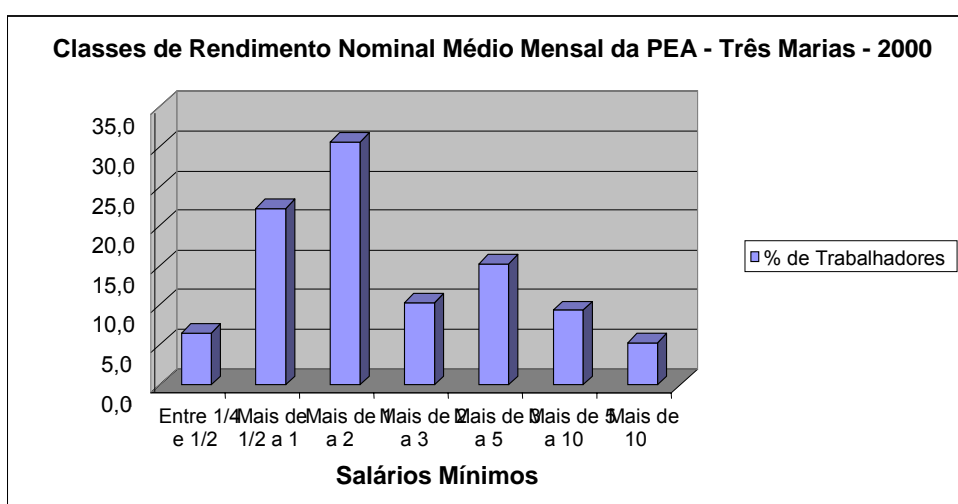
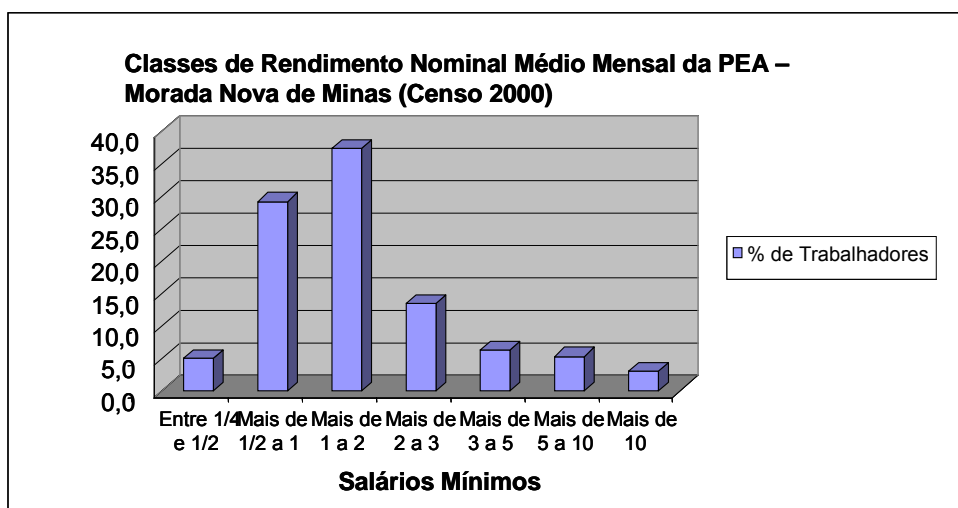
**Figura 37** – População economicamente ativa (PEA) nos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas (censos 1991 e 2000).

A distribuição da PEA segundo gêneros revelou uma situação é semelhante nos municípios estudados (Fig. 38). A proporção entre a PEA masculina e feminina é significativamente desigual, com um predomínio absoluto de trabalhadores masculinos. A PEA desocupada é proporcionalmente maior para o gênero feminino, o que denota uma maior dificuldade de inserção no mercado de trabalho, predominantemente masculino. O município que apresentou (em 2000) a maior proporção de indivíduos em idade ativa de desocupados foi Três Marias, com 16% de desocupados.



**Figura 38** – População economicamente ativa e de desocupados por gênero e município (censo 2000).

Em relação às classes de rendimento nominal médio mensal da PEA, segundo dados do Censo 2000, a situação em Morada Nova de Minas foi caracterizada pela prevalência de elevado estrato de trabalhadores recebendo entre  $\frac{1}{2}$  e 2 salários mínimos, cerca de 67% destes (Fig. 39). O município de Três Marias se diferencia, assim como ocorreu em outros parâmetros anteriormente analisados. Houve uma maior distribuição dos trabalhadores entre as classes de rendimento médio mensal. O contingente de trabalhadores com rendimento entre  $\frac{1}{2}$  e 2 salários mínimos foi de 53%, inferior ao observado em Morada Nova de Minas. No entanto, o número de trabalhadores com rendimento superior a 3 salários mínimos foi maior em Três Marias, que apresentou percentuais superiores aos outros dois municípios nas três últimas classes de rendimento. Tal fato denota melhores condições salariais deste município em relação à Morada Nova.

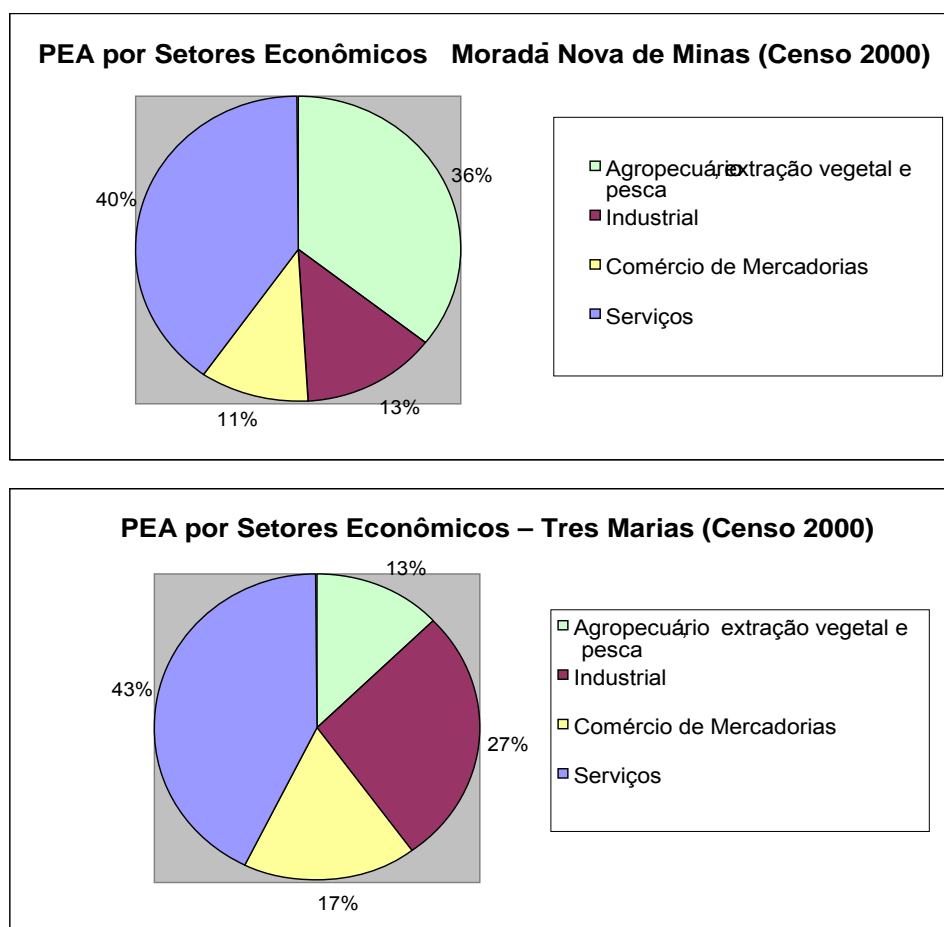


**Figura 39** – Classes de rendimento nominal médio da PEA nos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas.

## ATIVIDADES ECONÔMICAS DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO (TRÊS MARIAS E MORADA NOVA DE MINAS)

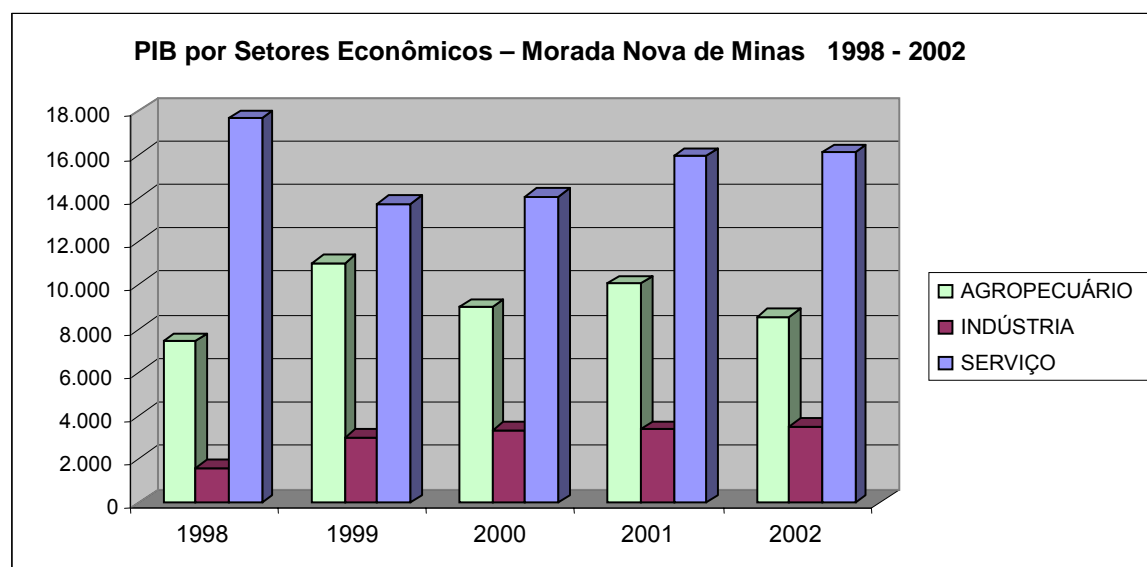
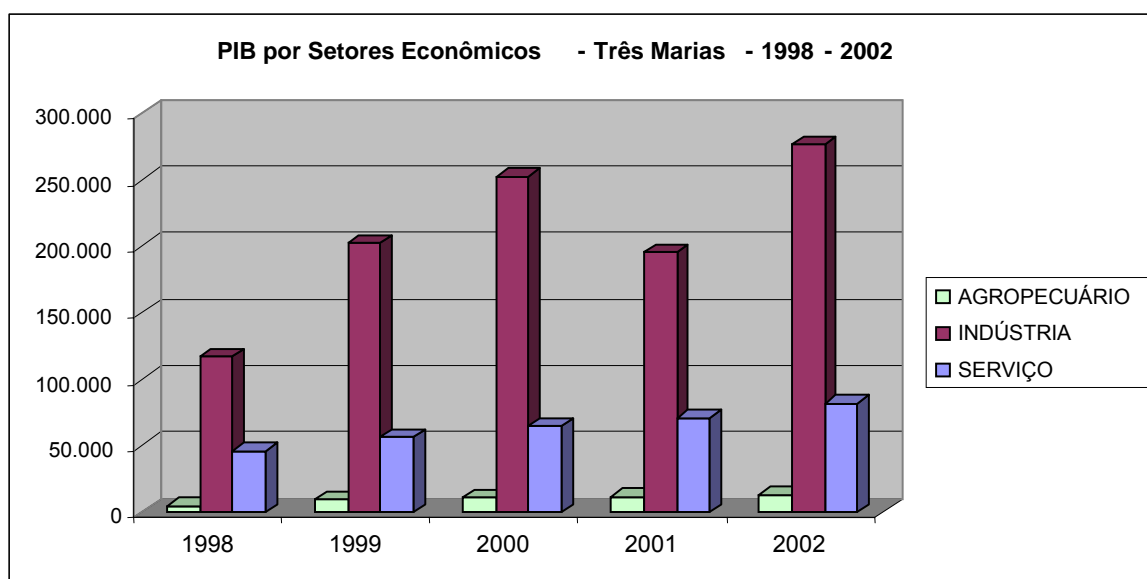
### PEA e PIB Distribuídos por Setores Econômicos

A População Economicamente Ativa – PEA dos municípios de Morada Nova de Minas e Três Marias por setores econômicos pode ser observada na figura 40. O setor terciário – comércio de mercadorias e serviços é o responsável pela maior absorção de trabalhadores nos dois municípios analisados, seguindo uma tendência nacional de concentração da PEA neste setor econômico. No município de Morada Nova, a PEA no setor primário, correspondente às atividades agropecuária, extração vegetal e pesca é superior à ocupação na atividade industrial – setor secundário da economia, enquanto em Três Marias, a PEA no setor industrial é maior que no primário. Proporcionalmente, o setor primário é mais significativo no município de Morada Nova de Minas; o secundário em Três Marias; e o terciário apresenta dimensões semelhantes.



**Figura 40** – Percentuais de ocupação da população economicamente ativa por setores econômicos nos municípios de Morada Nova de Minas e Três Marias.

O Produto Interno Bruto – PIB por setores econômicos nos dois municípios em questão pode ser analisado na figura 41. Apesar das variações ocorridas neste período, o PIB do setor de serviços é superior aos demais no município de Morada Nova de Minas, enquanto em Três Marias, o PIB do setor industrial é significativamente maior que dos outros setores econômicos. Em Morada Nova de Minas o PIB do setor agropecuário é mais que o dobro do setor industrial. Do ponto de vista relativo, o setor primário é inexpressivo em Três Marias, apesar de o seu valor absoluto ser superior aos dos municípios de Felixlândia e Morada Nova de Minas.



**Figura 41** – Produto interno bruto por setor econômico nos municípios de Três Marias e Morada Nova de Minas.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TRABALHO DE CAMPO**

As análises a seguir são resultado de dois trabalhos de campo realizados nos meses de julho de 2006 e março de 2007 nos municípios de Morada Nova de Minas e Três Marias, no qual foram entrevistadas pessoas vinculadas à atividade da pesca e/ou aquicultura na região, assim como funcionários da prefeitura de Morada Nova de Minas, EMATER, CODEVASF e ALAGO. As entrevistas foram semi-estruturadas em questões e temáticas relevantes para o presente estudo quanto à polarização econômica da região, integração rural-urbana na área alvo do projeto e especialmente, uma breve análise das condições da atividade pesqueira e aquicultura regional.

### **Polarização Econômica e Integração Rural-Urbana**

A polarização econômica da região do entorno da represa de Três Marias pode ser analisada da seguinte forma: o município de Três Marias apresenta a maior arrecadação e PIB municipal, sendo, portanto, do ponto de vista econômico, o mais importante da região. No entanto, devido às dificuldades de acesso dos moradores de Morada Nova de Minas a Três Marias, que precisam atravessar de balsa, o que implica em despesas extras, o município de Abaeté exerce maior influência sobre esta. Os entrevistados relataram que os moradanovenses preferem fazer compras, quando não dispõe de determinada mercadoria em seu município, em Abaeté do que em Três Marias, pela facilidade de acesso, que é realizada por estrada e demanda menos tempo e gastos do que atravessar de balsa ao outro município. Além de compras, os moradores de Morada Nova de Minas costumam se consultar em médicos de Abaeté, conforme foi relatado. Portanto, apesar de Três Marias apresentar PIB per capita superior ao município de Abaeté, que foi de R\$ 4.974 em 2003 contra R\$ 19.743 do primeiro, devido à maior facilidade de acesso, a maioria dos moradanovenses optam por buscar produtos e serviços complementares em Abaeté.



A integração entre os meios rural e urbano no município de Morada Nova de Minas acompanha uma tendência geral de complementaridade. Historicamente, o meio rural destaca-se por se organizar em torno de uma tetralogia de aspectos bem conhecida:

<ul style="list-style-type: none"><li>• uma função principal:<ul style="list-style-type: none"><li>- a produção de alimentos</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• uma atividade econômica dominante:<ul style="list-style-type: none"><li>- a agricultura</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• um grupo social de referência:<ul style="list-style-type: none"><li>- a família camponesa, com modos de vida, valores e comportamentos próprios</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• um tipo de paisagem que reflete a conquista de equilíbrios entre as características naturais e o tipo de atividades humanas desenvolvidas.</li></ul>

À produção de bens alimentares que se destinam agora, de forma crescente, a abastecer mercados urbanos e ao papel de refúgio e segurança que as áreas rurais sempre desempenharam em épocas de crise para as populações citadinas, adiciona-se uma nova função-chave: a de fornecer mão-de-obra desqualificada e barata para as atividades econômicas em acelerado crescimento nas cidades.

Em Morada Nova de Minas, assim como nos outros municípios do entorno da represa de Três Marias, a integração entre os meios rural e urbano envolve a troca de mercadorias e serviços, em geral produtos primários do campo e industrializados da cidade. O fluxo de pessoas ocorre em função da demanda de serviços presentes exclusivamente nas áreas urbanas e por absorver parte dos trabalhadores que habitam na área rural em empregos nas áreas urbanas. As áreas rurais são alternativa de descanso e lazer para os moradores das áreas urbanas que possuem sítios, hospedam-se em pousadas ou vão em busca da prática de esportes e/ou pesca.

## **Dinâmica Sócio-Econômica da Pesca e Aqüicultura**

### *A Pesca na Represa de Três Marias*

A instalação da represa de Três Marias em 1960 modificou a situação econômica e a dinâmica social na região e possibilitou o crescimento da atividade pesqueira, o que atraiu inclusive, pescadores de outras regiões do país. Atualmente, segundo dados da Colônia de Pescadores de Três Marias – Z-05, estão associados 1.638 pescadores que atuam na região e possuem carteira profissional, sendo 650 em Três Marias e 260 em Morada Nova de Minas.

Todos os entrevistados consultados afirmaram que a maior parte destes pescadores são nascidos na própria região, mas há um elevado contingente oriundo das regiões norte e nordeste do país, os quais são designados por “nortistas” pelos entrevistados. Este número de pescadores profissionais é contestado por diversos entrevistados que afirmam estar realmente trabalhando na atividade apenas um terço destes. Segundo eles, diversos cidadãos se associam à Colônia visando usufruir do seguro desemprego concedido pelo Governo Federal durante os quatro meses da piracema.

Em entrevista, os presidentes da Colônia de Pescadores de Três Marias e da Federação de Pescadores afirmaram que o número aproximado de pescadores profissionais na Represa está entorno de 600. Ainda segundo os entrevistados, não há locais específicos para concentração de pescadores, pois estes estão dispersos ao longo do espelho d’água e se deslocam de acordo com os resultados obtidos em cada área. No entanto, Sato & Sampaio (2005) registraram que a pesca no reservatório de Três Marias é praticada por cerca de 300 pescadores artesanais, que capturam em média 500 toneladas de pescado por ano. A discrepância entre os dados demonstra a grande dificuldade em estimar o número exato de pescadores, fruto da inexistência de censos sistemáticos e eficientes em identificar os profissionais que realmente vivem desta atividade.

Os pescadores, segundo os entrevistados, em geral montam acampamento às margens da represa para facilitar seu acesso e monitorar as redes de pesca, como pode ser observado na Figura 42 a seguir. A maioria possui casa na cidade, geralmente na zona rural, onde mora o restante da família. Os pescadores constroem barracas de lona, denominadas na região de ranchos, nas quais moram em geral dois a três pescadores e em alguns casos uma mulher para cuidar dos afazeres domésticos. No entanto, os ranchos não são fixos, os pescadores mudam seu lugar de acordo com as condições de pesca da represa. Segundo o presidente da Colônia dos Pescadores, os que pescam na represa vivem em ranchos, enquanto os pescadores do rio saem para pescar à noite e retornam pela manhã para suas casas.



**Figura 42** – Rancho de pescadores à margem da represa de Três Marias, município de Morada Nova de Minas - MG, julho de 2006.

A situação do pescado segundo os entrevistados é satisfatória. Sr. José, pescador da represa na porção de Morada Nova de Minas afirmou: *“Essa represa tem peixe demais. O peixe é o seguinte: não acaba na represa não. Tem época boa e época ruim. No frio é ruim”*. Sr. Jordino, antigo pescador da represa, também residente no município de Morada Nova de Minas, compartilha da mesma opinião do outro entrevistado. Segundo ele: *“Isso aqui num acaba não. Esta época que é ruim de peixe”*.

O presidente da Colônia dos Pescadores – Z-05 afirmou que ainda há muito peixe na represa e no rio São Francisco e que esta situação deve se manter nos próximos anos. Segundo ele, houve redução do pescado na represa, enquanto a situação manteve-se estável no rio São Francisco. Sr. Jeremias, antigo vendedor (atravessador, como é comumente denominado na região) de peixes discordou das condições satisfatórias e otimistas apresentadas pelos demais entrevistados. Segundo ele, no passado os pescadores eram mais unidos e retiravam cerca de cinco toneladas de peixe por dia, contra apenas uma tonelada atualmente. O entrevistado afirmou que em média cada pescador consegue entre 10 e 20 kg de peixe ao dia e em dias bons são pescados 40 kg.

O método utilizado na pesca profissional na represa, segundo Sr. Jeremias e os pescadores entrevistados, é através de redes com 50 metros de comprimento por 2,5 metros de largura. Cada pescador utiliza entre 50 a 100 redes, que são distribuídas ao longo do espelho d'água.

O trabalho de campo realizado em Morada Nova de Minas e Três Marias, onde estão localizados os polígonos para demarcação dos parques aquícolas, realizado entre os dias 12 e 15 de março de 2007, possibilitou identificar os locais de comercialização do pescado e outras questões de interesse deste estudo. Nesta tarefa foi fundamental as informações prestadas por extencionistas da EMATER, funcionários das prefeituras, da ALAGO e representantes dos pescadores. Em relação ao destino do pescado da região houve consenso entre os entrevistados. Pescadores, secretários da prefeitura, Colônia de Pescadores e

associações de piscicultores indicaram a Região Metropolitana de Belo Horizonte e a própria região do entorno da lagoa de Três Marias como os principais mercados consumidores. Além destes, os peixes são comercializados por atravessadores para as cidades de Brasília e Patrocínio – MG. Os pescadores comercializam na beira da represa com turistas, atravessadores e donos de peixarias.

Em Morada Nova de Minas, o principal comprador de peixes é o Sr. Jeremias, antigo comerciante do município. Segundo entrevistados, não há peixaria na cidade, a comercialização ocorre em algumas residências de pescadores e na rua, por meio do uso de caixas térmicas. Em Três Marias, o comércio do pescado, segundo entrevistados, é realizado em quatro peixarias: do Valtim, localizada no bairro Joaquim de Lima; Peixaria do Sr. Barra (Barrinha), neste mesmo bairro; Peixaria do Orlando, situada no centro; e Peixaria do Luciano, também no centro; sendo a primeira a mais importante. O comércio também é feito em algumas casas de pescadores e na Feira do Peixe (Fig. 43), próximo à ponte sobre o rio São Francisco, na BR-040, divisa entre Três Marias e São Gonçalo do Abaeté onde, no entanto, são vendidos apenas peixes retirados do rio. Esta feira é de suma importância para pescadores da região. Segundo o Sr. Norberto dos Santos, antigo pescador do rio São Francisco, *“Se não tivesse a Feira do Peixe seria ruim, o preço seria menor”*.

Segundo o Sr. Norberto, pescador desde 1959 no rio São Francisco, não houve redução no volume do pescado: *“Quando seca falta peixe, mas com a chuva repovoa os lagos marginais e volta a ter peixe”*. Ele prefere pescar no rio que na represa e se mostrou preocupado com o significativo aumento no número de pescadores, que atribuiu ao crescente desemprego.



**Figura 43** – Feira do Peixe: São Gonçalo do Abaeté, rodovia BR-040.

### **Aqüicultura na Represa de Três Marias: Condições Atuais e Perspectivas**

Desde 2001 a prática da aqüicultura vem despertando o interesse dos moradores da região do entorno da represa de Três Marias, quando houve a implantação da 1ª Unidade Modelo de Criação de Tilápias em Tanque-rede neste reservatório. Esta iniciativa foi promovida pela CODEVASF em convênio celebrado com a Prefeitura Municipal de Morada Nova de Minas.

Neste mesmo ano foi fundada a ASPIM – Associação dos Piscicultores de Morada Nova de Minas, com 22 associados. Houve treinamento teórico e prático dos associados por engenheiros de pesca da CODEVASF, além do empréstimo de 20 tanques-rede e ração necessária para seis meses de criação, cedidos por esta instituição, e mais seis tanques doados pela EMATER. Atualmente a

associação passa por dificuldades, segundo seu tesoureiro. Dos 22 membros que integravam a Associação, atualmente restaram apenas seis. Não há sede própria e o endereço de registro é o da Prefeitura Municipal de Morada Nova de Minas. O perfil dos associados é composto por um aposentado, um pescador e outros trabalhadores de baixa renda. No entanto, o entrevistado vislumbra a possibilidade de aumento do número de membros criadores. Não há cobrança de taxa dos associados e a produção é repartida entre eles. Atualmente são produzidos cerca de 1.500 kg/mês, vendidos sem beneficiamento para o presidente da COOPEIXE (aproximadamente 50%) e outros atravessadores da região.

Este projeto piloto serviu de modelo e despertou o interesse de outras pessoas, o que resultou na criação de outras entidades, como a ASPITRA – Associação dos Piscicultores do Traçadal, fundada em julho de 2002. A criação dos associados foi realizada entre 2002 e 2004, sem cobrança de taxa mensal e com divisão das despesas e dos lucros da produção. Assim como a ASPIM, esta Associação declinou e atualmente opera com apenas cinco membros, cujo perfil é composto por um taxista, pequeno produtor rural, aposentado, professor e ex-empresário, sendo que há somente um criador, o Sr. Miguel Pizziolo, tesoureiro da entidade. Ele possuiu 20 tanques-rede instalados na Fazenda São João do Currallinho em Morada Nova de Minas. Sua produção em média é de 1.000 kg/mês, mas há intenção de ampliar para 2.500, segundo o entrevistado. O beneficiamento do peixe é feito de modo artesanal pelo próprio produtor e comercializa junto com cerca de 600 kg que adquire de outros produtores da região em sua casa, Belo Horizonte, Pará de Minas e Luz - MG. Sua estrutura conta apenas com um funcionário para auxiliá-lo na criação dos peixes, casa para o caseiro e galpão para armazenamento da ração. A falta de energia elétrica na propriedade é um empecilho ao aumento da produção, pois não há como utilizar freezer para armazenamento, fato que foi decisivo para desmotivar os associados, segundo o entrevistado. Este se mostrou decepcionado com o associativismo e acredita que esta opção é necessária apenas no começo para alavancar o negócio e depois considera mais vantajoso o trabalho individual.

Além destas duas associações, foi criada ainda, a Cooperativa de Piscicultores de Abaeté com 20 tanques; Associação de Piscicultores de Pirapora com 60 tanques; e a COOPEIXE - Cooperativa de Piscicultura do Alto e Médio São Francisco, com 32 sócios fundadores, responsável por integrar todos os produtores desta região, com a finalidade de dar suporte à operacionalização da Unidade de Beneficiamento de Pescado que está sendo construída em Morada Nova. Incluindo a iniciativa privada, atualmente há cerca de 369 tanques-rede, produzindo aproximadamente 18.100 kg / mês de tilápia, segundo dados fornecidos pela CODEVASF (junho de 2006). Se calcularmos um valor médio para o quilo da tilápia in natura em R\$ 3,30, obtemos uma receita mensal entorno de R\$ 60 mil.

A COOPEIXE foi fundada em abril de 2006 e atualmente conta com 40 membros, sendo apenas 15 produtores. O perfil dos associados é bastante diversificado e conta com pescadores, aposentados, produtores rurais, empresários e prestadores de serviço de um modo geral. Para se associar é necessário comprar uma cota do capital social da Cooperativa no valor de R\$ 500,00, que pode ser parcelado em 10 vezes. A produção tem sido comercializada em Belo Horizonte e na própria região, com foco nos restaurantes que pagam preços melhores, segundo o presidente da Cooperativa, Sr. Célio Garcia.

A Usina de Beneficiamento é um projeto conjunto da CODEVASF, Prefeitura de Morada Nova de Minas e COOPEIXE, no valor de R\$ 168 mil e capacidade de processamento de duas toneladas de filé por dia. Seu objetivo é promover um salto na qualidade e quantidade da produção de peixe na região e agregar valor ao produto, que passará a ser beneficiado na forma de filé. Há a intenção ainda, de aproveitar a carcaça do peixe para a produção de bolinhos e utilizar sua pele para a confecção de artigos em couro, aumentando ainda mais a renda dos aqüicultores. A previsão para início de funcionamento é setembro deste ano, segundo o presidente da COOPEIXE e funcionários da prefeitura. O frigorífico irá gerar 20 empregos em um turno de trabalho, provendo renda indireta para 40 famílias, segundo o Sr. Célio. A maioria dos cooperados está aguardando a



inauguração da usina para iniciar sua produção. Outro entrave para grande parcela dos cooperados é a falta de recursos financeiros. Há demanda por linhas de financiamento semelhantes ao PRONAF para viabilizar a inclusão de mais produtores na atividade, segundo o entrevistado. A figura 44 a seguir ilustra a prática da aquicultura no município de Morada Nova de Minas.



**Figura 44** – Tanques rede para a criação de peixes na área da ASPITRA.

Em Três Marias foi fundada em 2004, a COOPTRÊS, cooperativa dos criadores de peixe deste município, extinta no ano de 2006. Sua criação foi motivada durante um curso sobre piscicultura ministrado na cidade, que motivou a união de 48 interessados na atividade. O custo total estimado na época era de R\$ 9 mil, além do custo da ração. Cada um dos 48 cooperados deveria contribuir com R\$ 200,00 mensais durante 24 meses para arcar com os custos de produção de 90 tanques, manutenção de escritório, freezer e veículo. A maioria dos membros,

segundo seu ex-presidente, Sr. Paulo Andrade, era composto por pequenos empresários, aposentados e alguns professores. Foi utilizada parte da chácara de um dos cooperados como depósito para a ração e acesso à lagoa, local situado a 15 km do centro da cidade. Foram contratados seis funcionários fixos e alguns esporádicos.

A produtividade foi muita baixa: 250 kg/mês em média, sendo que não conseguiram produzir nada em alguns meses. A venda era realizada em restaurantes da própria cidade e municípios próximos. As causas para o fracasso da empreitada, segundo o entrevistado, estão associadas à falta de engajamento dos cooperados, que com exceção de três, apenas contribuía com o capital e não se interessaram em acompanhar a produção, seus problemas e desafios. Além disso, o grupo não quis arcar com o custo de contratar um técnico especializado para prestar consultoria, haja vista que passavam por uma série de dificuldades relacionadas à técnicas empregadas na atividade, que culminou em perda de alevinos e baixa produtividade. O excesso de burocracia dos bancos para aquisição de financiamentos foi outro entrave apontado pelo entrevistado para o sucesso do negócio.

A demora do retorno do investimento inicial é um dos principais fatores que desestimulam os interessados na produção de tilápias em tanques-rede. Segundo o presidente da COOPEIXE, são necessários seis meses para o início da comercialização dos peixes, que demoram este período para recriar e engordar. Houve consenso entre os entrevistados de que o investimento em tanques-rede e alimentação dos peixes, por meio de rações, envolve elevados gastos. Cerca de 500 reais por tanque mais 1,5 kg de ração, que custa R\$ 0,80, por cada quilo de peixe produzido. É necessário, portanto, capital de giro para manter o negócio nos seis primeiros meses até que o retorno financeiro inicie. Tais condições restringem o público interessado em investir neste negócio, que precisa manter seu trabalho principal para sustento da família e manutenção desta atividade. Em geral, segundo os entrevistados, esta atividade é exercida de modo paralelo pelos produtores, que mantêm seus empregos principais.

A inserção dos pescadores neste negócio exige, segundo os entrevistados, melhores esclarecimentos, cursos de capacitação e ajuda financeira do governo. Houve consenso entre os entrevistados, inclusive pelos pescadores, de que o alto investimento que esta atividade demanda é proibitiva para eles caso não hajam linhas de financiamento concedidas pelo governo. Segundo o presidente da COOPEIXE, os pescadores são um potencial público para exercer a aquicultura, o que resultaria em incremento ao turismo, devido à maior disponibilidade de peixes na represa. O presidente da ASPIM compartilha da mesma opinião. Segundo ele, alguns pescadores devem ter interesse em participar desta atividade, pois o peixe nativo está cada vez mais difícil de pescar. A aquicultura, segundo ele, pode servir como complementação de renda para os pescadores, principalmente durante o período da piracema. No entanto, o entrevistado afirmou que a maioria dos pescadores é contrária à criação de tilápias em tanques-rede, provavelmente por receio de competição ou questões culturais.

Há uma série de obstáculos a serem vencidos para possibilitar a inserção dos pescadores na atividade aquicultora. Segundo o presidente da COOPEIXE, falta maior organização e união entre os pescadores, o que facilitaria a formação de cooperativas, reduzindo gastos e aumentando a possibilidade de o negócio se desenvolver. Há muita rivalidade entre eles e em relação ao aquicultor, além do preconceito em relação a esta atividade e ao seu produto. O pescador Sr. Jordino corrobora com esta idéia ao afirmar: *“Aqui é cada um pra si. Um querendo ser melhor do que o outro. Um não tem união com o outro. Quando um pega mais peixe que o outro, fica com raiva”*.

O pescador Sr. José ao ser questionado em relação à união entre os pescadores afirmou: *“Não tem grupo. Só de três ou quatro pessoas. Pescador é desunido”*. Segundo ele, *“A criação dá muita renda, mas tem que ter para quem vender. Se arrumasse local para vender os peixes, queria sim, para ajudar na renda. Se for pra gente mexer precisa de ajuda do governo. A criação a gente pode mexer junto com a pescaria. Dá para alimentar os peixes nas horas vagas. Mas tem que ser para os pescadores que ficam fixos, para os nômades não dá. Tem que tomar*

*conta, até pelo roubo*". Segundo ele, falta mais informação e esta atividade seria benéfica ao longo da piracema ao complementar a renda e possibilitar o aumento do número de peixes na represa, que seriam preservados durante este período. O Sr. Norberto não demonstrou interesse em se tornar aqüicultor, por considerar a atividade complexa e arriscada, quanto aos desafios e possibilidades de não dar certo. Sua percepção negativa desta atividade está relacionada, segundo ele, ao fracasso de projetos visitados em Xingó.

Os presidentes da Colônia de Pescadores (Z-05) e da Federação de Pescadores em Três Marias se mostraram contrários à prática da aqüicultura na Represa, devido ao impacto da poluição gerada pelas fezes dos peixes e a possibilidade de descaracterizar a profissão de pescador, considerada pelo presidente da Colônia uma atividade inerente apenas à indústria. O presidente da Federação acredita ser mais vantajoso, do ponto de vista ambiental, a prática da aqüicultura apenas em tanques escavados ou então a adoção de sacos coletores de fezes nos tanques instalados na represa.

O presidente da ASPITRA afirmou que os pescadores não têm interesse de participar da aqüicultura por questões culturais e receio de perder o seguro desemprego concedido pelo governo durante os meses da piracema. Segundo ele, "*O pescador é bitolado, não tem perfil de investidor e dinheiro. Tem que ter campanha forte com os pescadores se for pra eles entrarem*". De acordo com o presidente da Colônia dos Pescadores, eles não estão bem informados sobre esta atividade e caso houvesse melhor divulgação, com certeza um grande número teria interesse em participar, desde que haja incentivo financeiro do governo. O entrevistado espera bons resultados dos criatórios e não os vê como concorrente ao pescado natural.

As preocupações do diretor da CODEVASF – Três Marias estão relacionadas ao impacto ambiental da inserção de uma espécie exótica na represa – a tilápia, que segundo ele, pode escapar acidentalmente dos tanques. Além do impacto dos criatórios sobre a qualidade da água. Advertiu ainda sobre a necessidade de

realizar um planejamento bem estruturado para possibilitar a inserção e desenvolvimento de pequenos produtores sem, no entanto, qualquer tipo de “apadrinhamento” governamental, apenas linhas de empréstimo.

O otimismo em relação a esta alternativa de renda e desenvolvimento para a região foi marcante entre os entrevistados. A instalação da usina de beneficiamento em Morada Nova de Minas é percebida como a peça que faltava para alavancar definitivamente a atividade aqüicultora na região. Segundo o presidente da ASPIM, *“Falta a certeza de que se produzir vai vender. Produzir não é difícil. O produtor pequeno não tem condições de beneficiar o peixe, o frigorífico é a solução”*. Diversos produtores estão aguardando financiamentos do governo para iniciar suas atividades, segundo o presidente da COOPEIXE. O entrevistado ressaltou que as tilápias criadas em tanques-rede apresentam menor percentual de gordura e odor mais agradável que o peixe natural, fatores diferenciais que podem favorecer sua comercialização. De acordo com o Secretário de Meio Ambiente da prefeitura de Morada Nova, o peixe criado nos tanques é percebido por diversas pessoas da mesma forma que a galinha de granja em relação à caipira. Ainda há um pouco de preconceito, mas que está diminuindo.

O presidente da ASPITRA acredita que Morada Nova de Minas vai se tornar pólo da aqüicultura em Minas Gerais, após a instalação da usina de beneficiamento e ajuda governamental. Este futuro otimista é aguardado por todos que estão inseridos nesta atividade e que esperam que esta se torne uma importante alternativa de renda aos pescadores e que atraia investimentos para a região e promova seu desenvolvimento.

### **Propriedades Junto aos Polígonos Demarcados**

Segue abaixo uma listagem com informações acerca das propriedades lindeiras aos polígonos demarcados na primeira fase do projeto. Deve-se ressaltar a dificuldade em adquirir informações sobre estas propriedades, mesmo com o empenho de funcionários das prefeituras e EMATER dos municípios e ALAGO.

**Parque Aqüícola do Indaiá-1**

**Áreas Aqüícolas: P-1, P-3, P-32 e P-33**

Proprietários: Banco BMG

Observação: Pioneira em irrigação via pivô central e gado de corte.

Possui energia elétrica.

**Parque Aqüícola do Indaiá-2**

**Área Aqüícola: P-2**

Proprietários: Banco BMG.

Observação: Pioneira em irrigação via pivô central e gado de corte.

Possui energia elétrica.

**Parque Aqüícola do Indaiá-3**

**Áreas Aqüícolas: P-4A e P-4B e P-5A e P-5B**

Proprietários: Maria José de Ribeiro, esposa do “Coelho” e irmã do Fernando Ribeiro.

Observação: Há a necessidade de confirmar a existência de energia elétrica na propriedade.

**Parque Aqüícola do São Francisco-1**

**Áreas Aqüícolas: P-30 e P-34**

Proprietário: (1) Fazenda Morrinhos – Mineração Lagoa Seca – Grupo Unitas – (2) Indústria de Calcinação – sede no Belvedere – Belo Horizonte. (3) Fazenda do Barreiro – Silvicultura – proprietário não identificado.

Observação: Atividade desenvolvida: silvicultura e possui energia elétrica.

**Área Aqüícola P-31**

Proprietário: Fazendas São Geraldo e Fazenda Barrão – Proprietária: ICAL – Indústria de Calcinação Ltda. – Grupo Unitas.

Observação: Plantio com uso de pivôs centrais e silvicultura. Possui energia elétrica.

**Parque Aqüícola do São Francisco-2**

**Áreas Aqüícola: P-6**

Proprietário: Fazenda Guilos - Fernando Antônio Ribeiro

Observação: Possui energia elétrica.

Plantios irrigados.

### 3. ANÁLISE INTEGRADA

O Parque Aquícola São Francisco-2 apresenta uma área de influência direta (AID) de 133,6 hectares e uma área de influência indireta (AII) de 22,4 km<sup>2</sup>. O parque possui uma área aquícola que totaliza uma área de 14,5 hectares. A capacidade de suporte estimada para essas áreas somadas permite uma produção de até 2.130 toneladas de pescado e o uso de até 5.324 gaiolas.

As boas características limnológicas bem como os aspectos favoráveis da morfometria das diferentes áreas aquícolas juntamente com uma boa infraestrutura em termos de malha viária e a relativa proximidade a importantes centros consumidores de pescado tais como Belo Horizonte e Brasília bem como considerando a existência de projetos já em execução na área sugerem que são muito boas as chances de que o presente parque aquícola não somente possa realmente ser rapidamente implementado mas também possa garantir ao seu empreendedor um alto rendimento, e um rápido retorno dos investimentos realizados.

Embora a população do município de Morada Nova de Minas veja a expansão dos empreendimentos de aquicultura intensivos de modo favorável e certamente exista, por parte das autoridades locais, o desejo de uma rápida implantação desse tipo de empreendimento, pode-se prever considerando as características de dinâmica da população local bem como a infra-estrutura disponível na cidade de Morada Nova de Minas que haverá grande falta de mão de obra qualificada que possa ser contratada de imediato pelos empreendedores.

A cidade de Morada Nova ainda não dispõe da infra-estrutura urbana necessária para receber empreendimentos de grande porte em qualquer área e ainda mais na área de aquicultura uma vez que essa atividade exige toda uma série de serviços de apoio específicos tais como centrais de alevinagem, fábricas de ração, indústrias de beneficiamento de pescado, fábrica de gelo, a existência de



laboratórios de qualidade de água. Não existe nessa região facilidade em contratar ou mesmo fixar profissionais especializados em Limnologia, Aqüicultura ou Zootenia. A cidade tem ainda alguns “gargalos” em termos de malha viária já que a única ligação rodoviária pavimentada e que não exige o transporte por balsa passa por Abaeté. A BR 040 embora esteja localizada a menos de 30 km só pode ser atingida após uma demorada travessia de balsa (que também é dispendiosa) e ainda exige trafegar por estradas de terra cuja qualidade piora sensivelmente na estação chuvosa. Os serviços de saúde na cidade são ainda precários. A questão das telecomunicações também é problemática pois a cidade ainda não dispunha de um serviço de telefonia celular em dezembro de 2006. Sendo assim, é de grande importância que existam políticas públicas especificamente voltadas para possibilitar a criação de um grande pólo de aqüicultura na cidade de Morada Nova de Minas. Pela quantidade de áreas aquícolas já delimitadas no braço do rio Indaiá não restam dúvidas de que essa cidade deverá ser o centro propulsor desse novo ciclo econômico no reservatório de Três Marias caso o estado e a federação possam criar as condições de infraestrutura para esse desenvolvimento.

#### **4. PROGNÓSTICO AMBIENTAL**

Nesse item apresentamos de forma objetiva e didática os resultados do processo de identificação dos possíveis impactos dos parques aquícolas sobre o meio ambiente aqui entendido como meio físico, meio biótico e o meio sócio-econômico. Esse capítulo traz não somente os resultados de pelo menos quatro reuniões interdisciplinares envolvendo todos os componentes do projeto com os membros da equipe de delimitação de parques aquícolas da SEAP/PR como também é fruto da comparação desses resultados com relatórios anteriores envolvendo a delimitação dos parques aquícolas já submetidos à SEAP para outros reservatórios brasileiros.

A idéia central é a de que esse prognóstico seja o mais amplo e detalhado possível de forma a orientar a todos os agentes participantes no processo de instalação dos parques aquícolas nos grandes reservatórios de Minas Gerais.

As fichas de avaliação apresentadas a seguir foram baseadas em relatórios anteriores, mas sofreram muitas alterações visando à adequação a realidade dos reservatórios estudados em Minas Gerais bem como às peculiaridades de uso e ocupação do solo existentes nos dois reservatórios.

Os principais aspectos a serem considerados nessas fichas são descritos, a seguir:

- **Fator ambiental:** tipo de meio onde o impacto será gerado (meio físico, biológico ou sócio-econômico).
- **Identificação do impacto:** aqui são mencionados os possíveis impactos a serem gerados.
- **Natureza do impacto:** aqui trata-se de designar se o impacto foi benéfico (+) ou se o impacto traz uma piora da qualidade ecológica ou da realidade sócio-econômica do meio ambiente (-).
- **Forma como se manifesta o impacto:** diferencia se o impacto de dá de uma forma direta ou de forma indireta (decorrente do somatório de interferências geradas) pelo empreendimento.
- **Duração do impacto:** o tipo de impacto é tipificado segundo o instante em que ele é manifestado e também pela extensão temporal de sua manifestação (permanente, cíclico, ocasional).
- **Época de ocorrência do impacto:** refere-se ao tempo necessário para que o impacto possa ser observado (curto ou longo prazo).
- **Reversibilidade:** aqui trata-se de tipificar o impacto segundo o seu caráter de permanência bem como se ele pode ser mitigado, controlado ou mesmo evitado.

- **Abrangência:** trata da escala de manifestação do impacto: local na AID, regional (All) ou supra-regional.
- **Magnitude:** Aqui o impacto é tipificado em relação ao grau de mudança sofrido em relação à situação prévia existente na região. A magnitude pode ser baixa, média ou alta.
- **Importância:** expressa os efeitos transversais do impacto sobre os demais fatores físicos, bióticos e também sobre o meio sócio-econômico.
- **Descrição do impacto:** texto explicativo ressaltando as origens, os efeitos e as implicações do impacto para a saúde do empreendimento considerando todas as interferências antagônicas, sinérgicas e cumulativas com a realidade local.
- **Medidas recomendadas:** identificação (citação) com breve texto explicativo das recomendações bem como quanto a sua possível eficácia de acordo com as opções existentes.
- **Caráter da medida:** aqui se tipifica se a medida é preventiva, corretiva ou se não se aplica ao impacto considerado.
- **Fase de implementação:** se a medida deve ser implementada na fase de planejamento, construção ou de operação do empreendimento.
- **Eficácia de recomendação:** Se a medida diminui, aumenta ou anula o impacto em questão.

<b>Impactos Identificados</b>	
<b>Meio Físico</b>	
<b>1</b>	Aumento de turbidez, sólidos em suspensão, diminuição da transparência (Secchi) e da extensão vertical da zona eufótica
<b>2</b>	Intensificação dos processos erosivos e aumento do assoreamento dos braços com áreas aquícolas
<b>Meio Biótico</b>	
<b>3</b>	Alteração na cobertura vegetal do entorno
<b>4</b>	Eutrofização (déficit na oxigenação da coluna, floração de cianobactérias, infestação por macrófitas, exportação de nutrientes à jusante e mortandade de peixes)
<b>5</b>	Fuga de espécies exóticas (alteração na estrutura trófica, disseminação de parasitos e doenças).
<b>6</b>	Bioacumulação de metais traços, toxinas, medicamentos (antibióticos e hormônios).
<b>7</b>	Criação de novos habitats (gaiolas como atratores de ictiofauna).
<b>Meio Sócio Econômico</b>	
<b>8</b>	Qualidade de vida das populações lindeiras
<b>9</b>	Oferta de Pescado.
<b>10</b>	Geração e gestão de resíduos sólidos e líquidos.
<b>11</b>	Impacto visual e alterações paisagísticas.
<b>12</b>	Conflitos de uso da água (tanques redes versus pivots ou tanques redes versus pesca profissional ou desportiva)
<b>13</b>	Impacto sobre o Turismo e a Navegação.

<b>Fator Ambiental: Meio Físico</b>																		
<b>Impacto Número 01:</b> Aumento de turbidez, sólidos em suspensão, diminuição da transparência (Secchi) e da extensão vertical da zona eufótica																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>-</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>
	X	X		Permanente			C. Prazo		Reversível		Local		Média			Média		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
( <input type="checkbox"/> ) PLANEJAMENTO						( <input type="checkbox"/> ) IMPLANTAÇÃO						( <input checked="" type="checkbox"/> ) OPERAÇÃO						
<b>Descrição</b>																		
<p>Esse tipo de impacto decorre em grande parte do excedente de ração empregado bem como em decorrência do acúmulo de excretas gerados.</p> <p>O impacto pode ser mitigado ou evitado se forem tomadas medidas visando uma maior otimização do uso da ração empregada bem como pela existência de um eficiente programa de monitoramento não só da qualidade da água bem como das características dos sedimentos nas áreas de produção e do entorno imediato.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
Usar rações com o menor conteúdo possível de N e P. Implementar e manter um rigoroso plano de monitoramento da qualidade de água e de permanente ajuste das características operacionais de todo o empreendimento.																		
<b>Caráter da Medida</b>									<b>Fase de Implementação</b>									
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Preventivo									( <input type="checkbox"/> ) Planejamento									
( <input type="checkbox"/> ) Corretivo ]									( <input type="checkbox"/> ) Construção									
( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica									( <input checked="" type="checkbox"/> ) Operação									
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
( <input type="checkbox"/> ) Minimiza				( <input type="checkbox"/> ) Maximiza				( <input checked="" type="checkbox"/> ) Neutraliza				( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Físico</b>																		
<b>Impacto Número 02</b> : Intensificação dos processos erosivos e aumento do assoreamento dos braços com áreas aquícolas.																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>
	x	x		Permanente			L. Prazo		Irreversível		Local		Baixa			Média		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
( ) PLANEJAMENTO						(xx) IMPLANTAÇÃO						(x) OPERAÇÃO						
<b>Descrição</b>																		
Os processos erosivos tendem a ocorrerem na orla do reservatório junto aos locais usados para a construção de unidades de apoio e da infra-estrutura necessária de apoio em terra. O processo erosivo se estabelece a partir da retirada da vegetação com a conseqüente exposição do solo. O impacto pode se estabelecer de forma grave ainda durante a fase de construção do empreendimento.																		
<b>Recomendações</b>																		
Recomenda-se a fiscalização não só da fase de instalação bem como uma fiscalização dos projetos de obras físicas antes da instalação do empreendimento aliados a um monitoramento constante da transparência da água, turbidez, sólidos em suspensão e extensão da zona eufótica. Essas recomendações são normalmente exigidas durante a etapa de concessão da L.I. do empreendimento.																		
<b>Caráter da Medida</b>									<b>Fase de Implementação</b>									
( xx ) Preventivo									(xx ) Planejamento									
( ) Corretivo ]									(xx ) Construção									
( ) Não se aplica									(xx ) Operação									
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
( ) Minimiza				( ) Maximiza				( xx ) Neutraliza				( ) Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Biótico</b>																		
<b>Impacto Número 03:</b> Alteração na cobertura vegetal do entorno.																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
+	-	D	I	P	T	C	CP	LP	R	I	L	R	B	M	G	P	M	G
	xx	Direta		Permanente			C. Prazo		Reversível		Local		Baixa			Média		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
( ) PLANEJAMENTO					(xx) IMPLANTAÇÃO					(xx) OPERAÇÃO								
<b>Descrição</b>																		
<p>As alterações na cobertura vegetal na margem irão certamente ocorrer em função da construção de estruturas de apoio tais como depósitos, sanitários, ranchos, vias de acesso, etc. No presente caso, a remoção dessa cobertura além dos efeitos negativos habituais já previstos nos planos de impacto de construção de qualquer tipo de empreendimento, ela tem efeitos diretos na intensificação dos processos erosivos, de assoreamento e eutrofização na áreas de produção dos parques aquícolas tendo um efeito sinérgico com outros tipos de impactos que serão vistos mais adiante.</p> <p>A cobertura vegetal no entorno, das áreas aquícolas já demarcadas, (vide acima) já está, no entanto, muito degradada por outros tipos de empreendimentos. Dessa forma, a construção dessas estruturas de apoio e a conseqüente remoção da vegetação ainda existente não deverá causar grandes mudanças no perfil de ausência de vegetação ciliar já existente no reservatório.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
Recomenda-se a fiscalização das atividades de construção das estruturas de apoio bem como a adoção imediata de um plano de recuperação das áreas degradadas já existentes mesmo antes do início das construções. Ressalte-se que toda e qualquer supressão de vegetação natural existente deve se objeto de licença previamente concedida por órgão competente.																		
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>										
( xx ) Preventivo								( ) Planejamento										
( ) Corretivo ]								( xx ) Construção										
( ) Não se aplica								( xx ) Operação										
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
( xx) Minimiza				( ) Maximiza				( ) Neutraliza				( ) Não se aplica						

Fator Ambiental: Meio Biótico															
<b>Impacto Número 04:</b> Eutrofização (déficit na oxigenação da coluna, floração de cianobactérias, infestação por macrófitas, exportação de nutrientes à jusante e mortandade de peixes)															
Natureza		Forma		Duração		Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude		Importância	
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>P</b> <b>M</b> <b>G</b>
	xx	Direta		Permanente		Curto prazo		Reversível		Variável		Variável		Grande	
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>															
<input type="checkbox"/> PLANEJAMENTO				<input type="checkbox"/> IMPLANTAÇÃO				<input checked="" type="checkbox"/> OPERAÇÃO							
<b>Descrição</b>															
<p>Um dos principais impactos associados à implantação de parques aquícolas em reservatórios é o risco de um aporte descontrolado de nutrientes limitantes da produção primária, principalmente o fósforo (P) e o nitrogênio (N) via principalmente ração mas também associado ao aumento da biomassa de peixes e com a mudança da rede trófica aquática no ambiente do entorno dos tanques. A eutrofização poderá ser em escala local ou mesmo propagar-se no âmbito regional podendo até mesmo afetar todo o ecossistema, caso as medidas necessárias não sejam tomadas a tempo e caso o empreendimento não tenha uma avaliação permanente de sua capacidade de suporte. A eutrofização pode manifestar-se seja pelo crescimento não controlado de macrófitas, algas ou bactérias. Um ponto importante associado à eutrofização é o crescimento de cianobactérias (algumas espécies são tóxicas para a vida aquática e para homem) muitas vezes associado a esse fenômeno. A eutrofização também pode levar a um déficit de oxigênio na coluna de água, diminuição da transparência da água, aumento da clorofila-a e do carbono orgânico dissolvido (COD) bem como dos níveis de condutividade elétrica além de aumentos generalizados em vários tipos de elementos dissolvidos na água (Ca, K, P, N, etc) que podem potencialmente regular a produção primária no sistema.</p>															
<b>Recomendações</b>															
<p>Deve-se adotar um programa de monitoramento regular (coletas mensais, no mínimo) da qualidade de água dentro dos tanques e no ambiente do entorno que contemple todas as variáveis tradicionalmente usadas para a determinação do estado trófico da água (Secchi, odor, sabor, cor, sólidos em suspensão, turbidez, oxigênio, pH, alcalinidade, carbono dissolvido, série nitrogenada, nitrogênio total, fósforo dissolvido, fósforo total, clorofila-a, fitoplâncton, zooplâncton, bactérias de vida livre e coliformes, DBO, DQO, dentre outros). Os dados obtidos devem necessariamente ser confrontados com as séries históricas disponíveis nos programas regulares de monitoramento do reservatório levados a cabo seja pelas concessionárias seja pelo poder público. Recomenda-se o uso de ração alimentar que garanta um bom coeficiente de conversão alimentar mas que possua os menores teores possíveis de N e P, principalmente.</p> <p>Recomenda-se ao poder público uma fiscalização rigorosa bem como uma reavaliação periódica (anual) dos parâmetros da capacidade de suporte de todos as áreas aquícolas do empreendimento.</p>															
<b>Caráter da Medida</b>							<b>Fase de Implementação</b>								
<input checked="" type="checkbox"/> Preventivo							<input type="checkbox"/> Planejamento								
<input type="checkbox"/> Corretivo ]							<input type="checkbox"/> Construção								
<input type="checkbox"/> Não se aplica							<input checked="" type="checkbox"/> Operação								
<b>Eficácia da Recomendação</b>															
<input checked="" type="checkbox"/> Minimiza				<input type="checkbox"/> Maximiza				<input type="checkbox"/> Neutraliza				<input type="checkbox"/> Não se aplica			



<b>Fator Ambiental: Meio Biótico</b>																		
<b>Impacto Número 05:</b> Fuga de espécies exóticas (alteração na estrutura trófica, disseminação de parasitos e doenças).																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>
	xx	Indireta		Temporário			C. Prazo		Reversível		Regional		Alta			Grande		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
<input type="checkbox"/> PLANEJAMENTO					<input type="checkbox"/> IMPLANTAÇÃO					<input checked="" type="checkbox"/> OPERAÇÃO								
<b>Descrição</b>																		
<p>A Biologia da Conservação reconhece hoje a introdução de espécies alóctones como sendo uma das principais causas da erosão da biodiversidade em ecossistemas aquáticos. Além disso, o estabelecimento de grandes populações de espécies exóticas tem um grande potencial para alterar toda a rede trófica de um sistema aquático (Pinto-Coelho et al. sub.). Embora, a tilápia seja uma espécie alóctone e encontre-se hoje bem estabelecida nos dois reservatórios mineiros e, segundo a opinião de especialistas na área de ictiologia (Dr. Yoshimi Sato, CODEVASF, Três Marias) deve-se tomar todas as medidas para que não haja escape de peixes (principalmente de modo regular) para os reservatórios. Assim, corre-se o risco de que as tilápias passem da categoria “espécie estabelecida” para a categoria “espécie infestante” (ou praga). Esse tipo de crescimento populacional (infestação) é muito comum com toda uma série de espécies invasoras. Os casos de estudos relatando grandes desastres ambientais relacionados a espécies invasoras são muito bem documentados na literatura ecológica (Lago Victoria, Africa Lago Gatun, Panama).</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Recomenda-se a utilização do monosexo bem como a utilização de tanques com estruturas reforçadas e/ou especiais que evitem o escape de peixes, bem como o treinamento do pessoal que irá operar as estruturas no sentido de que haja uma manutenção periódica e uma correta operação dos tanques redes. É importante também que no programa de monitoramento a ser feito, seja incluído um acompanhamento qualitativo e quantitativo da ictiofauna do entorno dos tanques redes com a comparação dos dados obtidos com os programas regulares de monitoramento da ictiofauna realizados pelas concessionárias de energia ou pelo poder público. Outro ponto a ser destacado é que os empreendedores dos parques aquícolas sejam estimulados a investir na pesquisa para o desenvolvimento de tecnologia eficiente para o cultivo intensivo de espécies nativas em tanques-rede. Recomenda-se ainda um acompanhamento periódico e sistemático da presença de parasitas de peixes tanto nas áreas aquícolas quanto no ambiente do entorno bem como o credenciamento e a fiscalização dos fornecedores de alevinos para os empreendimentos dos parques aquícolas.</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>									<b>Fase de Implementação</b>									
<input checked="" type="checkbox"/> Preventivo									<input type="checkbox"/> Planejamento									
<input type="checkbox"/> Corretivo ]									<input type="checkbox"/> Construção									
<input type="checkbox"/> Não se aplica									<input checked="" type="checkbox"/> Operação									
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
<input type="checkbox"/> Minimiza				<input type="checkbox"/> Maximiza				<input checked="" type="checkbox"/> Neutraliza				<input type="checkbox"/> Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Biótico</b>																		
<b>Impacto Número 06:</b> Bioacumulação de metais traços, toxinas, medicamentos (antibióticos e hormônios).																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>
	xx	Direta		Permanente			L. prazo		Reversível		Local		Média			Média		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
<input type="checkbox"/> PLANEJAMENTO					<input type="checkbox"/> IMPLANTAÇÃO					<input checked="" type="checkbox"/> OPERAÇÃO								
<b>Descrição</b>																		
<p>Nos grandes reservatórios do sudeste do Brasil, existe em geral uma intensa ocupação humana em suas bacias de captação com uma multiplicidade de tipos de uso do solo tais como agricultura, silvicultura e centros urbanos com expressivo desenvolvimento industrial. Embora os valores usualmente excretados pelos peixes de metais traços, toxinas (cianotoxinas) e outros tipos de substâncias tóxicas sejam muito baixos, existe sempre a possibilidade de que os peixes possam estar bio-acumulando metais traços, toxinas e outros tipos de substâncias oriundas do lançamento de efluentes nessas águas. Outro ponto a considerar é o emprego dessas substâncias (principalmente antibióticos e hormônios) pelo próprio empreendimento. A experiência sugere, no entanto, que o emprego dessas substâncias é muito reduzido tanto quanto o ambiente seja sadio (boa qualidade de água) e também pelo alto custo do emprego dessas substâncias em escala comercial.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Recomenda não só o uso, mas também uma contínua fiscalização pelos órgãos competentes da qualidade da ração empregada. Essa ração deverá otimizar a conversão alimentar dos peixes, reduzindo assim os montantes de nutrientes (N e P) e de eventuais toxinas nos excretas dos peixes. Deve-se fiscalizar o empreendimento para que o mesmo não exceda a capacidade de suporte autorizada. Recomenda-se ainda incluir a investigação periódica dos teores de metais traços (Hg, Pb, Cd, Zn), cianotoxinas, antibióticos e hormônios na biomassa dos peixes no monitoramento regular a ser feito nos empreendimentos.</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>										
<input checked="" type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Corretivo ] <input type="checkbox"/> Não se aplica								<input type="checkbox"/> Planejamento <input type="checkbox"/> Construção <input checked="" type="checkbox"/> Operação										
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
<input checked="" type="checkbox"/> Minimiza				<input type="checkbox"/> Maximiza				<input type="checkbox"/> Neutraliza				<input type="checkbox"/> Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Biótico</b>																		
<b>Impacto Número 07:</b> Criação de novos habitats (gaiolas como atratores de ictiofauna).																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
+	-	+	-	P	T	C	CP	LP	R	I	L	R	B	M	A	P	M	G
x		Direta		Permanente			C. Prazo		Irreversível		Local		Baixa			Pequena		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
<input type="checkbox"/> PLANEJAMENTO						<input type="checkbox"/> IMPLANTAÇÃO						<input checked="" type="checkbox"/> OPERAÇÃO						
<b>Descrição</b>																		
<p>A instalação de tanques rede em um reservatório cria um novo tipo de substrato que é prontamente colonizado pela comunidade do perifíton e de seus organismos associados. Esse tipo de efeito já é bastante conhecido na literatura (Beveridge, 1984). Essa colonização gera uma oferta adicional de alimento para os peixes do reservatório que podem pertencer a diferentes guildas tróficas (onívoros, iliófagos, herbívoros, etc). O excedente de ração que não foi consumida pelos peixes nas gaiolas também exerce uma forte atração aos peixes do entorno. Os próprios peixes nas gaiolas exercem uma forte atração a peixes piscívoros e outros predadores tais como as aves aquáticas.</p> <p>De uma forma geral, esse tipo de impacto é considerado benéfico. Considerar, porém que, a maior concentração de peixes do reservatório junto aos tanques rede pode atrair pescadores o que é indesejável já que uma maior presença de pessoas estranhas aos empreendimentos pode diminuir a segurança do empreendimento.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Recomenda-se a implantação de um sistema de segurança permanente nas áreas aquícolas que coíba a ação de pescadores junto aos empreendimentos mas que ao mesmo tempo esteja de acordo com os preceitos de uso múltiplos do reservatório. Recomenda-se ainda a adoção de um programa de monitoramento qualitativo e quantitativo da ictiofauna do entorno dos tanques redes com a comparação dos dados obtidos com os programas regulares de monitoramento da ictiofauna realizados pelas concessionárias de energia ou pelo poder público.</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>									<b>Fase de Implementação</b>									
<input type="checkbox"/> Preventivo									<input type="checkbox"/> Planejamento									
<input type="checkbox"/> Corretivo									<input type="checkbox"/> Construção									
<input checked="" type="checkbox"/> Não se aplica									<input checked="" type="checkbox"/> Operação									
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
<input checked="" type="checkbox"/> Minimiza				<input type="checkbox"/> Maximiza				<input type="checkbox"/> Neutraliza				<input type="checkbox"/> Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Sócio-econômico.</b>																		
<b>Impacto Número 08:</b> Qualidade de vida das populações lindeiras																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
+	-	D	I	P	T	C	CP	LP	R	I	L	R	B	M	A	P	M	G
x		Direta		Permanente			C. Prazo		Reversível		Local		Alta			Grande		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
<input type="checkbox"/> PLANEJAMENTO					<input type="checkbox"/> IMPLANTAÇÃO					<input checked="" type="checkbox"/> OPERAÇÃO								
<b>Descrição</b>																		
<p>Os empreendimentos dos parques aquícolas deverão proporcionar uma série de benefícios diretos e indiretos a toda a população dos municípios da AID e All do empreendimento. Esses benefícios serão tanto mais intensos quanto maior for o envolvimento prévio dessa população com a pesca ou com o reservatório de uma maneira mais geral. Espera-se que esses benefícios se traduzam em um aumento da renda familiar hoje ainda muito baixa na região com a conseqüente melhora nas condições de vida da população das famílias dos aquicultores e pescadores. Outro ponto positivo será a diminuição da pressão de pesca sobre o estoque do reservatório. No entanto, deve-se frisar que os benefícios estão ainda sujeitos à imediata melhoria do grau de instrução da população local principalmente aquela que está dedicada às atividades de pesca. Uma grande parte desse contingente populacional ainda é ainda analfabeta e possui baixíssima consciência sobre os princípios ecológicos que devem ser observados na condução de um programa de aquicultura intensiva.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Todos os benefícios esperados em virtude da implantação de projetos de parques aquícolas na região serão potencializados se houve, por parte do poder público, uma política de incentivo a aquicultura intensiva no reservatório em questão que poderá ser traduzida no oferecimento de cursos técnicos, ações de educação ambiental, incentivo à formação de cooperativas de aquicultores, programas de recomposição de mata ciliar nas áreas dos empreendimentos, programas de estradas vicinais, oferta de crédito para instalação de indústrias de apoio à aquicultura, etc.</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>										
<input checked="" type="checkbox"/> Preventivo								<input checked="" type="checkbox"/> Planejamento										
<input type="checkbox"/> Corretivo ]								<input type="checkbox"/> Construção										
<input type="checkbox"/> Não se aplica								<input type="checkbox"/> Operação										
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
<input checked="" type="checkbox"/> Minimiza				<input type="checkbox"/> Maximiza				<input type="checkbox"/> Neutraliza				<input type="checkbox"/> Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Sócio-econômico</b>																		
<b>Impacto Número 09:</b> Oferta de Pescado.																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>
xx		Direta		Permanente			CP		Reversível		Local		Média			Grande		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
( <input type="checkbox"/> ) PLANEJAMENTO					( <input type="checkbox"/> ) IMPLANTAÇÃO					( <input checked="" type="checkbox"/> ) OPERAÇÃO								
<b>Descrição</b>																		
<p>A aquicultura intensiva caso seja bem executada é uma atividade com alto rendimento e produtividade, com geração de riqueza e aumento da renda familiar e que pode ser uma atividade com baixo impacto ecológico desde que ela não supere a capacidade de suporte do ambiente. Outro aspecto importante é que esse tipo de atividade pode ainda levar a uma sensível diminuição sobre a pressão de pesca sobre a ictiofauna existente no reservatório. Finalmente, a aquicultura pode possibilitar um aumento sensível da oferta de pescado de alta qualidade nos grandes centros consumidores brasileiros, a preços altamente competitivos. O aumento da oferta de pescado pode ainda gerar uma benéfica queda no consumo excessivo de outras fontes de proteína animal com teores mais elevados de gorduras pela população em geral.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Recomenda-se aos empreendedores, ao poder público seja em escala municipal, estadual e federal que sejam tomadas uma série de medidas visando a correta divulgação dos aspectos positivos (e dos eventuais aspectos negativos) envolvidos nos programas de tanques-rede nos reservatórios brasileiros. Embora seja um tipo de uso plenamente justificável nos reservatórios do país (e é bom que se diga que eles ainda são pouco usados a não ser para a geração de energia elétrica), existem ainda muitos pontos obscuros tanto no meio acadêmico quanto na população em geral sobre a boa qualidade do pescado a ser gerado nos empreendimentos dos parques aquícolas. Devem ser divulgadas as informações adequadas sobre as novas tecnologias (exemplos: determinação da capacidade de suporte, modelagem hidrodinâmica, e sobre o presente tipo de projeto) que podem garantir aos projetos de tanques redes em reservatórios brasileiros um mínimo de efeitos nocivos ao meio ambiente aliados a uma melhora sensível da oferta de pescado de boa qualidade.</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>										
<input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Corretivo ] <input checked="" type="checkbox"/> Não se aplica								<input type="checkbox"/> Planejamento <input type="checkbox"/> Construção <input checked="" type="checkbox"/> Operação										
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
( <input type="checkbox"/> ) Minimiza				( <input checked="" type="checkbox"/> ) Maximiza				( <input type="checkbox"/> ) Neutraliza				( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Sócio-econômico</b>																		
<b>Impacto Número 10:</b> Geração e gestão de resíduos sólidos e líquidos.																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>
xx		Direta		Permanente			C. Prazo		Reversível		Local		Média			Média		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
( <input type="checkbox"/> ) PLANEJAMENTO						( <input type="checkbox"/> ) IMPLANTAÇÃO						( <input checked="" type="checkbox"/> ) OPERAÇÃO						
<b>Descrição</b>																		
<p>A atividade aquícola deve gerar uma série de resíduos relacionados com a operação do empreendimento: embalagens de ração, medicamentos, resíduos de alimentos dos trabalhadores, dejetos humanos, acessórios de gaiolas, resíduos do pescado abatido, etc. Esse material além de causar uma poluição visual pode acelerar ainda mais o processo de assoreamento e de eutrofização já previstos anteriormente caso cheguem ao espelho de água. É importante destacar que os dejetos humanos devem ser tratados de modo correto pois corre-se o risco de interferirem com a qualidade sanitária do pescado a ser coletado nas gaiolas.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Deve-se adotar todas as normas vigentes na legislação sobre a correta disposição do lixo e do tratamento dos esgotos. Sugere-se ainda um rigor maior com a imediata implantação de coleta seletiva de lixo, reaproveitamento do óleo vegetal usado no preparo dos alimentos dos trabalhadores, o correto tratamento dos esgotos gerados no empreendimento visando o mínimo de aporte de nutrientes e de matéria orgânica ao ambiente aquático. Deve-se ainda possibilitar aos trabalhadores o pronto acesso aos serviços de saúde visando o pronto tratamento de doenças parasitárias ainda comuns ao meio rural da região (esquistossomíase, etc).</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>									<b>Fase de Implementação</b>									
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Preventivo									( <input type="checkbox"/> ) Planejamento									
( <input type="checkbox"/> ) Corretivo ]									( <input checked="" type="checkbox"/> ) Construção									
( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica									( <input type="checkbox"/> ) Operação									
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Minimiza				( <input type="checkbox"/> ) Maximiza				( <input type="checkbox"/> ) Neutraliza				( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica						

<b>Fator Ambiental: Meio Sócio-econômico</b>																			
<b>Impacto Número 11:</b> Impacto visual e alterações paisagísticas.																			
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude		Importância				
<b>+</b>	<b>-</b>	<b>D</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>LP</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>L</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	
	xx	Direta		Permanente			L. Prazo		Irreversível		Local		Baixa		Pequena				
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																			
( ) PLANEJAMENTO					( ) IMPLANTAÇÃO					(xx) OPERAÇÃO									
<b>Descrição</b>																			
<p>A instalação das estruturas aquícolas na superfície do lago acompanhadas das instalações de apoio na margem (depósitos, sanitários, garagens, docas para embarcações, etc.) provocarão mudanças na paisagem gerando impacto visual negativo. Em decorrência, essas áreas não devem ter afluxo de turistas a não ser o turismo do tipo pesque e pague desde que devidamente ordenado e planejado. Especial atenção deve ser dada ao correto gerenciamento dos tanques já fora de uso uma vez que deve-se evitar o acúmulo desse material na orla do reservatório. Outro ponto a ser considerado é o correto uso de técnicas de paisagismo e de recomposição da vegetação ciliar que pode (e deve ser usada) para diminuir o impacto visual das áreas aquícolas mesmo ao observador situado na margem da represa ou nas vias de acesso do entorno ao empreendimento.</p>																			
<b>Recomendações</b>																			
<p>As atividades de instalação e de operação dos parques aquícolas devem ser fiscalizadas e vistoriadas também sob o ponto de vista das alterações que esse empreendimento causa na paisagem. Assim recomenda-se a contratação de serviços de pessoal tecnicamente habilitado para a recomposição da paisagem da orla afetada pelo empreendimento.</p>																			
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>											
(xx ) Preventivo								( ) Planejamento											
(xx ) Corretivo ]								(xx ) Construção											
( ) Não se aplica								(xx ) Operação											
<b>Eficácia da Recomendação</b>																			
(xx ) Minimiza				( ) Maximiza				( ) Neutraliza				( ) Não se aplica							

<b>Fator Ambiental: Meio Sócio-econômico</b>																		
<b>Impacto Número 12:</b> Conflitos de uso da água (tanques redes versus pivots ou tanques redes versus pesca profissional ou desportiva)																		
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância		
+	-	D	I	P	T	C	CP	LP	R	I	L	R	B	M	A	P	M	G
	xx		xx	Permanente			L. Prazo		Irreversível		Local		Média			Média		
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																		
( <input type="checkbox"/> ) PLANEJAMENTO					( <input type="checkbox"/> ) IMPLANTAÇÃO					( <input checked="" type="checkbox"/> ) OPERAÇÃO								
<b>Descrição</b>																		
<p>Em reservatórios situados no sudeste do Brasil onde geralmente é intensa a ocupação e uso do solo e mesmo considerando o fato de que possíveis conflitos foram evitados no processo de ranqueamento das áreas-alvo no reservatório (consultar website), não se pode descartar possíveis conflitos entre os empreendimentos aquícolas e outros usuários do reservatório. Três categorias de usuários podem ser citadas: (a) pescadores tradicionais e (b) fazendeiros que usam a água do reservatório para irrigação e (c) turistas.</p> <p>Os pescadores tradicionais podem ver os empreendimentos aquícolas como um fator competitivo às suas atividades. Os fazendeiros que usam a água do reservatório podem ter restrições quanto aos impactos do empreendimento na qualidade de água que eles utilizam e os turistas podem ter receio de que os empreendimentos irão cercar as suas atividades recreativas e de lazer intimamente associadas ao uso do espelho de água.</p>																		
<b>Recomendações</b>																		
<p>Recomenda-se aos empreendedores estrita observância (e ao Poder Público a rigorosa fiscalização) da capacidade de suporte dos empreendimentos. O programa de monitoramento deve ser capaz de diferenciar a origem dos possíveis problemas de qualidade de água que possam aparecer (demonstrando, por exemplo, que um eventual florescimento de cianobactérias pode ter outra origem que não o aporte de nutrientes do parque aquícola ou mesmo reconhecendo a sua parcela de responsabilidade no evento). Dentre os princípios modernos de gestão ambiental de qualquer tipo de empreendimento, consolidados na Conferência de 1992 (Eco92), é importante recomendar também aos empreendedores que haja uma boa interação entre todos os atores envolvidos nesse processo com uma contínua troca de informações e de subsídios de tal forma a evitar que possíveis conflitos possam se agravar com o tempo.</p>																		
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>										
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Preventivo								( <input type="checkbox"/> ) Planejamento										
( <input type="checkbox"/> ) Corretivo								( <input type="checkbox"/> ) Construção										
( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica								( <input checked="" type="checkbox"/> ) Operação										
<b>Eficácia da Recomendação</b>																		
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Minimiza				( <input type="checkbox"/> ) Maximiza				( <input type="checkbox"/> ) Neutraliza				( <input type="checkbox"/> ) Não se aplica						



<b>Fator Ambiental: Meio Sócio-econômico</b>																				
<b>Impacto Número 13:</b> Impacto sobre a Navegação e o Turismo.																				
Natureza		Forma		Duração			Época		Reversibilidade		Abrangência		Magnitude			Importância				
+	-	D	I	P	T	C	CP	LP	R	I	L	R	B	M	A	P	M	G		
	xx	Direta		Permanente			C. Prazo		Reversível		Local		Baixa			Pequena				
<b>Fase do Empreendimento em que o impacto se manifesta</b>																				
<input type="checkbox"/> PLANEJAMENTO					<input type="checkbox"/> IMPLANTAÇÃO					<input checked="" type="checkbox"/> OPERAÇÃO										
<b>Descrição</b>																				
<p>A instalação das estruturas aquícolas na superfície do lago irá criar barreiras físicas que impedirão a livre movimentação das embarcações nas áreas dos parques. Nesse sentido, é necessário que toda a superfície do espelho de água da área aquícola seja sinalizada de modo apropriado (contactar o Ministério da Marinha a esse respeito). Em relação aos turistas, além do impedimento à navegação e à balneabilidade existe ainda um considerável impacto visual (ver o ptem 11 acima). Nesse sentido, é importante que a sinalização a ser usada seja bastante clara alertando aos possíveis usuários da água dos riscos envolvidos ao se adentrar em uma área aquícola, sem a devida autorização.</p>																				
<b>Recomendações</b>																				
<p>Recomenda-se uma fiscalização das atividades de instalação e de operação dos parques aquícolas como também recomenda-se o estabelecimento e intensificação da fiscalização das rotas de navegação no reservatório bem como a elaboração de um plano diretor ou de gestão ambiental do reservatório com a delimitação precisa das áreas destinadas exclusivamente à balneabilidade ou para o exercício dos esportes náuticos incluindo-se aqui a pesca desportiva. Deve-se, ainda na fase de implantação do empreendimento, instalar estruturas de aviso ou de advertência e barreiras à navegação nas áreas de produção aquícolas.</p>																				
<b>Caráter da Medida</b>								<b>Fase de Implementação</b>												
<input checked="" type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Corretivo <input type="checkbox"/> Não se aplica								<input type="checkbox"/> Planejamento <input checked="" type="checkbox"/> Construção <input checked="" type="checkbox"/> Operação												
<b>Eficácia da Recomendação</b>																				
<input type="checkbox"/> Minimiza				<input type="checkbox"/> Maximiza				<input checked="" type="checkbox"/> Neutraliza				<input type="checkbox"/> Não se aplica								

## **5. PROPOSTAS DE CONTROLE, COMPENSAÇÃO E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS**

A criação intensiva de peixes em tanques-rede tem se mostrado vantajosa considerando a sua alta produtividade, baixo custo e rapidez de instalação, rápido retorno, baixa intervenção na área do entorno além da boa qualidade organoléptica do pescado que produz. Para atingir tais objetivos ela demanda uma grande eficiência no uso da ração, um controle eficiente da população de peixes cultivados e do entorno bem como de sua sanidade além de uma aderência muito grande à capacidade de suporte estimada para a área aquícola em uso.

Apesar de muitas vantagens, a aquicultura em tanques-rede pode gerar diversos impactos negativos que foram detalhadamente descritos na seção anterior. Todos eles devem merecer um tratamento adequado visando garantir a sustentabilidade do empreendimento.

De um modo geral, a mitigação ou mesmo a prevenção da grande maioria dos impactos negativos podem ser alcançadas por monitoramento e fiscalização. Os impactos decorrentes da instalação do empreendimento devem ser minorados através de uma fiscalização criteriosa que possa minimizar os impactos tais como o desmatamento da orla, surgimento de focos de erosão e de assoreamento ou possíveis interferências com outros usos múltiplos.

Logo depois de entrar em operação, os principais impactos devem surgir na qualidade da água do entorno e no meio biótico principalmente através das diferentes variáveis tradicionalmente usadas para se medir a eutrofização. A prevenção ou a mitigação desse impacto é em grande parte garantida pela correta estimativa da capacidade de suporte do sistema. Entretanto, por mais criteriosa que possa ser a estimativa da capacidade de suporte, os modelos atualmente em uso pressupõem algumas hipóteses que podem, com o tempo,

mostrarem-se equivocadas. A mais importante delas é a pressuposição de que todo o sistema está limitado por fósforo e não por nitrogênio ou carbono. Essa pressuposição sustenta-se em um considerável embasamento de literatura científica. No entanto, não se pode garantir *a priori* que ela seja verdadeira.

É absolutamente fundamental que exista um rigoroso programa de monitoramento ambiental tanto nas áreas aquícolas quanto nas áreas do entorno (AID) do empreendimento. Esse monitoramento é que irá constatar se as estimativas da capacidade de suporte são efetivamente corretas. É igualmente importante que os dados desse monitoramento sejam confrontados com os dados de outros tipos de monitoramento que são conduzidos no reservatório seja pela concessionária de energia elétrica, seja por universidades públicas ou privadas bem como por outros centros de pesquisa ou agências do governo estadual e federal. Essa comparação é muito importante para se constatar a abrangência do impacto, ou seja, se trata de um pequeno foco de eutrofização (facilmente reversível) ou se existe o impacto mais amplo (regional) e, portanto, mais difícil de ser controlado.

O monitoramento deve ter uma regularidade compatível com o funcionamento de cada compartimento da biota aquática investigada (plâncton, bentos, perifiton, peixes, macrófitas, etc) e deve abranger todas as diferentes porções da coluna de água. O programa de monitoramento deve ser iniciado ainda na fase de instalação do empreendimento e não deve sofrer solução de continuidade durante a fase de operação do empreendimento. O monitoramento deve abranger a qualidade da água, do seston, dos sedimentos, as principais comunidades aquáticas bem como a qualidade do pescado cultivado e dos peixes do entorno do reservatório.

As metodologias bem como a capacitação da equipe multidisciplinar que será responsável pelo monitoramento deverão ser objeto de fiscalização. Sugere-se que haja uma supervisão dessa equipe por pesquisadores de reconhecida competência nas áreas de Limnologia, Ictiologia e Zootecnia, dentre outras. Os

dados desse monitoramento devem estar disponíveis para consulta livre da comunidade em geral.

Uma importância especial deve ser dada a biologia de populações de tilápia do Nilo nos reservatórios estudados. Provavelmente, essa espécie de peixe será usada nos empreendimentos tanto em Furnas quanto em Três Marias. Apesar do emprego da tilápia revertida sexualmente ser rotina, nenhum sistema de aquicultura pode garantir *a priori* que não haja escape de indivíduos potencialmente aptos para a reprodução com a população dessa espécie residente no reservatório.

Existe uma numerosa lista de citações na literatura que atesta a enorme capacidade de colonização, adaptação e dominância de tilápias em ecossistemas lacustres tropicais (ex: Fernando, 1983). As características da biologia dessa espécie (onivoria, altas taxas de crescimento somático e reprodução, desovas parceladas, cuidado parental, resistência a baixos índices de oxigênio, habilidade para viver em temperaturas muito elevadas e resistência a toxinas de cianobactérias) justificam esse extraordinário sucesso ecológico.

Existe igualmente amplo suporte de literatura dando conta de que a tilápia do Nilo pode causar grandes perdas de biodiversidade na ictiofauna em ecossistemas lacustres tropicais (ex: Ogutu-Ohwayo, 1990). Dessa forma, o uso da tilápia do Nilo nos programas de aquicultura em tanques-rede nos reservatórios de Furnas e Três Marias deve ser considerado observando os seguintes aspectos:

- a. As populações de tilápia do Nilo encontram-se atualmente estabilizadas em ambos os reservatórios e tal fato está bem documentado em uma série de pesquisas científicas conduzidas nesses reservatórios;
- b. Existe um considerável apoio de literatura técnico-científica dando conta de que o modelo “Tilápia do Nilo” é o que apresenta os

maiores rendimentos e as maiores produtividades nos sistemas de cultivo intensivo por tanques-rede em reservatórios brasileiros.

- c. Essa espécie de peixe quando cultivada de modo apropriado em tanques-rede apresenta uma excelente aceitação tanto no mercado nacional quanto no mercado internacional.
- d. Haverá um rigoroso monitoramento das populações de peixes residentes no entorno do reservatório e, se for constatada algum impacto negativo (fuga de indivíduos, ex.) do empreendimento na estrutura da comunidade de peixes (queda na riqueza ou biomassa de espécies autóctones), os empreendedores devem ter um compromisso formal de tomar todas as medidas cabíveis para a imediata reversão desse impacto, sob pena de sua interdição a fim de que possa ser garantida a integridade da biodiversidade da fauna de peixes.

Os impactos prognosticados em relação ao meio sócio-econômico puderam ser enquadrados em duas categorias opostas:

Os principais impactos positivos irão refletir na melhoria da renda das populações de baixa renda que tradicionalmente atuam na pesca nos reservatórios estudados bem como no aumento da oferta do pescado. Espera-se que um contingente expressivo da população local que hoje dedica-se à pesca comercial na região passe a atuar como aqüicultores em empreendimentos de tanques-rede. Isso pode-se dar via cooperativas de aqüicultores tal como existe hoje em Morada Nova de Minas ou como empregados em projetos aqüícolas de maior envergadura.

A instalação de Parques Aqüícolas nos municípios citados certamente irá causar outro impacto positivo em termos de geração de empregos, aumento da arrecadação municipal, bem como aquecimento geral da economia local através de uma série de efeitos indiretos ligados a implantação de grandes empreendimentos aqüícolas.

O terceiro grande impacto positivo certamente se refere ao aumento da oferta de pescado seja a nível municipal, regional ou mesmo estadual. Os empreendimentos aqüícolas objeto desse relatório podem possibilitar um aumento sensível da oferta de pescado de alta qualidade nos grandes centros de Minas Gerais, a preços altamente competitivos. O aumento da oferta de pescado pode ainda gerar uma benéfica queda no excesso de consumo de outras fontes de proteína animal com teores mais elevados de gorduras, contribuindo para a melhora das condições de nutrição da população em geral, especialmente aquela de baixa renda.

Entretanto, para garantir esses impactos benéficos é necessária a adoção de uma série de políticas públicas especificamente voltadas para o desenvolvimento da aqüicultura no estado de Minas Gerais. Dentre essas políticas, deve ser mencionada a criação de uma série de programas de treinamento de mão de obra nas áreas específicas de manejo de tanques-rede, em Educação Ambiental e Limnologia básica. É preciso melhorar a infra-estrutura de transporte da região que ainda hoje é muito isolada da rede estadual e federal de rodovias.

Os impactos negativos no meio sócio-econômico estão relacionados a possíveis conflitos pelo uso da água seja entre aqüicultores e fazendeiros que usam sistemas de irrigação artificial seja em conflitos entre aqüicultores e pescadores profissionais e pela interferência entre os parques aqüícolas e as atividades de turismo na região estudada. Inicialmente, vale destacar que tais tipos de impactos foram considerados no processo de ranqueamento das áreas-alvo. As áreas aqüícolas demarcadas são o resultado de um criterioso processo de seleção e avaliação relativa (ranqueamento) de áreas onde vários critérios foram observados, incluindo os possíveis conflitos de uso da água. Entretanto, os reservatórios de Furnas e Três Marias, ao contrário de outros grandes reservatórios brasileiros (ex: Tucuruí), apresentam um mosaico bastante complexo de diferentes usos do solo sendo praticamente impossível encontrar uma região da orla que não seja usada de alguma forma pela sociedade.

Os pescadores tradicionais podem ver os empreendimentos aquícolas como um fator competitivo às suas atividades. Os fazendeiros que usam a água do reservatório podem ter restrições quanto aos impactos do empreendimento na qualidade de água que eles utilizam e os turistas podem ter receio de que os empreendimentos irão cercear as suas atividades recreativas e de lazer intimamente associadas ao uso do espelho de água. Dessa forma, recomenda-se o estabelecimento e intensificação da fiscalização das rotas de navegação no reservatório bem como a elaboração de um plano diretor ou de gestão ambiental do reservatório com a delimitação precisa das áreas destinadas exclusivamente à balneabilidade ou para o exercício dos esportes náuticos incluindo-se aqui a pesca desportiva. Deve-se, ainda na fase de implantação do empreendimento, instalar estruturas de aviso ou de advertência e barreiras à navegação nas áreas de produção aquícolas.

Os empreendimentos ligados ao aproveitamento dos parques aquícolas aqui demarcados devem estar bastante conscientes de que o sucesso desses empreendimentos está intimamente ligado a uma permanente integração com a sociedade organizada dos municípios limítrofes seja através da Associação dos Municípios, com as entidades que representam os pescadores profissionais e desportivos, os fazendeiros e dos estabelecimentos ligados ao turismo da região. Acredita-se que os possíveis conflitos serão minimizados se a capacidade de suporte dos sistemas não for ultrapassada e que os empreendimentos sejam realmente caracterizados pela estrita aderência aos princípios da sustentabilidade ambiental em todos os sentidos desse conceito.

## 6. LITERATURA

- ANGELINI, R. **2000**. Avaliação da capacidade suporte da Represa do Broa para a colocação de tanques-redes. *Anais do Seminário Internacional "Represa do Lobo 30 anos"*. 17 pp.
- ANNEVILLE, O.; GINOT, V.; ANGELI, N. **2002**. Restoration of Lake Geneva: Expected versus observed responses of phytoplankton to decreases in phosphorus. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 7: 67-80.
- APHA, AWWA, WPCF. **1998**. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: APHA, 1134p.
- BARICA, J. **1990**. Seasonal variability of N:P ratios in eutrophic lakes. *Hydrobiol.* 191: 97-103.
- BERG, H.; P. MICHELSEN ; M. TROELL ; C. FOLKE & N. KAUTSKY. **1996**. Managing aquaculture for sustainability in tropical lake Kariba, Zimbabwe. *Ecological Economics* 18: 141-159.
- BEVERIDGE, M. C. M. **1984**. Cage and Pen Fish Farming. Carrying Capacity Models and Environmental Impacts. *FAO Fisheries Technical Paper* 255: 1:133.
- BEVERIDGE, M.C.M. **1987**. Cage aquaculture. Oxford: *Fishing News Books*, 351p.
- BEVERIDGE, M. C. M. **1996**. Cage Aquaculture. *Fishing News Books*, Blackwell Science, Oxford. 2<sup>nd</sup> Edition. 351 pp.
- BEVERIDGE, M.C.M. **2004**. Cage aquaculture. *Fishing News Books* 3<sup>rd</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing, 368p.
- BUNDING, S. W. **2001**. Appropriation of environmental goods and services by aquaculture: a reassessment employing the ecological footprint methodology and implications for horizontal integration. *Aquaculture Research* 32: 605-609.
- CANFIELD, D. E. Jr. **1983**. Prediction of chlorophyll-a concentrations in Florida Lakes: the importance of phosphorus and nitrogen. *Water Resour. Bull.* 9: 255-262
- CANFIELD, D.E. Jr. and R.W. BACHMANN, **1981**. Prediction of total phosphorus concentrations, chlorophyll a, and secchi depths in natural and artificial lakes. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 38(4):414-23
- CASTAGNOLLI, N.; TORRIERI JR. O. **1979**. Confinamento de peixes em tanques-rede. *Ci. e Cult.* 32 (11), nov.. 1513-1517.
- CEPIS. **1990**. *Metodologias simplificadas para la evaluacion de eutrofication em lagos calidos tropicales*. Programa Regional CEPIS/HPE/OPS.



- CHELLAPPA; N. T. CHELLAPPA; W. B. BARBOSA ; F.A. HUNTINGFORD & M.C.M. BEVERIDGE. **1995**. Groth and production of the Amazonian tambaqui in fixed case under different feeding regimes. *Aquaculture International* 3:11-21.
- CHORUS, I & L. R. MUR. **1999**. Preventive measures. In: Chorus, I. & J. Bartram (ed.). *Toxic Cyanobacteria in Water: a guide line to public health significance, monitoring and management*. World Health Organisation, London and New York: 235-274.
- COELHO, S. R. & M. B. CARDOSO. **1998**. Tanques-rede de pequeno volume. *Panorama da Aqüicultura*. Maio/junho 1998: 22-26.
- COLT, J. & MONTGOMERY, J. M. **1991**. Aquacultura production system. *Journal of Animal Science*, nº 69. 412p.
- CONAMA. Resolução nº001, de 23 de janeiro de **1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: novembro de 2007.
- CONAMA. Resolução nº 274 de 29 de novembro **2000**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html> Acesso em: novembro de 2007.
- CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de **2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acesso em: novembro de 2007.
- DILLON, P. J. & F.H. RIGLER. **1974**. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 31: 1771-1778.
- DRENNER, R.W.; D. J. DAY; S. J. BASHAM; D. J. SMITH & S. I. JENSEN. **1997**. Ecological water treatment system for removal of phosphorus and nitrogen from polluted waters. *Ecological Applications* 7 (2): 381-390.
- DUARTE, P.; R. MENESES; A.J.S. HAWKINS; M. ZHU; J. FANG & J. GRANT. **2003**. Mathematical modelling to assess the carrying capacity for multi-species culture within coastal waters. *Ecological Modelling* 168: 109-143
- ERRINGTON, P.L. **1936**. Vulnerability of bobwhite population to predation. *Ecology*, 15: 110-127.
- ESTEVES, F. A. **1998**. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª edição. Rio de Janeiro. Gallego, 1979.
- FOLKE, C.; N. KAUTSKY; H. BERG; A. JANSSON & M. TROELL. **1998**. The ecological footprint concept for sustainable seafood production: a review. *Ecological Applications* 8 (1): S63-S71.
- FURNALETO, F. de P. B; AYROZA, D. M. M. de R.; AYROZA, L. M. da S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/2005. Disponível em: <<http://www.apta regional.sp.gov.br>>. Acesso em 13jun. **2006**.

- GOMES, L. C.; E. C. CHAGAS; H. MARTINS-JÚNIOR; R. ROUBACH; E. A. ONO; J. N. P. LOURENÇO. **2006**. Cage Culture of tambaqui (*Colossoma Macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture* 253: 374-384
- HAKANSON, L. & PETERS, R.H. **1995**. *Predictive Limnology. Methods for Predictive Modelling*. SPB Academic Publishing. Amsterdã. 460pp.
- HUSZAR, V. L. M.; D. C. BICUDO; A. GIANI; C. FERRAGUT; L. A. MARTINELLI & R. HENRY. **2005**. Subsídios para a compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e do perifíton em ecossistemas continentais lênticos do Brasil. *In*: Roland, F.; D. César & M. Marinho. *Lições de Limnologia*. Rima Editora, São Paulo: 243-260.
- HUSZAR, V. L. M. ; N. F. CARACO; F. ROLAND & J. COLE. **2006**. Nutrient-Chlorophyll relationships in tropical-subtropical lakes: do temperate models fit? *Biogeochemistry* p.2-28.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL nº 8 de 26 de novembro de **2003**. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id\\_arq=41](http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=41)  
Acesso em: novembro de 2007
- INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL Nº 06 de 31 de maio de **2004**. Disponível em: <http://www.uov.com.br/biblioteca/pdf/288/instrucaonormativan6-31/05/2004.pdf> Acesso em: novembro de 2007.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL Nº 7 de 28 de abril de **2005**. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id\\_arq=376](http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=376). Acesso em: novembro de 2007.
- JONES, J. R. & BACHMANN, R. W. **1976**. Prediction of phosphorus and chlorophyll levels in lakes. *J. Water Pollut. Control Fed.* 48: 2176-2182.
- KASHIWAI, M. **1995**. History of carrying capacity concept as an index of ecosystem productivity (Review). *Bull Hokkaido. Natl Fish Res Inst* 59: 81–101
- KAUTSKY, N.; H. BERG; C. FOLKE & J. LARSSON. **1997**. Ecological footprint for assessment for resource use and development limitations in shrimp and tilapia aquaculture. *Aquaculture Research* 28: 753-766
- KUBTIZA, F. **1999**. Tanques-rede, rações e impactos ambientais. *Panorama da Aqüicultura*. Janeiro/fevereiro, 1999: 44-50.
- LAUDER, G. V. & LIEM, K. F. **1983**. The evolution and interrelationships of the Actinopterygian fishes. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 150(3) :95-197.
- LINS, L. V.; MACHADO, A. B. M.; COSTA, C. M. R. & HERRMANN, G. **1997**. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais. *Publicações Avulsas da Fundação Biodiversitas*, 1:1-50
- MONGILLO, J. & ZIERDT-WARSHAW, L. **2000**. Carrying capacity. *Encyclopedia of Environmental Science*. Ed 2000.

- MONTE-LUNA; P.; B. W. BROOK; M. ZETINA-REJON & V. CRUZ-ESCALONA. **2004**. The carrying capacity of ecosystems. *Global Ecol. Biogeogr.* 13: 485-495
- MUR L. R.; O. M. SKULBERG & H. UTKILEN. **1999**. Cyanobacterial in the environment. In: Chorus, I. & J. Bartram (ed.). *Toxic Cyanobacteria in Water: a guide line to public health significance, monitoring and management*. World Health Organisation, London and New York: 15-40.
- NIEUWENHUYSE, E. & J. R. JONES. **1996**. Phosphorus-chlorophyll relationship in temperate streams and dits variation with stream catchment area. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 99-105.
- ODUM, E.P. **1988**. *Ecologia*. Ed. Guanabara-Koogan. 379p.
- ODUM, E.P. **1998**. *Ecological Vignettes*. Harwood Academic Press. 269 pp.
- OGUTU-OHWAYO, R. **1990**. The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Biology of Fishes* 27(2): 81-96.
- OLIVEIRA, J. C. & MORAES Jr., D. F. **1997**. Presença de *Hoplosternum* (Gill, 1858) (Teleostei, Siluriformes, Callichthyidae) nas bacias dos rios São Francisco, Paraíba do Sul e Alto Paraná: primeiro registro e comentários. *Bol. Mus. Nac. (nova série Zoologia)*, 383, Rio de Janeiro, 8p.
- OLIVEIRA-TELES, A. & PIMENTEL-RODRIGUES, A. **2004**. Phosphorus requirement of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles. *Aquaculture Research*, 35: 636-642.
- PAGAND, P.; BLANCHETON, J-P; LEMOALLE, J. AND CASELLAS, C. **2000**. The use of high rate algal ponds for the treatment of marine effluent from a recirculating fish rearing system. *Aquaculture Research*, 31: 729-736.
- PAVANELLI, G.C., EIRAS, J.C., TAKEMOTO, R.M. **2002**. *Doenças de Peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento*. Ed. 2. Maringá: Eduem.
- PROENÇA, C. E.M. & BITTENCOURT, P.R.L. **1994**. *Manual de Piscicultura Tropical*. Brasília: IBAMA. 195p.
- PULATSU, P. **2003**. The application of a phosphorous budget model estimating the carrying capacity of Kesikkopru Dam Lake. *Turk. J. Vet Anim.Sci.* 27: 1127-1130
- REDFIELD, A. C., **1958**. The biological control of chemical factors in the environment. *Am. Sci.* 46: 205-222.
- REYNOLDS, C. S. **1999**. Non-determinism to probability, or N:P in the community ecology of phytoplankton. *Arch. Hydrobiol.*, v. 146, n. 1: 23-35.
- RHEE, G. Y, **1982**. Effects of environmental factors on phytoplankton growth. In: Marshall, K. C. (ed.) – *Advances in microbial ecology*. Plenum Press, New York, p. 33-74.

- RYDING, S. O. & W. RAST (Eds). **1989**. *The control of eutrophication of lakes and reservoirs*. UNESCO, Paris, France.
- SALAS, H. J. & MARTINO, P. **1990**. Metodologias simplificadas para la evaluación de eutroficación en lagos calidos tropicales. Programa Regional CEPIS/HPE/OPS.
- SALAS, H. J.; MARTINO, P. **1991**. A simplified phosphorus trophic state model for warm-Water tropical lakes. *Water Research*, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 341-350.
- SANTOS, G.B. & FORMAGIO, P.S. **2007**. *Caracterização da ictiofauna da pesca do reservatório de Furnas*. Relatório. Estudo técnico-científico visando a delimitação de parques aquícolas nos lagos das Usinas Hidrelétricas de Furnas e Três Marias – MG. 54p.
- SATO, Y. & SAMPAIO, E.V., **2005**, A ictiofauna na região do alto São Francisco, com ênfase no reservatório de Três Marias, Minas Gerais, p.251-304. In: Nogueira, M.G.; Henry, R.; Jorcin, A. (org.). *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São Carlos, Rima. 472p.
- SATO, Y. & SAMPAIO, E.V. **2006**. *A ictiofauna do reservatório de Três Marias, rio São Francisco, Minas Gerais*. Relatório. Estudo técnico-científico visando a delimitação de parques aquícolas nos lagos das Usinas Hidrelétricas de Furnas e Três Marias – MG. 49p.
- SMAAL, A.C.; PRINS, T.C.; DANKERS, N. & BALL, B. **1998**. Minimum requirements for modeling bivalve carrying capacity. *Aquatic Ecology*, 31: 423-428.
- SMITH, V. H. **1998**. The nitrogen and phosphorous dependence of algal biomass in lakes: an empirical and theoretical analysis. *Limnol. Oceanogr.* 27: 1101-1112.
- STARLING, F.; ANGELINI, R.; PEREIRA, C.A. **2002**. Modelagem Ecológica da Dinâmica do Fósforo e Avaliação da Capacidade Suporte do Lago Paranoá frente à Ocupação da sua Bacia de Drenagem. Relatório de Consultoria apresentado a Companhia Energética de Brasília. 320p.
- STARLING, F.; ANGELINI, R.; PEREIRA, C.E. **2002**. Definição da capacidade suporte do Lago Paranoá (Brasília-DF) para recebimento de novos aportes externos de fósforo da Bacia de Drenagem. *Relatório encomendado a Cia. Energética do DF*.
- STRASKRABA, M. **1980**. Effects of physical variables on production. In: *The functioning of freshwater ecosystems*. Edited by E.D. LeCren and R. H. Lave. IBP Handbook No 22: 13-84.
- STRASKRABA, M. & J. G. TUNDISI. **1999**. Reservoir Water Quality Management. *Guidelines of Lake Management*. Volume 9, ILEC. 229 pp.
- TALBOT, C.; CORNEILLIE, S.; KORSOEN, O. **1999**. Pattern of feed intake in four species of fish under commercial farming conditions: implications for feeding management. *Aquaculture Research*, 30: 509-518.

- TILMAN, D. & S. S. KILHAM, **1976**. Phosphate and silicate uptake and growth kinetics of the diatoms *Asterionella formosa* and *Cyclotella meneghiniana* in batch and semi-continuous culture. *J. Phycol.* 12: 375-383.
- TROELL, M. & H. BERG. **1997**. Cage fish farming in the tropical Lake Kariba, Zimbabwe: impact and biogeochemical changes in sediment.
- UNEP. **1999**. *Planning and Management of Lakes and Reservoirs: an integrated approach to eutrophication*. Technical Publication Series 11. International Environmental Technology Centre – UNEP. 375 pp.
- UNEP-IETC. **1999**. *Planning and management of lakes and reservoirs, an integrated approach to eutrophication*. International Environmental Technology Centre. Osaka/Shiga, Japan. 375 pp.
- VALENTI, W. C. **2000**. Introdução. In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. (Ed.). *Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília, DF: CNPq: Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 25-32.
- VOLLENWEIDER, R. A. **1968**. *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing water with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication*. Tech. Rep. DA5/SU/68-27. OECD, Paris. 250 pp.
- WALMSLEY, R.D. & THORNTON, J. A. **1984**. Evaluation of OECD-type phosphorus eutrophication models for predicting the trophic status of southern African man-made lakes. *South Afr.J.Sci.*, 80:257–9
- WELCH, E.B., **1980**. *Ecological effects of waste water*. Cambridge, Cambridge University Press, 337 p.
- WETZEL, R. G. **2001**. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press, San Diego.
- YOUNG, C.C. **1998**. Defining the range: the development of carrying support in management practice. *Journal of History of Biology*, 31:61-83.
- ZAR, J.H. **1996**. *Biostatistical Analysis*. 3a edição. Prentice Hall. 680pp.

## 7. ANEXOS

