



# Ordenamento da aquicultura no Reservatório de São Simão

Projeto CNPq 561.275 Edital 18-2010







# Ordenamento da aquicultura no Reservatório de São Simão

**Ricardo Motta Pinto-Coelho**  
Biólogo, Dr. em Limnologia

**Elizabeth Lomelino Cardoso**  
Bióloga, M.Sc. em Aquicultura  
**Organizadores**

Belo Horizonte  
2013

©2013 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida sem a autorização escrita e prévia dos Organizadores.

## PRODUÇÃO

**Departamento de Publicações**

Vânia Lúcia Alves Lacerda

**Revisão Linguística e Gráfica:** Rosely A. R. Battista Pereira

**Normalização:** Maria Lúcia de Melo Silveira

**Diagramação:** Ângela Batista P. Carvalho

**Capa:** Ângela Batista P. Carvalho

**Impressão:** Imprimaset Ltda.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Av. José Cândido da Silveira, 1647 - União - CEP 31170-495 - Belo Horizonte - MG

Tel.: (31) 3489-5000 - [www.epamig.br](http://www.epamig.br)

Pinto-Coelho, R.M.

Ordenamento da aquicultura no Reservatório de São Simão/  
Ricardo Motta Pinto-Coelho, Elizabeth Lomelino Cardoso,  
organizadores. – Belo Horizonte: EPAMIG, 2013.

68 p.: il.; 21,5cm.

ISBN 978-85-99764-34-3

I. Piscicultura. 2. Aquicultura. 3. Tanques-rede. 4. Reservatório de  
São Simão. I. Cardoso, E.L. II. EPAMIG. III. Título.

CDD 639.31  
22.ed

# EQUIPE TÉCNICA

Projeto CNPq 561.275 - Edital 18/2010

## Alberto Saenz Isla

Bolsista CAPES  
Doutorando em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS), UFMG  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: alberto.saenz@gmail.com

## Aloizio Pelinson

Bolsista BDTI, CNPq  
Graduando em Ecologia, UNI-BH  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG.  
Correio eletrônico: aloziopp@yahoo.com.br

## Ana Carolina Pimentel Santos

Bolsista IC CNPq  
Graduanda em Ciências Biológicas, Isabela Hendrix  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: anacarolina\_ps@hotmail.com

## Ângela Silva Miazaki

Bolsista PIBIC/FAPEMIG/UEMG  
Graduanda em Geografia, UEMG - Frutal, MG

## Cid Antônio Morais Jr.

Técnico especialista em Biologia  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: cid@icb.ufmg.br

## Eliane C. Elias

Bolsista CNPq  
Doutoranda em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS), UFMG  
Laboratório de Limnologia (LIMNEA), ICB, UFMG  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: eliane\_icb@yahoo.com.br

## Eliane Vieira

Engenheira Agrimensora UNIFEI, Dra., Profª Adjunta,  
Cartografia  
Campus de Itabira, MG  
Correio eletrônico: elianevieira@unifei.edu.br

## Elizabeth Lomelino Cardoso

Bióloga, M.Sc. Aquicultura, Pesquisadora EPAMIG-DPPE  
Correio eletrônico: elomelinoc@epamig.br

## Felipe Cerqueira

Bolsista IC CNPq  
Graduando em Aquicultura, UFMG  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: felipeccerc@vet.grad.ufmg.br

## Gabriela Pires Fernandes

Bolsista IC CNPq  
Graduanda em Aquicultura, UFMG  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: gabi\_pfernandes@yahoo.com.br

## Irineu Feiden

Bolsista CAPES  
Doutorando em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS), UFMG  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: ape\_assped@hotmail.com

## José Fernandes Bezerra Neto

Pesquisador Colaborador  
Prof. Adjunto LIMNEA  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: joseneto@icb.ufmg.br

## Laila Ribeiro

Bióloga  
Bolsista BDTI, CNPq  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: laila.ufmg@gmail.com

## Mariana Resende

Bióloga  
Pesquisadora Colaboradora  
Bióloga, Icatu Meio Ambiente Ltda.  
Correio eletrônico: contato@icatuambiente.com.br

## Ricardo Motta Pinto Coelho

Mestre, Dr. rerum Nat.  
Coordenador  
Professor Associado  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG.  
Correio eletrônico: rpcoelho@globo.com - rmpc@icb.ufmg.br



## **Roberto Martins Ferreira Junior**

Biólogo, Pesquisador Colaborador  
Correio eletrônico: betomfjr@hotmail.com

## **Simone Santos**

Mestre em Ecologia, UFMG  
Bolsista CNPq - DCR-C  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG.  
Correio eletrônico: sika paula@gmail.com

## **Sofia Brito**

Dra., Profª UEMG  
Pesquisadora Colaboradora  
UEMG - Frutal, MG, UNESCO-HidroEX  
Correio eletrônico: sofia.brito@hidroex.mg.gov.br

## **Tatiana Viegas Felipe**

Bolsista IC CNPq  
Graduanda em Engenharia Química, UFMG  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG.

## **Tomaz Antônio Martins dos Santos**

Bolsista IC CNPq  
Graduando em Aquicultura, UFMG  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR)  
Departamento de Biologia Geral - ICB, UFMG  
Correio eletrônico: tomazantonio4@gmail.com

## **Vicente de Paulo Macedo Gontijo**

Engenheiro Agrônomo, M.S. Zootecnia, Pesquisador  
EPAMIG Centro-Oeste  
Correio Eletrônico: vicentegontijo@epamig.br

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	7
PREFÁCIO .....	8
PARQUES AQUÍCOLAS .....	11
ÁREA DE ESTUDO E ESTAÇÕES DE COLETAS .....	13
ESTUDOS DE IDENTIFICAÇÃO E DEMARCAÇÃO .....	14
<b>Sistema de informações geográficas</b> .....	14
<b>Climatologia</b> .....	16
<b>Limnologia</b> .....	23
<b>Batimetria</b> .....	27
<b>Hidrologia e hidrodinâmica</b> .....	34
<b>Ictiologia</b> .....	37
AQUICULTURA NO RESERVATÓRIO DE SÃO SIMÃO .....	43
PARQUES AQUÍCOLAS EXISTENTES EM MINAS GERAIS .....	45
PARQUES AQUÍCOLAS NO RESERVATÓRIO DE SÃO SIMÃO .....	46
CAPACIDADE DE SUPORTE DOS PARQUES AQUICOLAS DE SÃO SIMÃO .....	56
(modelo zootécnico)	
O QUE IRÁ ACONTECER AGORA? .....	60
<b>Licenciamento ambiental</b> .....	62
<b>Quem pode ocupar um parque aquícola?</b> .....	62
<b>Monitoramento da qualidade da produção/produto e do ambiente</b> .....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
REFERÊNCIAS .....	64





# APRESENTAÇÃO

Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), o Brasil hoje produz, aproximadamente 1,25 milhão de toneladas de pescado, sendo 38% provenientes da aquicultura. Entre os vários fatores que contribuíram para o rápido crescimento da atividade, podem-se destacar as atuações de diversas instituições públicas e privadas, de fomento, de pesquisa, extensão e de difusão de tecnologia, de crédito rural, que visam estimular o desenvolvimento da atividade nas diferentes regiões do País.

Nos últimos anos, a piscicultura tem assumido importante papel socioeconômico na ocupação de mão de obra, geração de renda e oferta de alimentos para a população, principalmente para as pequenas comunidades que vivem no entorno das Usinas Hidrelétricas. A utilização de represas para a criação de pescado em tanques-rede vem-se mostrando uma alternativa promissora, pela enorme concentração de represas distribuídas ao longo de todo o território nacional, pela rentabilidade dessa atividade e pelo curto espaço de tempo para retorno do empreendimento.

A estratégia do MPA para a ocupação das águas de domínio da União e para o fortalecimento da produção nacional de pescado foi a criação dos parques aquícolas. A importância desse segmento para a economia e para a sociedade é inquestionável, pelo fato de ser grande geradora de divisas e emprego. Possui uma vertente social forte quando passa a ser alternativa para populações ribeirinhas, atingidas pela construção de reservatórios, e para pescadores, que sentem diminuir os estoques naturais nos diversos mananciais hídricos que exploram.

A gestão dos recursos hídricos de grandes reservatórios parte do princípio que suas águas devem ser utilizadas para atender a diversas necessidades, respeitando os limites impostos pela Legislação Ambiental. Por isso, a escolha do local para a instalação de um projeto de piscicultura deve considerar que outras atividades podem ser desenvolvidas para atender necessidades, como abastecimento humano, geração de energia, turismo, navegação, recreação, irrigação, dentre outras.

Nos últimos anos, os cultivos de tilápia intensificaram-se no Reservatório de São Simão, ocasionando mudança na rotina das cidades lindeiras. Pequenos produtores criaram polos de produção, com enorme potencial de crescimento, ensejando o surgimento de associações, cooperativas, unidades de abate e de produção de alevinos.

Neste livro, são apresentados os resultados do estudo para a Delimitação dos Parques Aquícolas do Reservatório de São Simão, fator essencial para a manutenção da atividade e o sucesso do negócio na região.

Marcelo Lana Franco  
*Presidente da EPAMIG*



## PREFÁCIO

Na qualidade de coordenador do Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR) da UFMG, tenho conduzido diversos tipos de pesquisas em vários reservatórios brasileiros, ao longo dos últimos 35 anos. Esta experiência permite-me constatar que a maioria dos grandes reservatórios brasileiros apresenta duas características peculiares: (1) são sistemas que estão sofrendo graves impactos ambientais; (2) são sistemas construídos e mantidos em função de um ou dois usos preponderantes. Hoje, estou convicto que é um erro pensar que os usos múltiplos de um reservatório - se estiverem desenhados e planejados dentro do moderno conceito de sustentabilidade - irão piorar o cenário de degradação ambiental. Pelo contrário, manter um reservatório só para a produção de hidreletricidade não tem contribuído para evitar a sua rápida degradação ambiental.

A gradual transformação dos grandes rios brasileiros em "cascatas de reservatórios", como o que ocorreu no Rio Paranaíba, é responsável por uma série de graves impactos ambientais. Dentre esses impactos, podemos citar a perda da biodiversidade, o grande desmatamento de florestas tropicais que são inundadas pelo barramento, a piora da qualidade da água com o inexorável aparecimento e progresso da eutrofização, dentre outros. Hoje, é muito comum deparar-se com grandes superfícies de água represadas totalmente eutrofizadas, dominadas com cianobactérias e outras microalgas que causam uma série de problemas ambientais e de saúde pública.

O Brasil dispõe atualmente de, aproximadamente, 8,5 milhões de hectares de águas interiores represadas, sejam públicas, sejam privadas. Há uma série de evidências científicas comprovando a enorme queda na atividade de pesca (após um crescimento efêmero da pesca nos primeiros anos de barramento) nos reservatórios brasileiros.

A pesca não caiu somente nos reservatórios brasileiros. A produção mundial de pescado estagnou-se e, em alguns casos, vem decrescendo ano após ano. Isso é válido para todos os continentes, e mesmo para a pesca praticada nos oceanos. A aquicultura, ao contrário, vem experimentando taxas de crescimento anuais de até dois dígitos percentuais em várias partes do mundo, notadamente nos países asiáticos, tais como China, Índia, Vietnã e Malásia. Dentre as espécies cultivadas de maior produção, podemos citar as carpas asiáticas e as tilápias africanas.

Nos anos 70 e 80, o governo federal e os Estados investiram grandes somas de recursos no estabelecimento de programas de repovoamento e recomposição da ictiofauna nativa dos reservatórios. Apesar de alguns casos isolados de sucesso, o fato é que essas ações não foram capazes de recompor a pesca nesses grandes lagos artificiais num patamar comparável ao que havia antes do barramento. Pode-se, então, concluir que são necessárias novas ações e políticas públicas para buscar alternativas para desfrutar o potencial desses lagos para a produção de peixes.

A evolução da tecnologia de produção, o avanço da genética e a existência de mercados firmes abriram uma nova era na aquicultura: os parques aquícolas que usam o cultivo intensivo de peixes em tanques-rede em reservatórios. Um dos melhores modelos zootécnicos existentes hoje, em todo

o mundo, é o uso da tilápia, variedade tailandesa, nesses projetos. E são boas as perspectivas de uso de várias espécies nativas brasileiras, a médio prazo. Entretanto, o excesso de entusiasmo, a falta de conhecimentos técnico-científicos adequados, a não observância da real capacidade de suporte do sistema ou, ainda, a falta ou total inexistência de planejamento estratégico levaram vários empreendimentos aquícolas de grande porte ao fracasso econômico e ambiental. Vários casos de insucesso são relatados na literatura especialmente na Ásia e na América Central. O cultivo de camarões no Nordeste do Brasil é um bom exemplo nesse sentido. Como toda atividade econômica, o cultivo intensivo de peixes em tanques-rede impõe uma série de pré-requisitos que devem ser rigorosamente observados e aplicados.

A criação da Secretaria Especial da Pesca, em 2003, e, mais tarde, a sua transformação em Ministério da Pesca e Aquicultura, em 2009, possibilitaram o lançamento de diversos instrumentos legais e de ações de governo que visam o ordenamento, o fomento e um melhor controle da atividade aquícola em grandes reservatórios com águas de domínio da União. Ao contrário do que muitos pensam, esses instrumentos não visam somente fomentar a instalação de projetos de tanques-rede em reservatórios. Esses instrumentos lançaram as bases para um crescimento sustentável da atividade aquícola nos reservatórios brasileiros. E, graças a eles, uma virtual "favelização" das águas dos reservatórios, com a proliferação descontrolada de empreendimentos aquícolas, está sendo evitada. O presente estudo enquadra-se nessa visão e é fruto do Edital 18-2010, lançado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que vem financiando projetos com o objetivo de ordenar e planejar o desenvolvimento da aquicultura nos reservatórios brasileiros.

Nas próximas páginas, o leitor irá descobrir o enorme potencial que o Reservatório de São Simão possui para hospedar grandes projetos sustentáveis em aquicultura intensiva de tanques-rede. A obra reúne uma série de investigações coordenadas e integradas com o objetivo primordial de selecionar áreas mais adequadas para implantar parques aquícolas no Reservatório de São Simão. Por outro lado, nosso leitor irá constatar os problemas enfrentados pelos empreendimentos aquícolas existentes no Reservatório. O estudo ainda traz algumas novidades importantes e inéditas nos projetos anteriores que visam à delimitação de parques aquícolas já conduzidos pelo LGAR-UFMG em outros reservatórios. A mensuração real das vazões nos principais braços e em vários pontos do eixo central, o uso de um modelo zootécnico para estimar a capacidade de suporte das áreas de produção e um estudo mais aprofundado da cadeia da pesca e da aquicultura no entorno do reservatório são alguns exemplos dessas inovações.

É muito importante ter em mente que o livro procura sintetizar o trabalho de um conjunto variado de especialistas atuantes dentro e fora da UFMG. Nesse ponto, gostaria de agradecer a todos os integrantes do LGAR e os inúmeros pesquisadores, técnicos, bolsistas de outros grupos de pesquisas (EPAMIG, Limnea-UFMG, Unesco-HidroEX, Unifei), bem como as empresas de consultoria que prestaram serviços de apoio complementares não menos importantes (Água Doce, Biotopos e SIGA). Gostaria de citar aqui o nome do técnico Cid Antônio Morais Jr. com quem compartilho a rotina dos trabalhos



do LGAR ao longo de mais de 20 anos. A sua capacidade de organização e de planejamento, seja no campo seja no laboratório, foi fundamental para toda a equipe.

Gostaria de agradecer, de modo especial, a Dra. Elizabeth Lomelino Cardoso, pesquisadora da EPAMIG, minha primeira chefe, companheira de início de carreira e que compartilhou comigo a responsabilidade em editar esta obra. Ela foi uma pessoa importantíssima, sob todos os aspectos, para que o presente projeto chegasse aos objetivos propostos. É importante agradecer também à EPAMIG pelo apoio dado à publicação dessa obra, já que a empresa disponibilizou toda a sua equipe – diagramadores, revisores de texto e bibliotecárias do Departamento de Publicações – para que possibilitasse a edição, a revisão e a impressão da presente obra em tempo recorde.

Gostaria ainda de esclarecer que algumas pesquisas importantes, tais como os estudos sobre modelagem hidrodinâmica (a cargo da bolsista do CNPq Simone Santos) e sobre a composição do zooplâncton (a cargo da Prof<sup>a</sup> Sofia Brito, Unesco-HidroEX), ainda estão em andamento e, por isso, não puderam ser tratadas em detalhes nesta obra. Esperamos, nos próximos meses, apresentar uma série de trabalhos em vários eventos científicos e, ainda, submeter alguns artigos específicos detalhando, de modo mais preciso, todas essas pesquisas já realizadas e aquelas em andamento.

Belo Horizonte, 23 de abril de 2013

Ricardo Motta Pinto-Coelho, Prof. Dr.  
Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios - LGAR  
Instituto de Ciências Biológicas - ICB  
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

## PARQUES AQUÍCOLAS

O aumento do consumo de peixes pelo homem é uma tendência irreversível na sociedade moderna. Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura, no Brasil, o consumo *per capita* de pescado cresceu 39,78%, passando de 6,46 kg para 9,03 kg, entre 2003 e 2009 (BRASIL, 2012). O consumo de pescado está cada vez mais associado aos bons hábitos da alimentação humana, e a sua produção gera menor impacto ambiental se comparada com outras proteínas de origem animal.

O Brasil precisa aumentar a sua produção de pescado por várias razões, e esse aumento não pode demorar a acontecer. A produção mundial de pescado proveniente da pesca de captura e da aquicultura foi de 148 milhões de toneladas em 2010. Desse total, aproximadamente 128 milhões de toneladas destinaram-se ao consumo humano, com uma taxa média de crescimento anual de 3,2% nas últimas cinco décadas, período de 1961 a 2009, superando o índice anual de crescimento da população mundial de 1,7%. Em 2009, o pescado representou 16,6% do aporte de proteínas animais da população mundial e 6,5% de todas as proteínas consumidas (FAO, 2012).

Segundo dados do MPA, o Brasil hoje produz, aproximadamente 1,25 milhão de toneladas de pescado, sendo 38% cultivados. A produção da piscicultura atingiu 60,2% de crescimento apenas entre 2007 e 2009. Somente a produção de tilápia aumentou 105% em sete anos (2003 – 2009). Em conjunto, a aquicultura cresceu 43,8%. Essa produção está longe de ser a ideal e coloca o País na incômoda posição de grande importador de pescado. Acrescente-se a esse panorama, o fato de que o Brasil possui imenso potencial para o desenvolvimento da aquicultura, com 8,4 mil quilômetros de litoral e 5,5 milhões de hectares de reservatórios (AGRONEGÓCIOS..., 2005).

Enquanto há um decréscimo da pesca em todo o mundo, a atividade aquícola vem experimentando um crescimento acelerado em muitas regiões. Essa tendência de aumento na aquicultura também tem sido observada no Brasil. A criação da Secretaria da Pesca e Aquicultura (Seap) em 2003 e, em 2009, a transformação dessa Secretaria no MPA possibilitaram a implantação de várias políticas que visam disciplinar, ordenar e fomentar a aquicultura, tanto marinha quanto aquela que se pratica em águas continentais.

O Projeto Parques Aquícolas em Águas Públicas da União é uma dessas políticas públicas no âmbito do MPA. Esta ação consiste em coordenar e orientar a instalação de áreas e parques aquícolas, projetos produtivos, demonstrativos e de pesquisa em aquicultura em águas da União, na forma da legislação vigente.

A base legal que sustenta o uso das águas de domínio da União para fins de produção aquícola fundamenta-se no Decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2003 (BRASIL, 2003). Os principais pontos nos quais se fundamenta esse Decreto são os seguintes:

- a) desenvolvimento sustentável;
- b) aumento da produção brasileira de pescados;
- c) inclusão social;
- d) segurança alimentar.

O Decreto ainda prevê o uso das águas da União, tanto por pessoas físicas quanto por pessoas jurídicas, nos termos da legislação em vigor. Adicionalmente, a Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 31 de maio de 2004 (BRASIL, 2004) estabelece as regras a ser observadas para a concessão da autorização de uso da água para fins aquícolas nos espaços físicos sob domínio da União.

A Instrução Normativa Interministerial nº 6 estabelece claramente a atribuição do MPA em promover e apoiar estudos para a delimitação de parques aquícolas, bem como estabelece as diretrizes que irão cuidar do controle e do posterior monitoramento ambiental dos espaços físicos destinados à aquicultura em águas da União.

As áreas dos parques aquícolas são disponibilizadas ao público interessado após a conclusão de processos seletivos. São entregues aos contemplados por meio da celebração de contratos de produção, após as autorizações necessárias e o licenciamento ambiental que, normalmente, também envolve as agências ambientais estaduais. O público prioritário é constituído preferencialmente por aquicultores, pescadores, pequenos e grandes empresários.

A Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 31 maio de 2004 (BRASIL, 2004) prevê as seguintes etapas para consolidação de parques aquícolas:

- a) estudos de identificação e demarcação;
- b) anuência do Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Autoridade Marítima, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e da Agência Nacional de Águas (ANA), no âmbito de suas respectivas competências;
- c) licenciamento ambiental;
- d) ocupação dos parques aquícolas;
- e) sistema de gestão;
- f) fomento e infraestrutura;
- g) monitoramento da qualidade da produção/produto e do ambiente.

O Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) vem atuando em uma série de estudos ligados à identificação e demarcação de parques aquícolas em grandes reservatórios de Minas Gerais. Os estudos conduzidos pelo LGAR, sob a coordenação do prof. Dr. Ricardo Motta Pinto-Coelho, já foram realizados nos Reservatórios de Furnas, Três Marias e Nova Ponte.

Em 2010, o prof. Pinto-Coelho reuniu pesquisadores da UFMG e de outras instituições do estado de Minas Gerais - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e a Fundação Unesco-HidroEX com a finalidade de submeter uma proposta de projeto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), dentro do edital 18-2010, que estava especificamente voltado a estudos sobre o ordenamento da atividade aquícola em grandes reservatórios. O CNPq aprovou uma proposta encaminhada pelo LGAR-UFMG para estudar a viabilidade de desenvolvimento da aquicultura no Reservatório de São Simão. Essa obra procura sintetizar os principais resultados até então alcançados dentro do Projeto CNPq 561.175 - Ordenamento da aquicultura no Reservatório de São Simão.

## ÁREA DE ESTUDO E ESTAÇÕES DE COLETAS

O Rio Paranaíba é um dos formadores do Rio Paraná. Até a junção ao Rio Grande seu curso tem, aproximadamente, 1.070 km. Divide-se em três trechos: Alto Paranaíba, Médio Paranaíba e Baixo Paranaíba. No limite dos estados de Minas Gerais e Goiás, no Baixo Paranaíba, situa-se a Hidrelétrica São Simão.

O Reservatório de São Simão está localizado no Rio Paranaíba na divisa dos estados de Minas Gerais e Goiás, sendo o último de uma série de reservatórios assentados sobre esse curso d'água a jusante dos Reservatórios Emborcação, Itumbiara e Cachoeira Dourada. Pode ser considerado como de grande porte, com área inundada superior a 700 km<sup>2</sup> (Tabela 1).

A Bacia Hidrográfica do Reservatório de São Simão é uma das maiores dentre os reservatórios do Brasil, engloba a maior parte do estado de Goiás. Os diferentes tributários do lado goiano (Rio Alegre, Rio Preto, Rio São Francisco, Rio dos Bois e Rio Meia Ponte) drenam uma das áreas de maior atividade agrícola do Brasil. Por outro lado, os tributários do lado mineiro, notadamente o Rio Tijuco e Rio Prata, além de receberem águas servidas de cidades de médio a grande portes, tais como Ituiutaba e Uberlândia ainda drenam extensas áreas de intensa atividade agropastoril.

Tabela 1 - Informações morfométricas e hidrológicas sobre o Reservatório de São Simão

Variáveis		Valor	
1	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )	722,25	
2	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	171.000 (estimativa Cemig)	
3	Profundidade máxima (m)	127	
4	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	24.000	
5	Altitude (m)	404	
6	Localização	Latitude	S19 01' 05''
		Longitude	W 50 29'57''

FONTE: Dados básicos: CEMIG - modificado por Pinto-Coelho (2004).

A primeira questão que se coloca nesse ponto: Por que estudar o potencial do Reservatório de São Simão para a prática da aquicultura intensiva? A decisão de estudar a viabilidade da implantação de áreas aquícolas nesse ambiente liga-se a uma série de fatores favoráveis:

- a) trata-se de um dos quatro maiores reservatórios do estado de Minas Gerais;
- b) o Rio Paranaíba, assim como seus principais tributários, garante uma vazão média que é bem superior às vazões dos dois maiores reservatórios mineiros, ou seja, Furnas e Três Marias;
- c) existem no Reservatório de São Simão, principalmente do lado de Goiás, diversos empreendimentos aquícolas que vêm crescendo tanto em produção quanto em faturamento, ano após ano, mas que demandam um maior ordenamento de suas atividades;
- d) o clima da região é caracterizado pela ocorrência de temperaturas adequadas para o cultivo em tanques-rede durante todo o ano (ao contrário de Furnas, por exemplo);



- e) vários estudos já constataram o pleno estabelecimento da tilápia como um importante componente da ictiofauna local.

## ESTUDOS DE IDENTIFICAÇÃO E DEMARCAÇÃO

Para a delimitação e gestão dos espaços físicos em águas da União, são necessários estudos de caráter técnico-científico, para identificação e seleção de áreas potenciais e instalação de parques aquícolas. Inicialmente, eliminam-se as áreas que apresentem ou sofrem interferência de fatores restritivos à implantação dos empreendimentos aquícolas.

O MPA recomenda atenção especial aos seguintes fatores restritivos:

- a) área e zona de segurança e operação das usinas;
- b) zonas de depleção do Reservatório;
- c) rotas de navegação e locais de travessia de balsas;
- d) locais de captação de água para abastecimento urbano;
- e) zonas de exclusão no entorno de núcleos urbanos;
- f) zonas de condomínios e de pequenos sítios;
- g) áreas de baixa profundidade, ocorrência de paliteiros e macrófitas;
- h) zonas de risco de contaminação por agricultura intensiva;
- i) zonas de pesca comercial e esportiva;
- j) distância mínima de Unidades de Conservação;
- k) direitos minerários;
- l) zonas de ocorrência de ventos intensos;
- m) locais de interesse turístico, áreas de lazer e de beleza cênica;
- n) zonas de baixa qualidade da água.

### Sistema de informações geográficas

O primeiro passo dado no Projeto foi a montagem de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Inicialmente, foi feito um levantamento das principais formas de uso do solo no entorno do Reservatório. Um bom sumário desse trabalho pode ser visto na Figura 1.

O principal aspecto no uso e ocupação do solo da região da Bacia do Paranaíba, até poucos anos atrás, era as áreas de lavoura de grãos e pastagens, correspondendo a 81,79%. Áreas urbanas correspondiam a 1% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2006). Hoje, a agricultura está em franco crescimento, associado à indústria sucroalcooleira, que vem substituindo principalmente áreas antes ocupadas por pastagens e cerrados. O vetor de expansão da cultura da cana-de-açúcar está ligado a grandes espaços de monocultura, principalmente articulados com a indústria sucroalcooleira, cujo aumento se observa desde o início da década de 1990 nas regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).



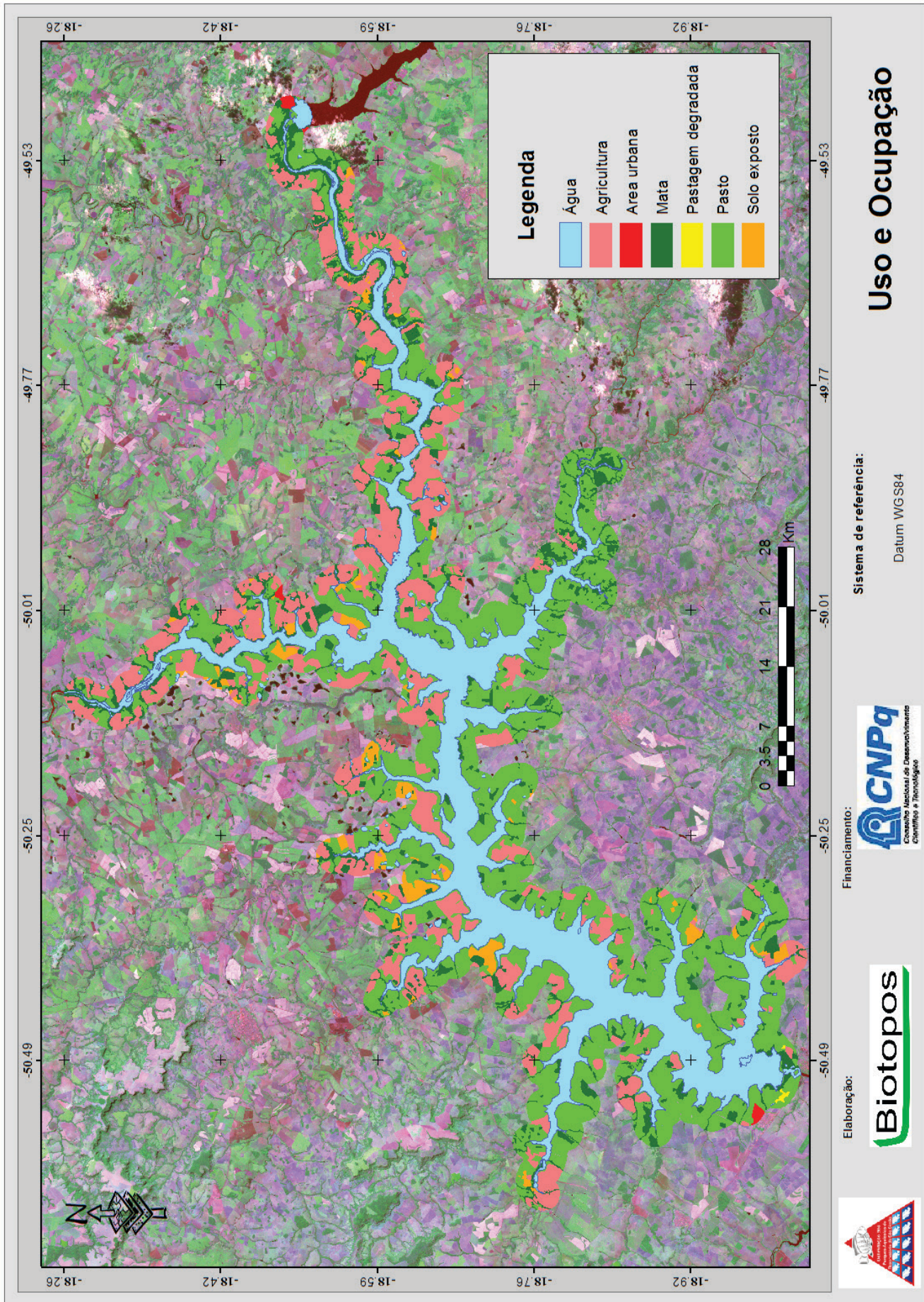


Figura 1 - Principais formas de uso e ocupação do solo no entorno do Reservatório de São Simão



Este estudo envolveu a coleta de informações georreferenciadas sobre vários fatores restritivos, tais como áreas afetadas pelo deplecionamento, áreas de captação, áreas reservadas para o tráfego aquaviário ou que contém beleza cênica, etc. Alguns exemplos dessas espacializações podem ser vistos nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

A montagem do SIG deste estudo esteve sob a responsabilidade da Dra. Eliane Vieira da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) Campus Itabira, MG, em parceria com a empresa Biotopos.

Em seguida, foi feita uma análise utilizando a ferramenta SIG que permite a sobreposição de vários planos de informações, contendo, cada um deles, um determinado fator restritivo. O SIG permite realizar operações com geocampos, como, por exemplo, operações que utilizam a lógica booleana. As áreas em azul resultam áreas propensas para futuras pesquisas já que nenhum dos fatores restritivos impediu a sua conformação (Fig. 6).

A segunda etapa da identificação e seleção das áreas aptas para a implantação dos parques aquícolas englobou um amplo levantamento de dados climatológicos, limnológicos (qualidade da água), batimétricos e de hidrodinâmica. Além disso, foram feitas uma série de simulações hidrodinâmicas para verificar os principais movimentos da massa de água dentro do Reservatório, a intensidade das pistas de ventos, a altura de ondas e a estimativa dos tempos médios de residência da água. Finalmente, foi feito um inventário ictiológico e sobre a atividade de pesca e aquicultura no Reservatório. Todas essas informações são essenciais para delimitar as áreas aquícolas e suas capacidades de suporte (capacidade máxima de produção).

A avaliação da capacidade de suporte de um parque aquícola é feita pelo uso de modelos consagrados, tais como o de Dillon e Rigler (1974) sugerido pelo MPA. Esse modelo requer o conhecimento de uma série de parâmetros limnológicos (ex: níveis de fósforo na água), morfométricos (profundidade média), hidrológicos (tempo de residência da água no local) e zootécnicos (eficiência de conversão). A correta mensuração desses parâmetros requer, por sua vez, pesquisas específicas nas áreas selecionadas.

## **Climatologia**

O clima da região de estudos (Bacia do Baixo Paranaíba) é tropical quente, sendo caracterizado pela ocorrência de duas estações distintas, uma chuvosa que estende-se de novembro a março. Nesse período, as temperaturas médias do ar normalmente permanecem acima dos 25 °C e os totais pluviométricos mensais são sempre superiores a 100 mm.

A estação mais seca do ano compreende, em geral, os meses de abril a outubro. Nos meses de maio, junho e julho, por exemplo, os totais pluviométricos raramente ultrapassam os 50 mm, e as temperaturas médias oscilam na faixa dos 21 °C a 24 °C (Fig. 7).

As maiores incidências dos ventos são registradas no inverno, principalmente no período compreendido entre os meses de junho e setembro, quando a velocidade média do vento pode chegar a mais de 3,0 m/s.

O total das chuvas no ano registra uma média histórica de 1.460 mm para o período de 1991-2011 (ALCÂNTARA; STECH, 2011). Não foi registrada nenhuma tendência significativa de aumento ou diminuição nesses totais no período considerado (Fig. 8).





Figura 2 - Fatores restritivos à aquicultura no Reservatório de São Simão - áreas afetadas pelo deplecionamento



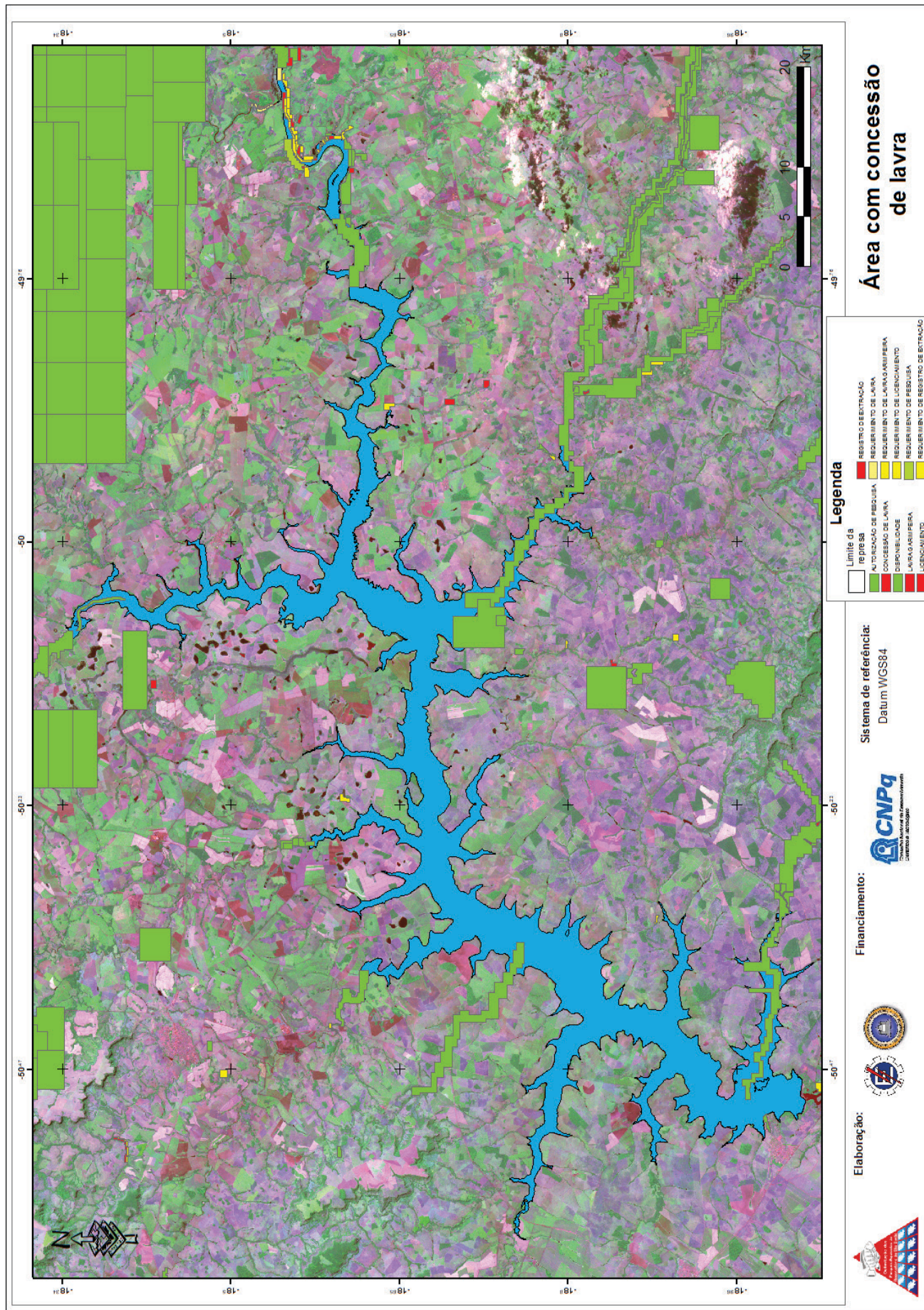


Figura 3 - Fatores restritivos à aquicultura no Reservatório de São Simão – áreas afetadas por concessão de direito de lavra  
Elaboração: Prof.ª Dra. Eliane Vieira.



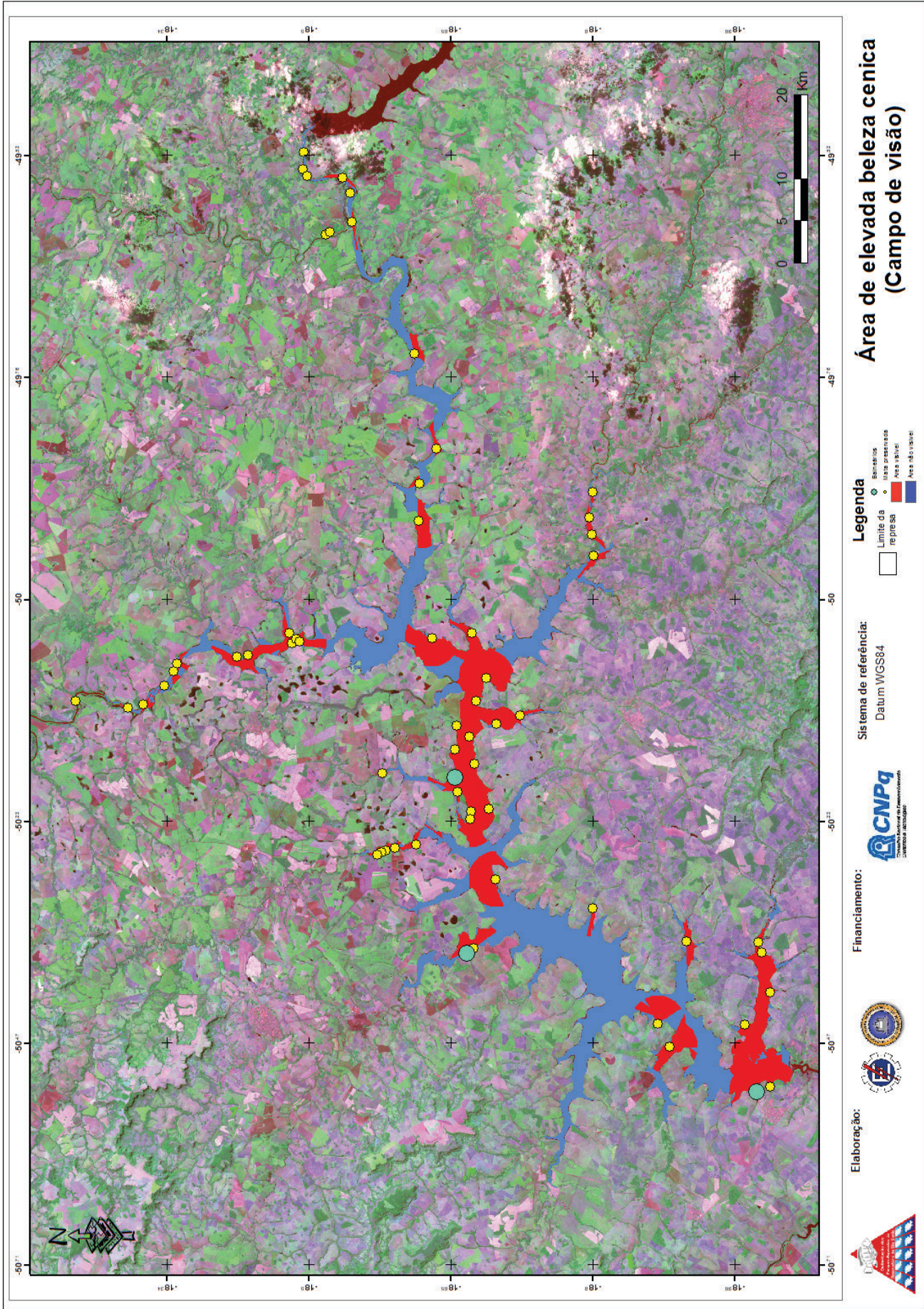


Figura 4 - Fatores restritivos à aquicultura no Reservatório de São Simão - áreas com beleza cênica (grande campo de visão)

Elaboração: Prof<sup>a</sup> Dra. Eliane Vieira.



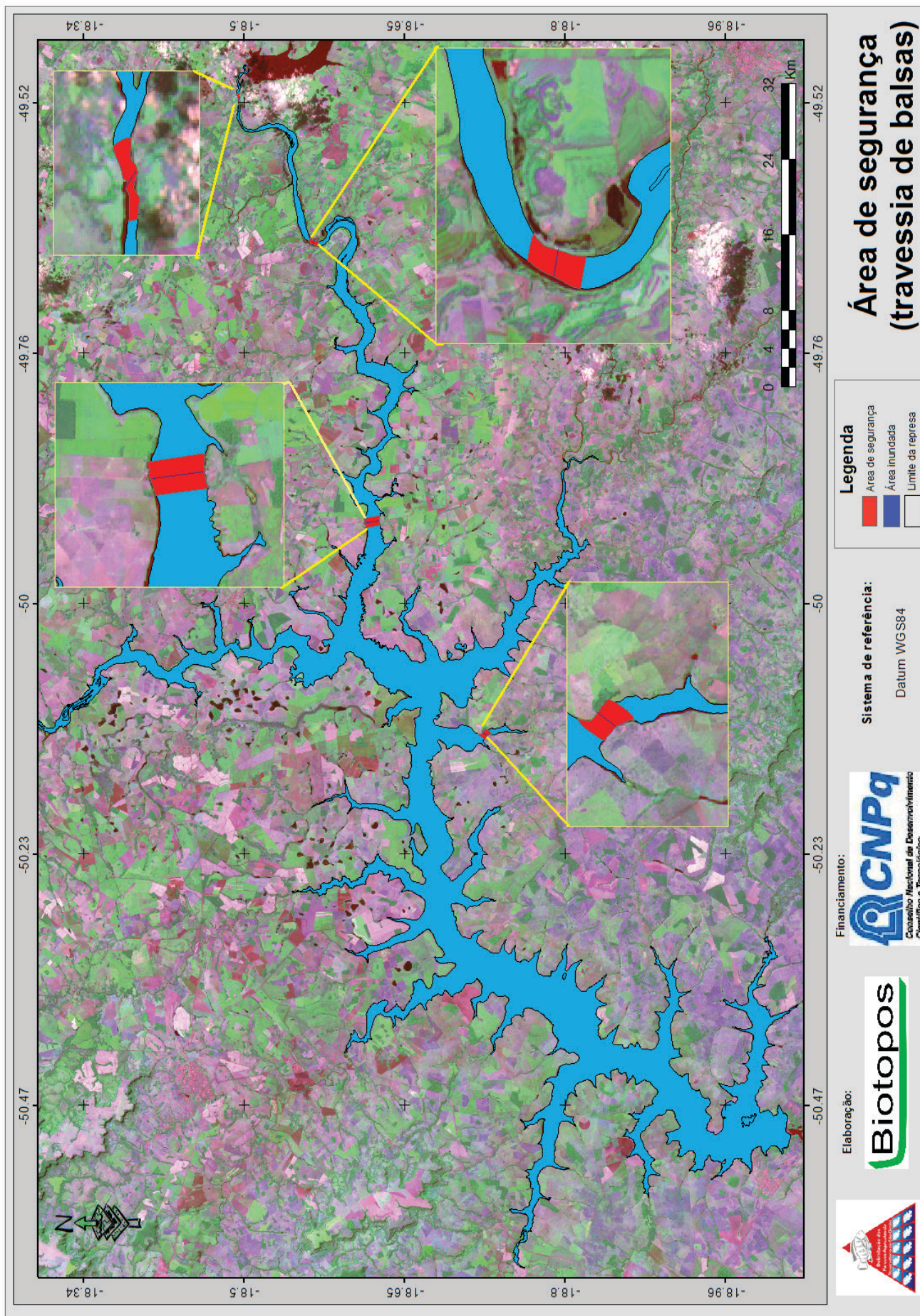


Figura 5 - Áreas de tráfego aquaviário no Reservatório de São Simão



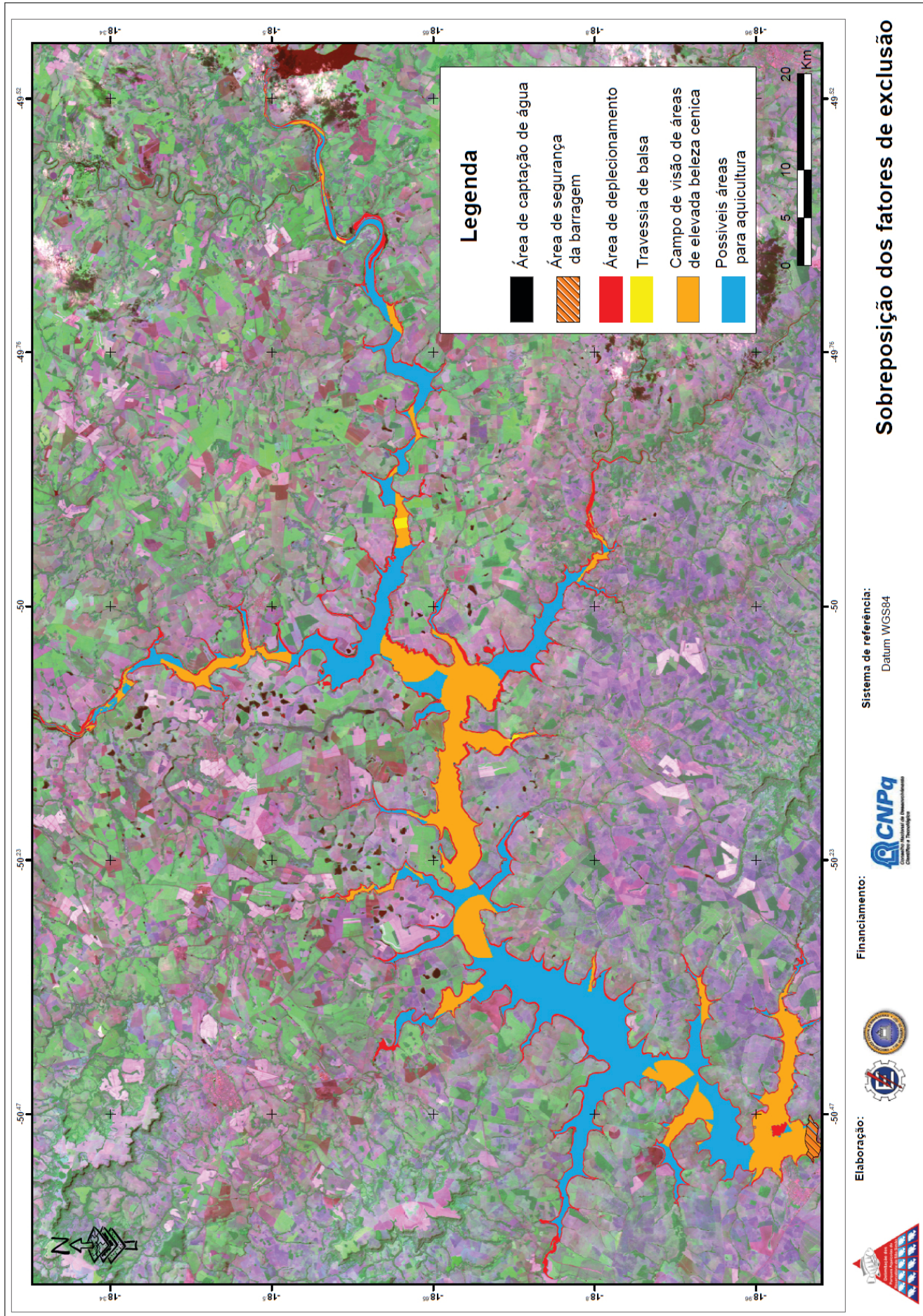


Figura 6 - Carta temática resultante da sobreposição de vários planos de informação geográfica, com base na coleta de dados secundários relativos a fatores restritivos para a implantação de parques aquícolas no Reservatório de São Simão

Elaboração: Prof<sup>a</sup> Dra. Eliane Vieira.



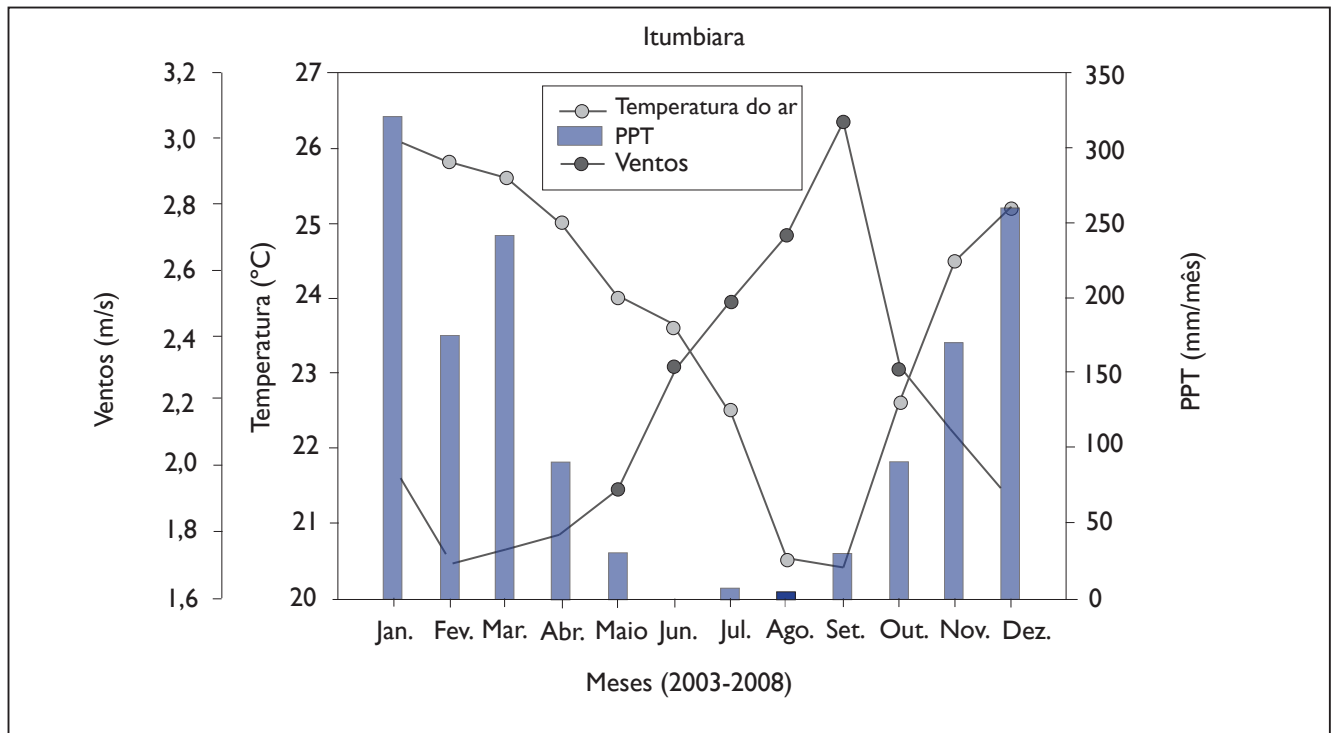


Figura 7 - Médias mensais da temperatura do ar, velocidade dos ventos e alturas pluviométricas mensais para a região de Itumbiara, GO

FONTE: Alcântara e Stech (2012).

NOTA: PPT - Precipitação atmosférica.

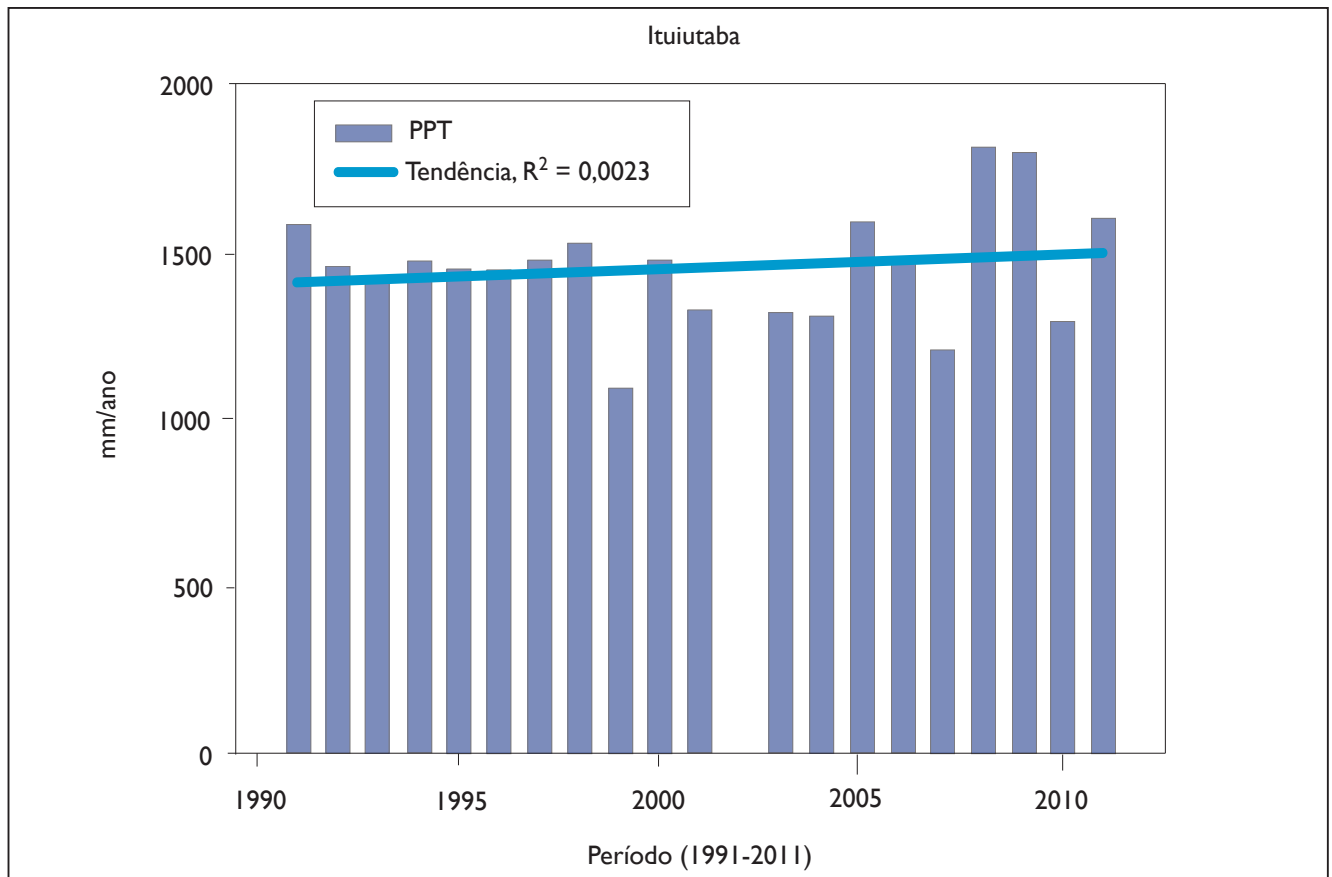


Figura 8 - Evolução dos totais anuais de precipitação para a região de Ituiutaba, no período 1991-2011

FONTE: Queiroz e Costa (2012).

NOTA: PPT - Precipitação atmosférica.

O ambiente ótimo para o cultivo de tilápias deve registrar temperaturas da água entre 26 °C e 30 °C. As faixas de temperatura da água e o desempenho esperado para os principais peixes tropicais cultivados comercialmente (ONO; KUBITZA, 2003) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Respostas fisiológicas da tilápia a variações de temperatura da água

Temperatura (°C)	Resposta esperada
>34	Maior Incidência de doenças e mortalidade crônica
30 a 34	Redução no consumo de alimentos e no crescimento
26 a 30	Crescimento ótimo
<22	Consumo de alimento e crescimento são bastante reduzidos
<18	Consumo de alimento e crescimento praticamente cessam
10 a 15	Faixa letal para a maioria dos peixes tropicais

FONTE: Ono e Kubitzza (2003).

## Limnologia

O levantamento limnológico englobou três campanhas que visaram determinar a condição da água do Reservatório nos seus principais compartimentos em diferentes épocas do ciclo sazonal. Essas campanhas foram concentradas no período seco do ano, entre os meses de maio e outubro, e incluíram um grande número de pontos amostrais distribuídos no corpo central, nos principais braços do Reservatório. Pesquisas anteriores conduzidas pelo LGAR no Reservatório de São Simão (PINTO-COELHO, 2004) demonstraram que esse é o período em que os padrões espaciais ficam mais nítidos e a qualidade da água é mais representativa do Reservatório, já que durante o período chuvoso ocorre uma grande alteração das águas límnicas por causa da entrada de grandes volumes dos tributários.

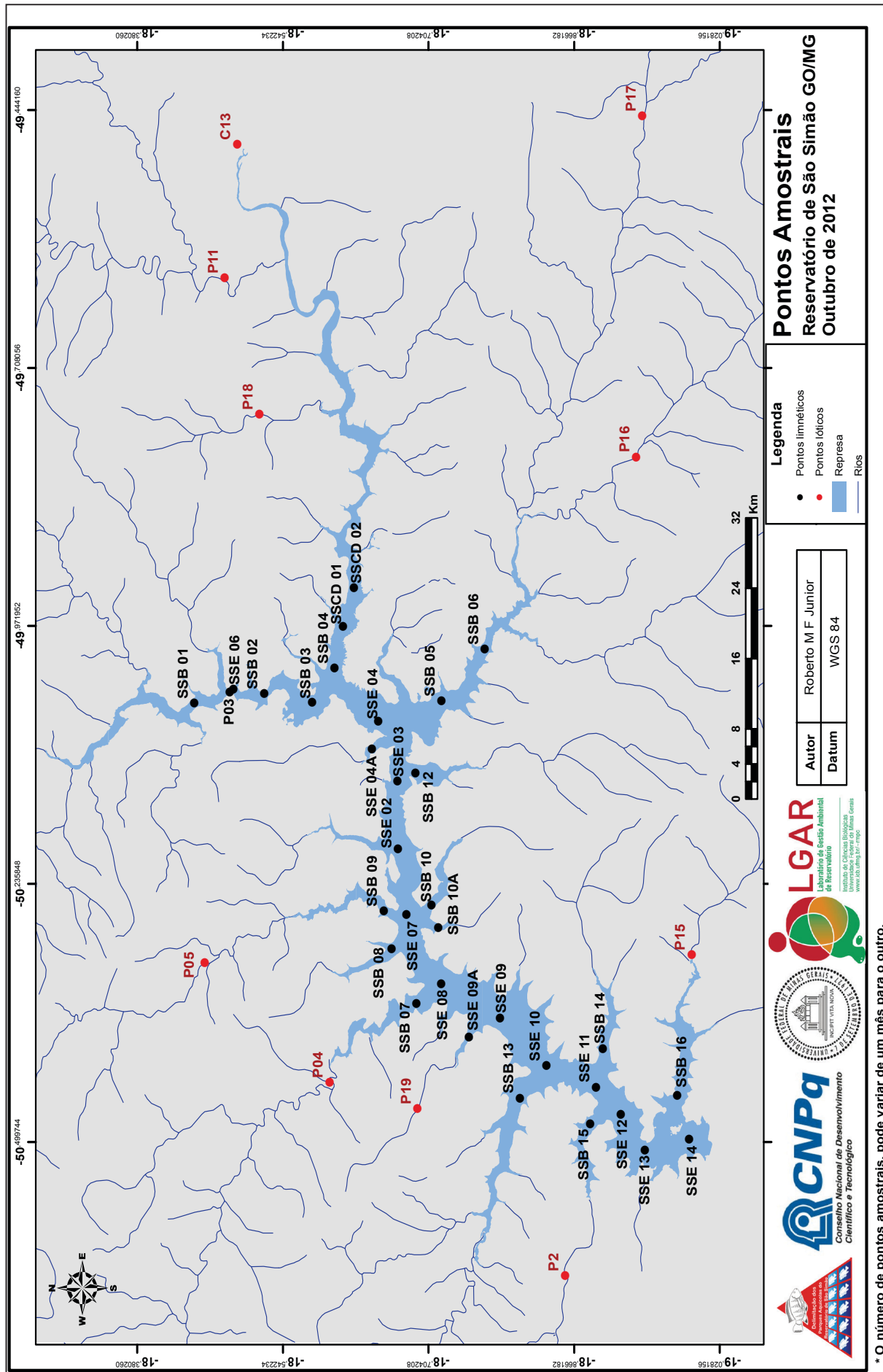
Além do corpo central do Reservatório que foi intensivamente amostrado (> 30 pontos amostrais) nos meses de agosto de 2011, maio e outubro de 2012, outras duas campanhas foram dedicadas aos principais tributários (9-11 pontos). Essas campanhas foram realizadas em outubro de 2011 e outubro de 2012 (Fig. 9).

### Padrões espaciais da qualidade da água

As Figuras 10, 11 e 12 ilustram alguns dos principais padrões encontrados nas três campanhas limnológicas realizadas em maio 2011, agosto de 2011 e outubro de 2012.

O nitrato foi a forma de nitrogênio inorgânico que apresentou os padrões espaciais mais heterogêneos nas águas de São Simão. O cartograma da Figura 10 obtido na primeira campanha, em maio de 2011, ilustra que há uma grande entrada desse nutriente a montante via Rio Paranaíba. Esse aporte irá influenciar todo o eixo central do Reservatório.

A clorofila-a assim como os níveis de nutrientes (N e P), permanece com valores muito baixos em grande parte do Reservatório de São Simão durante a maior parte do ano (Fig. 11). Em maio de 2011, por exemplo, os padrões espaciais observados para a clorofila-a exemplificam essa tendência.



\* O número de pontos amostrais, pode variar de um mês para o outro.

Figura 9 - Rede amostral dos pontos de coletas limnológicas no Reservatório de São Simão e seus principais tributários

NOTA: Em azul os pontos limnéticos e em vermelho os pontos lóticos (rios).

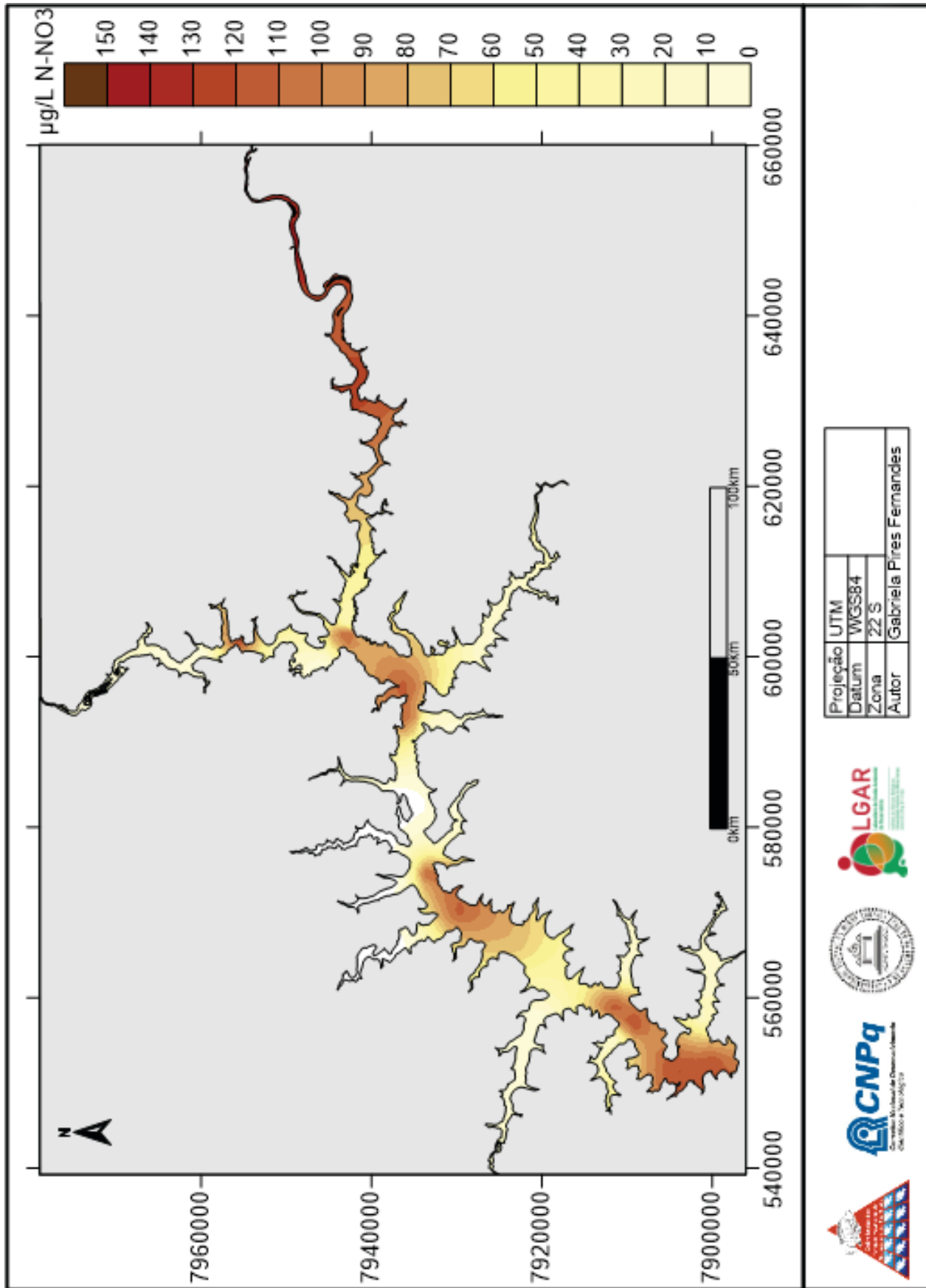


Figura 10 - Concentrações subsuperficiais (0,5 m) de nitrato (NO<sub>3</sub>-N) no Reservatório de São Simão - agosto 2011



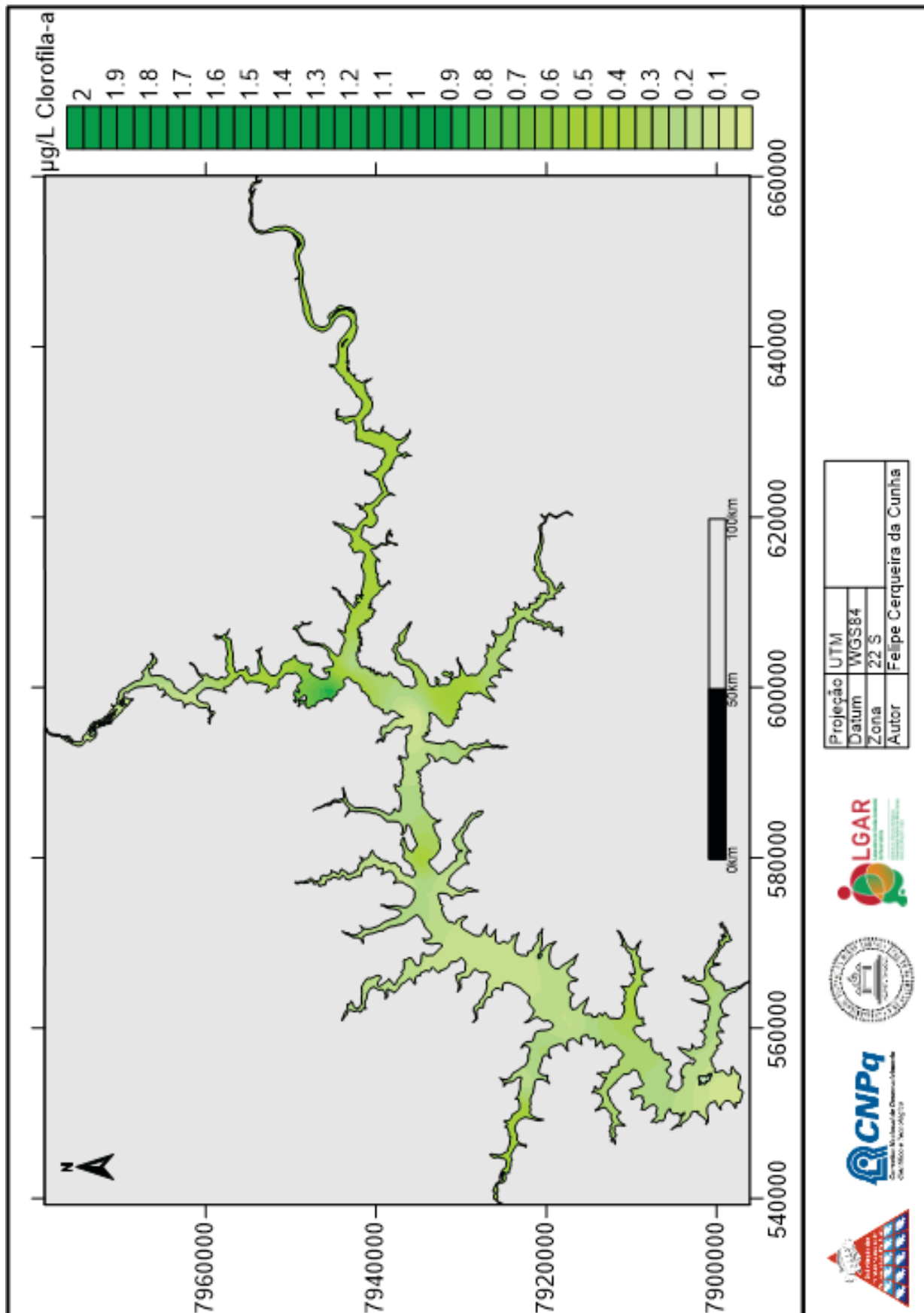


Figura 11 - Concentrações superficiais (0,5 m) de clorofila-a no Reservatório de São Simão - 8 a 10 de maio 2012

Apesar disso, para baixas concentrações de clorofila e nutrientes na maior parte do Reservatório, alguns braços exibem claro aumento nessas variáveis. Esses braços são geralmente os braços do Rio dos Bois e o braço do Rio Ipiaçu que é formado pela junção dos Rios Tejuco e Prata.

O fósforo total exibiu um padrão espacial semelhante àquele observado nas concentrações de nitrato, sugerindo a importância da entrada de nutrientes a montante do Reservatório pelo próprio Rio Paranaíba (Fig. 12). O padrão espacial foi obtido em outubro de 2012. Embora as contribuições externas de fósforo via tributários seja considerável mesmo na estação seca, é indiscutível o papel que a biota do Reservatório exerce na absorção e fixação do fósforo, já que o eixo central do Reservatório permanece com concentrações muito baixas desse elemento ( $< 10 \text{ ug/L P-PO}_4$ ).

De modo geral, os padrões espaciais de muitas variáveis relevantes para a qualidade da água apontam duas tendências importantes no Reservatório de São Simão:

- a) o Rio Paranaíba a montante é uma importante fonte de nutrientes;
- b) os grandes braços laterais do Reservatório são mais eutrofizados do que o eixo central.

### Temperatura, oxigênio e condutividade na coluna de água

A coluna de água do Reservatório geralmente apresenta padrões verticais muito diferentes entre si, se considerarmos os braços isolados e o eixo central da represa. De modo geral, a coluna de água apresenta-se muito homogênea no eixo central, com pouca ou nenhuma estratificação térmica e presença de oxigênio nos primeiros 15 m de profundidade da coluna d'água (que é a faixa de profundidades de maior interesse para a aquicultura). Em maio de 2012, a maioria dos pontos localizados no eixo central do Reservatório de São Simão exibiu padrões semelhantes ao que está ilustrado pela estação SSE08 (Fig. 13).

Os padrões verticais de temperatura e a disponibilidade de oxigênio na coluna são completamente diferentes nos braços do Reservatório, se comparados ao que pode ser observado no eixo central.

O ponto SSN06, localizado no braço de Ipiaçu (Fig. 13) exemplifica muito bem um padrão vertical que pode ser encontrado em um braço mais eutrofizado do Reservatório. Existe uma grande estratificação térmica da coluna d'água que possibilita o aparecimento de gradientes verticais nítidos em variáveis, tais como o oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica.

As diferenças encontradas nos padrões verticais de disponibilidade de oxigênio no Reservatório de São Simão sugerem que os empreendimentos aquícolas situados no eixo central terão menos dificuldades relacionadas com os problemas da qualidade da água que afetam os parques aquícolas nos reservatórios tropicais.

## Batimetria

Os estudos de batimetria e morfometria do Reservatório de São Simão foram executados pelas biólogas Simone Santos e Eliane C. Elias, em parceria com a empresa Siga.

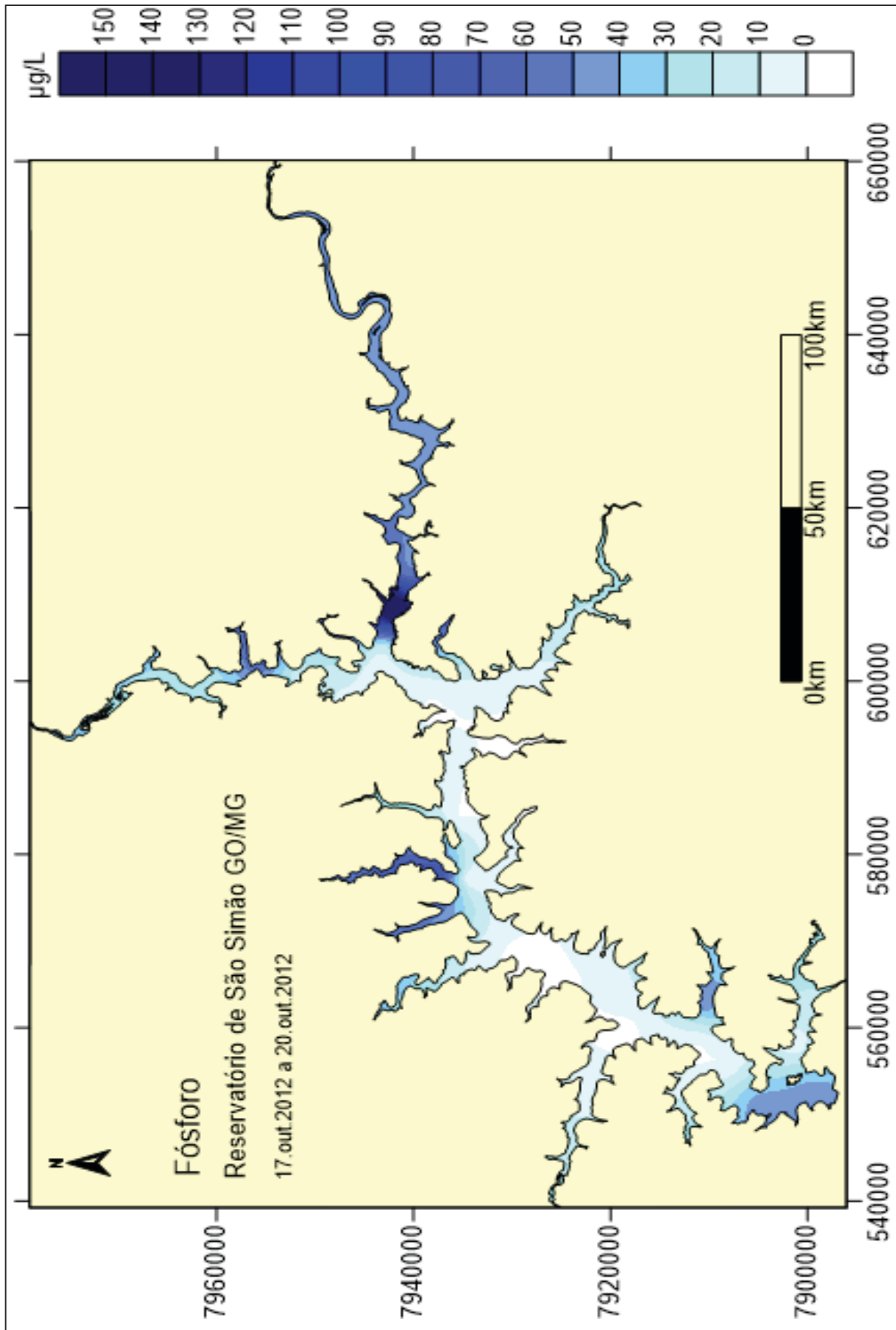


Figura 12 - Concentrações sub-superficiais (0,5 m) de fósforo total (P-PO<sub>4</sub>) no Reservatório de São Simão - outubro 2012

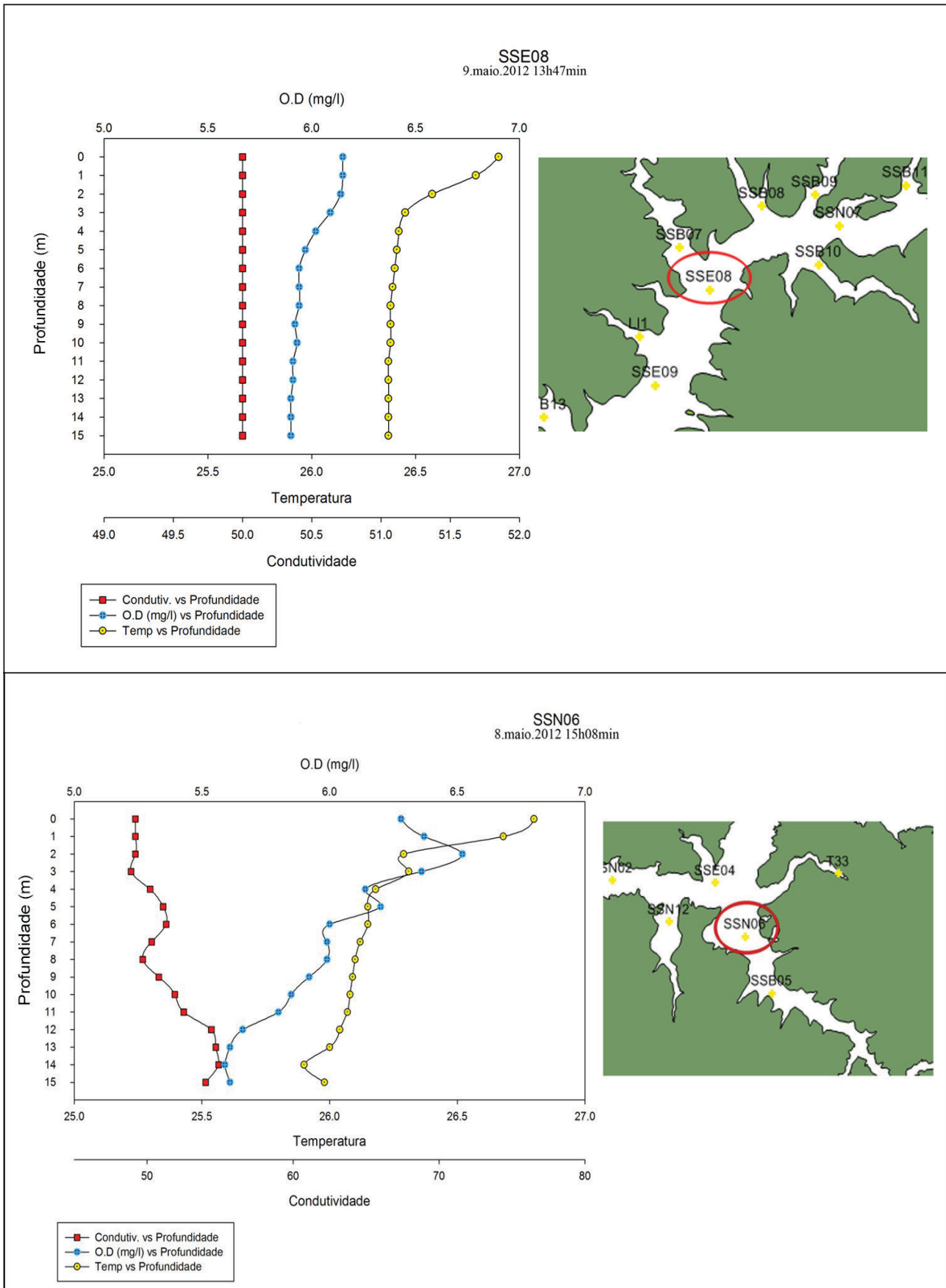


Figura 13 - Perfis verticais de condutividade elétrica ( $\mu\text{S/cm}$ ), oxigênio dissolvido (OD) (mg/L) e temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) nos pontos SSE08 (em cima) e SSNO6 (em baixo), Reservatório de São Simão - maio 2012

O estudo da forma dos corpos d'água é de essencial importância para a avaliação de todos os principais parâmetros morfométricos (WETZEL, 1983). Nesse contexto, a disponibilidade de um inventário batimétrico é o passo-chave no estabelecimento de um plano de manejo sustentável para a maioria dos sistemas aquáticos (BEZERRA-NETO, PINTO-COELHO, 2008). Para obter uma carta batimétrica detalhada, é necessário que as medidas de profundidade dos ambientes límnicos sejam feitas com grande precisão. Esses mapas constituem um importante subsídio para a realização de estudos sobre evolução de assoreamento, qualidade da água (RESCK, 2007), garantindo maior segurança sobre a gestão sustentável do corpo hídrico. Além disso, o conhecimento das profundidades dos ambientes límnicos é fundamental na determinação da capacidade suporte, a qual se estima a possibilidade da inserção de projetos aquícolas.

A partir dos arquivos de contorno de digitalização do Reservatório de São Simão, cedidos pelo LGAR-UFMG, do relatório “Caracterização de matriz física do reservatório (georreferenciamento e geografia do uso do solo)”, definiram-se as áreas onde seriam realizadas uma coleta batimétrica mais detalhada, com transectos mais próximos entre si (UFMG).

Nas áreas de exclusão previamente definidas, a varredura batimétrica constou de transectos mais esparsos. A decisão de determinar áreas com maior ou menor detalhamento foi tomada pelo fato de que existiam áreas de exclusão em que não haveria locação de tanques-rede, seja em virtude do uso do solo, seja por características do local, como a presença de paliteiros. Visto que campanhas batimétricas demandam muito tempo e recursos financeiros, optou-se por realizar a coleta nesses moldes, visando um equilíbrio do custo-benefício. Dessa forma, o esforço amostral foi maior nas áreas onde potencialmente poderiam vir a ter implantados tanques-rede para cultivo de peixes.

Utilizou-se sistema computadorizado para a coleta de dados e orientação visual da navegação através do *software* Hypack. Este sistema constitui-se de um microcomputador Intel Core i-5, interligado ao sistema de posicionamento, estabelecido por um GPS diferencial (D-GPS) Trimble acoplado a um ecobatímetro, ECHOTRAC CV-100 - ODOM (*single beam*), através de interfaces com o *software* Hypack e o Odom eChart. O sistema de posicionamento, em tempo real, contou com uma precisão menor que 1m (precisão submétrica). O sinal diferencial utilizado foi fornecido por satélite geostacionário do sistema Omnistar.

As coordenadas das posições sondadas foram determinadas no sistema UTM – Datum WGS84. Utilizando o *software* Odom EChart, a navegação para coleta batimétrica foi realizada com embarcação tipo voadeira, com 5 m de comprimento, motor de 25HP, à velocidade aproximada de 5 km/h, na qual foram acoplados os equipamentos necessários ao levantamento (Fig. 14).

Os transectos batimétricos coletados nas diversas campanhas realizadas no Reservatório de São Simão estão representados na Figura 15.

A partir dos 368.995 pontos compilados na planilha XYZ gerou-se a carta batimétrica do Reservatório de São Simão para a cota 400,82 m (Fig. 16). Uma das características importantes dessa carta são as profundidades relativamente baixas encontradas na maioria dos braços laterais, em nítido contraste com as maiores profundidades existentes no eixo central do Reservatório. Na região próxima à barragem foram medidas profundidades superiores a 100 m, fato que difere marcadamente o Reservatório de São Simão de outros grandes reservatórios mineiros, tais como os Reservatórios de Furnas e de Três Marias.



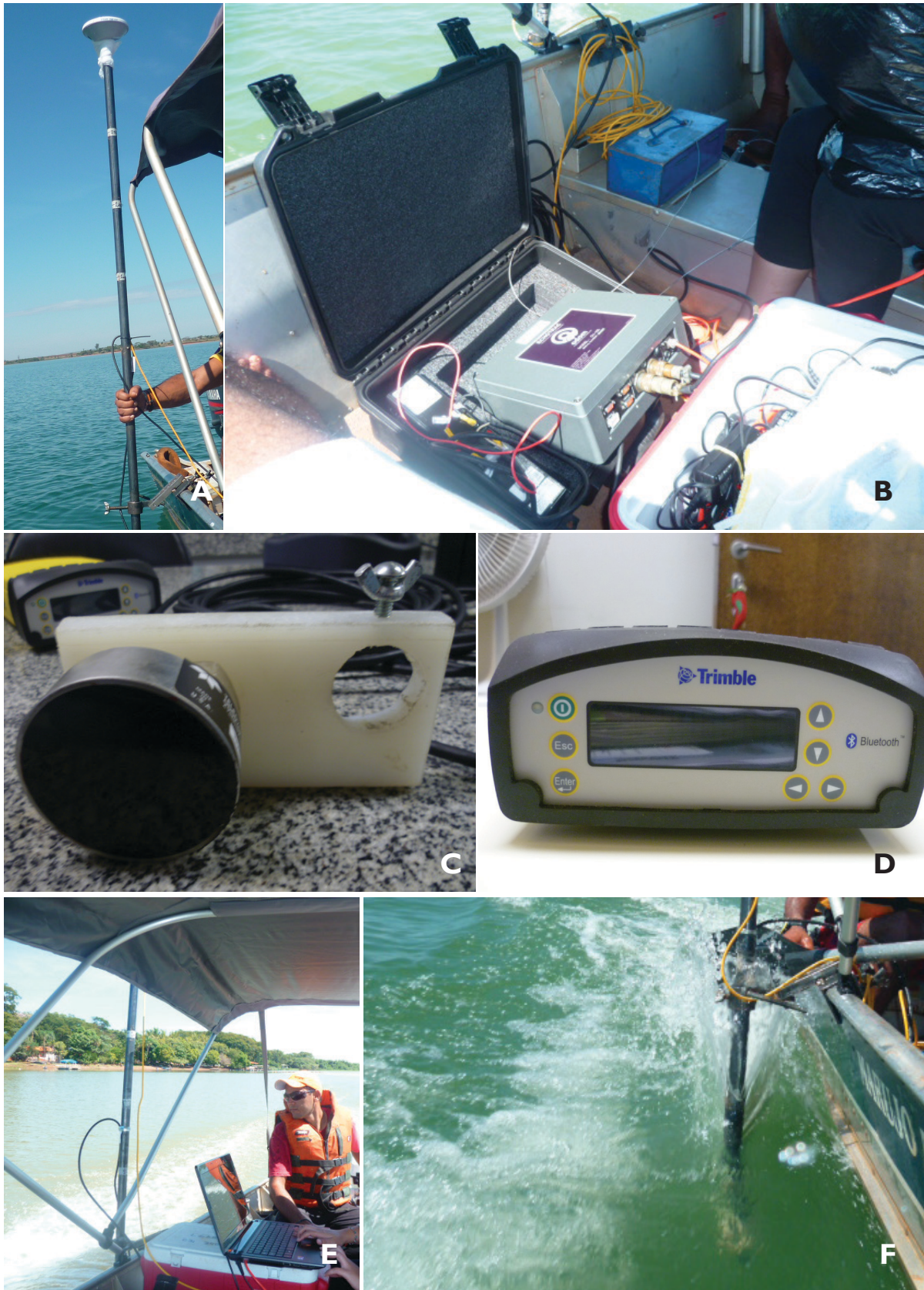


Figura 14 - Equipamentos utilizados na sondagem batimétrica

NOTA: A - D-GPS; B - ECHOTRAC CV-100 - ODOM (single beam); C - Sensor do ecobatímetro acoplado ao barco pelo suporte; D - Display do D-GPS; E - Utilização do notebook na embarcação para navegação; F - Sensor do ecobatímetro.

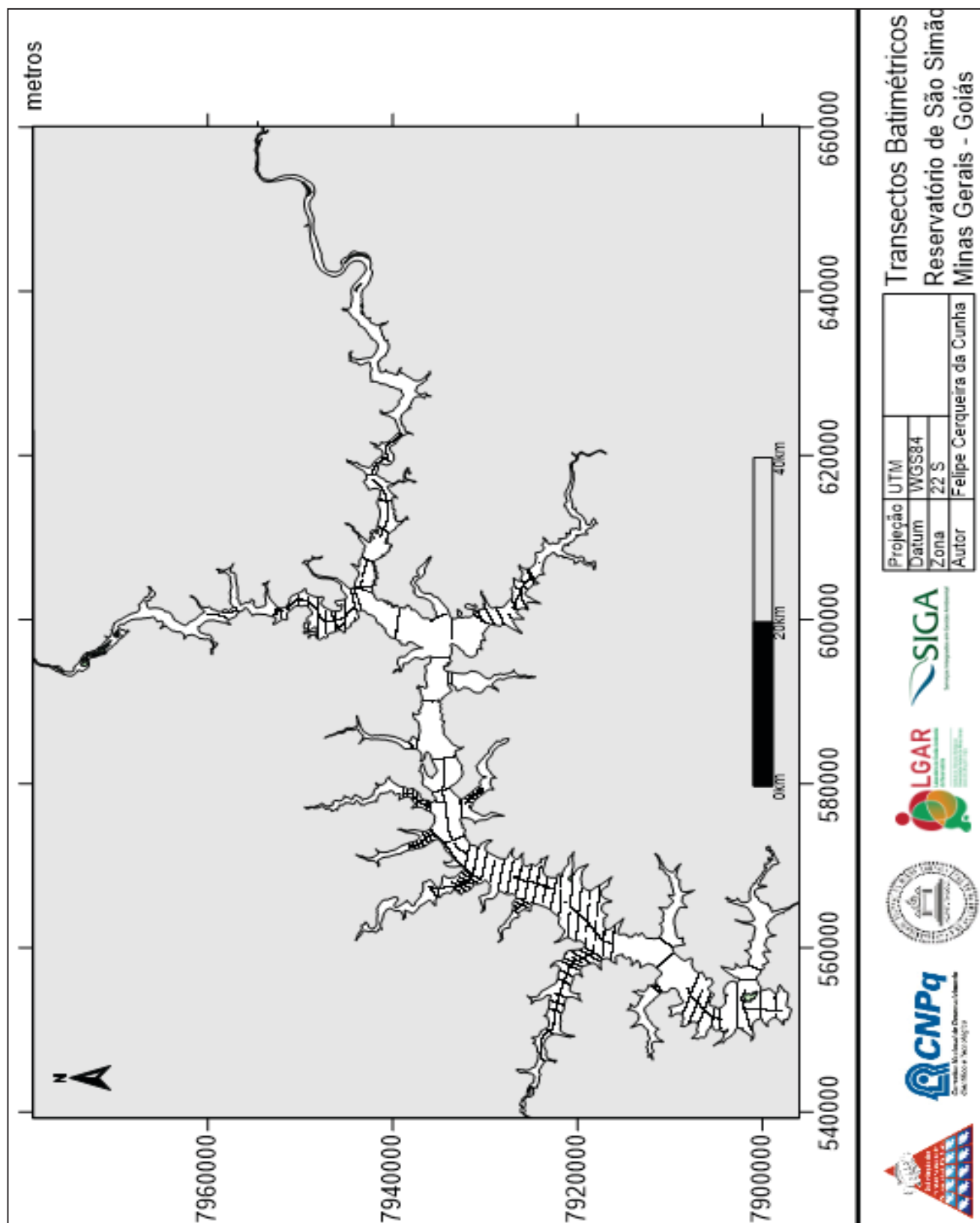


Figura 15 - Transectos batimétricos realizados no Reservatório de São Simão

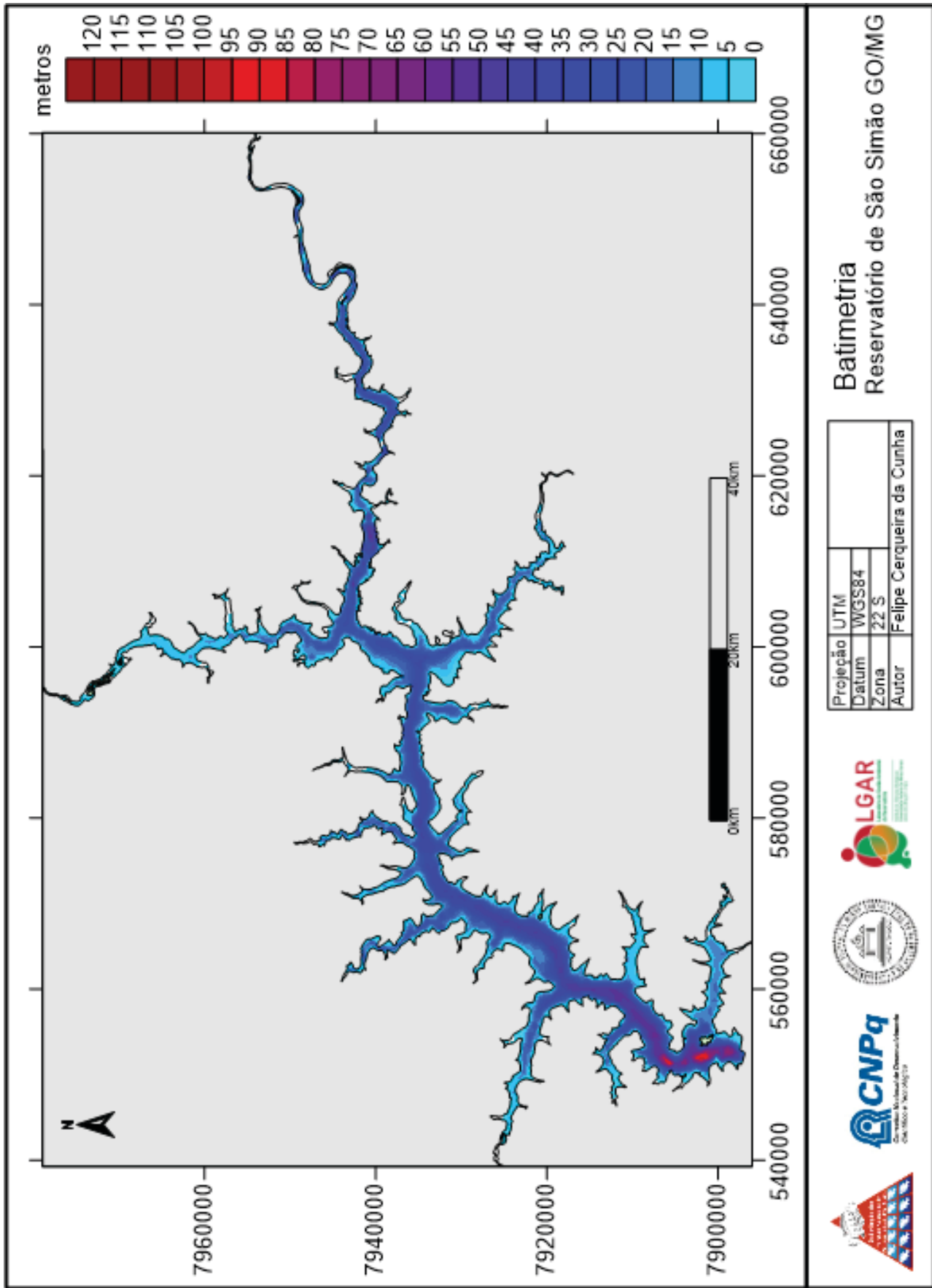


Figura 16 - Carta batimétrica do Reservatório de São Simão

NOTA: Sistema de coordenadas planas UTM 22K, Datum: WGS84.



Os parâmetros morfométricos primários e secundários estimados estão apresentados na Tabela 3. Conforme classificação de Straskraba e Tundisi (1999), o Reservatório de São Simão enquadra-se na categoria de grande porte, visto que apresenta área igual a  $7,11 \times 10^8 \text{ m}^2$  e volume estimado em  $11,48 \times 10^9 \text{ m}^3$ .

Segundo Sperling (1999), a profundidade média dos ambientes lênticos é um dos parâmetros morfométricos de maior relevância limnológica. Cole (1983) afirma que a produtividade biológica dos

Tabela 3 - Parâmetros morfométricos primários e secundários estimados para o Reservatório de São Simão

Parâmetros primários		Parâmetros secundários	
Variáveis	Valor	Variáveis	Valor
Área (A) ( $\text{m}^2$ )	711.992.581,53	Profundidade média ( $Z_{\text{med}}$ ) (m)	16,12
Perímetro (P) (m)	1.220.335,40	Profundidade relativa ( $Z_{\text{R}}$ ) (%)	0,42
Volume (V) ( $\text{m}^3$ )	11.480.032.186,58	Desenvolvimento do perímetro ( $D_{\text{P}}$ )	12,81
Profundidade max. ( $Z_{\text{max}}$ ) (m)	126,45	Desenvolvimento do volume ( $D_{\text{V}}$ )	0,38

lagos está geralmente relacionada com a profundidade média. Em ambientes mais rasos, a radiação solar pode alcançar toda a coluna d'água e, dessa forma, no geral apresentam produtividade maior que em ambientes mais profundos.

## Hidrologia e hidrodinâmica

Os estudos de hidrodinâmica do Reservatório de São Simão foram executados pelos biólogos Eliane C. Elias e José Fernandes Bezerra Neto, em parceria com a empresa Água Doce.

O conhecimento das características hidrológicas e de hidrodinâmica nos reservatórios que receberão parques aquícolas é de fundamental importância. A velocidade de correntes (superficiais e de fundo), a intensidade de ventos ou de altura de ondas, o tempo de residência da água nos braços e demais compartimentos dos reservatórios são variáveis-chave no processo. Essas variáveis irão determinar não somente a capacidade de suporte dos parques, mas toda a sua logística de operação. Assim, a escolha da tecnologia a ser usada no desenho das gaiolas, a densidade de estocagem, a frequência do monitoramento ambiental são alguns dos aspectos que dependem diretamente desse tipo de estudo.

Nos projetos anteriores conduzidos pelo LGAR-UFMG (parques aquícolas de Furnas, Três Marias e Nova Ponte), utilizou-se da ferramenta da modelagem hidrodinâmica para estimar as vazões nas áreas delimitadas para a atividade aquícola. Entretanto, dada a possibilidade de utilizar o eixo central do Reservatório de São Simão como uma das principais áreas a receber empreendimentos aquícolas de grande porte, a coordenação optou por mensurar diretamente essas vazões em todas as áreas selecionadas no Reservatório de São Simão.

No presente relatório estão descritos os resultados obtidos durante a medição de vazão realizada nos meses de setembro e outubro de 2012 no Reservatório de São Simão MG/GO para alimentar seu modelo hidrodinâmico e verificar a velocidade média do fluxo nos locais propícios para a instalação de empreendimentos aquícolas.

A medição de vazão foi realizada nos meses de setembro e outubro de 2012, sendo as áreas preestabelecidas de acordo com os principais tributários que contribuem para o Reservatório e com as áreas propícias para o cultivo de peixes, conforme mapa fornecido pelo estudo com base no uso e ocupação do solo (Fig. 17).

A equipe realizou transectos nas áreas-alvo com o equipamento denominado *River Surveyour M9*, que mede a vazão pelo princípio Doppler Acústico *Acoustic Doppler Current Profiler* - perfilador de correntes (ADCP). A Tabela 4 e as Figuras 17 e 18 ilustram os resultados de alguns transectos selecionados (trajeto 19 - Rio Paranaíba).

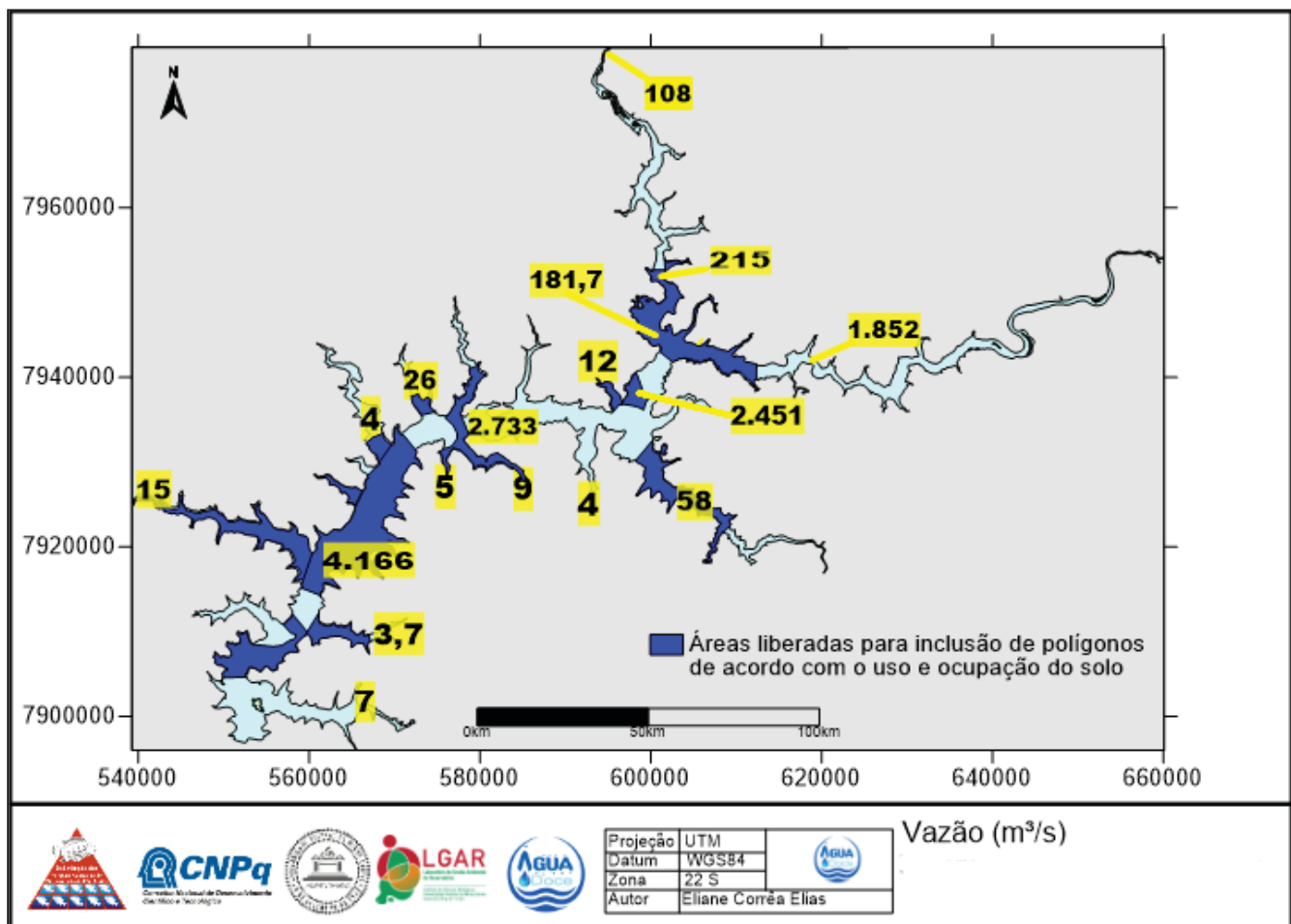


Figura 17 - Transectos realizados para a medida de vazão com o equipamento ADCP nas áreas selecionadas como áreas-alvo para a implementação de parques aquícolas no Reservatório de São Simão – out. 2012

NOTA: ADCP – Acustic doppler Current Profiler – perfilador de correntes.

Tabela 4 - Exemplos de vazões mensuradas em alguns dos transectos pesquisados no Reservatório de São Simão

Código da seção	Eixo central	Rio dos Bois	Tijuco	Alegre
	Área 19	Área 1	Área 7	Área 18
Vazão (m³/s)	4.137	108	86	10
Velocidade média do fluxo (m/s)	0,069	0,45	0,005	0,011
Largura da seção (m)	2.621	199	1.260	483
Área da seção (m²)	60.067	242	16.164	869

NOTA: Eixo central (área 19), arquivo 20121002120117; Braço do Rio dos Bois (área 1), segunda travessia - arquivo 20120927112810; Braço do Rio Tijuco (área 7), segunda travessia arquivo 20121001120931; Braço do Rio Alegre (área 18), segunda travessia. Os valores médios aplicam-se a todo o transecto.



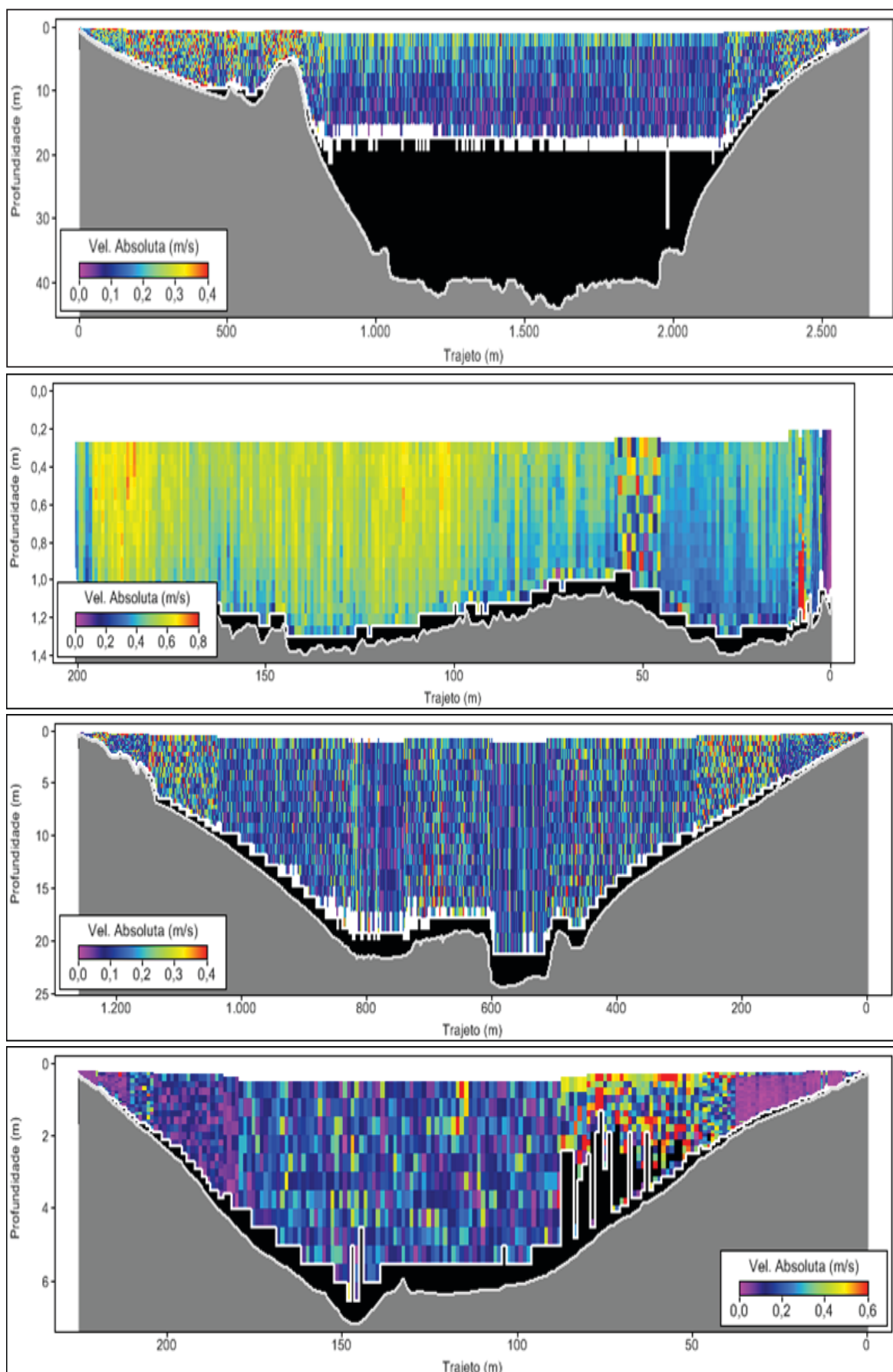


Figura 18 - Seções Transversais de medição com o ADCP SonTek

NOTA: De cima para baixo: Eixo central (área 19), Rio dos Bois (área 1), Rio Tijuco (área 7) e Rio Alegre (área 12). Todos os transectos referem-se à segunda medição. O ADCP consegue medir vazões nesse perfil até o máximo de 20 m de profundidade. Na realidade, para a atividade aquícola interessam os primeiros 10 m de profundidade.

## Ictiologia

Os estudos sobre ictiologia geral e a cadeia produtiva da pesca e da aquicultura na área de influência do Reservatório de São Simão estiveram sob a responsabilidade das pesquisadoras Elizabeth Lomelino Cardoso (Bióloga, M.Sc. Aquicultura, Pesquisadora. EPAMIG-DPPE).

Objetivou-se com este estudo caracterizar a cadeia produtiva da pesca por meio da composição da ictiofauna do Reservatório de São Simão, com ênfase nas espécies exóticas, particularmente as tilápias. O estudo traz uma descrição dos principais atores envolvidos na atividade (associações e colônias de pescadores, comerciantes e indústrias de processamento).

A metodologia consistiu tanto na aquisição de dados primários em campo como na pesquisa a fontes de dados secundários. Foram realizadas três campanhas de campo: a primeira, em agosto/2011, para a escolha dos pontos de coleta de dados, considerando a presença de associações e colônias de pescadores, pescadores profissionais e amadores e, finalmente, a comercialização de pescado em peixarias e indústrias de beneficiamento. Na segunda e terceira visitas que ocorreram, respectivamente, em fevereiro/2012 e outubro/2012, aplicaram-se questionários abertos visando à obtenção de informações secundárias qualitativas referentes à identificação da ictiofauna nativa e exótica, informações sobre as associações de classe, as atividades dos pescadores profissionais e detalhes sobre a comercialização e processamento de pescado.

Os trabalhos de campo estiveram concentrados tanto no reservatório quanto no seu entorno. As seguintes cidades goianas foram visitadas: Cachoeira Dourada, Capinópolis, Gouvelândia, Inaciolândia, Pirinópolis, Quirinópolis e São Simão. Do lado de Minas Gerais, foram contempladas as cidades de Chaveslândia, Santa Vitória e Cachoeira Dourada. Nessas visitas, foram identificadas e visitadas as sedes das colônias e associações de pescadores.

A pesquisa de dados secundários consistiu tanto de levantamento bibliográfico quanto de pesquisa direcionada ao banco de dados sobre a ictiofauna local fornecidos pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), que é a empresa concessionária da Usina Hidrelétrica (UHE) de São Simão. O banco de dados sobre a ictiofauna e a pesca profissional no Reservatório de São Simão são mantidos pela Cemig como parte das condicionantes para o licenciamento ambiental da UHE de São Simão. Os relatórios consultados foram: Bio-Ambiental (2006); Tecneves (2006); Água e Terra (2008ab, 2011).

### Ictiofauna

A pesquisa voltada à identificação das espécies presentes no Reservatório de São Simão foi realizada com base em dados secundários fornecidos por empresas de consultoria contratadas pela Cemig, optou-se por não utilizar os nomes científicos e sim a denominação comum, citada pelos pescadores.

Na Tabela 5 é apresentada a lista de espécies de peixes existentes na Represa de São Simão. O conjunto desses estudos é considerado pelos especialistas como o mais completo já realizado sobre a composição faunística no Rio Paranaíba, especialmente no Reservatório da UHE de São Simão.

Tabela 5 - Lista de espécies coletadas (família e nome popular) na área de influência da Usina Hidrelétrica São Simão (continua)

Espécies (Família/nome popular)	Relatório técnico				
	Bio-Ambiental (2006)	Tecneves (Out. 2006)	Água e Terra (Mar. 2008a)	Água e Terra (Nov. 2008b)	Água e Terra (Jul. 2011)
<b>Anostomidae</b>					
Flamenguinho, ferreirinha, Peixe-canivete	X		X	X	X
Piapara	X			X	
Piau				X	X
Piau-amarelo, piauçu			X		X
Piau-branco			X		
Piau, piau-três-pintas	X	X		X	X
Piau-vermelho					X
Piava	X				
Solteira, ferreirinha, peixe-canivete	X			X	X
Taguara	X			X	X
Timburé, canivetão	X	X	X	X	X
<b>Auchenipteridae</b>					
Cangati					X
<b>Callichthyidae</b>					
Tamboatá			X		
<b>Characidae</b>					
Cigarra, peixe-cadela		X		X	X
Dentudo, saicanga				X	X
Dourado-cachorro				X	X
Lambari				X	X
<sup>(1)</sup> Lambari-bandeira, sardinha					X
Lambari, lambari-do-rabo-amarelo	X	X	X	X	X
Lambari-do-rabo-vermelho	X			X	X
Lambari-cachorro		X			
<sup>(1)</sup> Pacu, pacu-prata, pacuzinho	X			X	X
Peixe-cachorro	X	X			
Pequirá	X				
Piaba	X				
Piracanjuba	X				
Pirambeba	X	X	X		
Piranha				X	X
Tabarana	X		X		
<b>Cichlidae</b>					
<sup>(1)</sup> Acará, cará	X	X	X	X	
<sup>(1)</sup> Acará, cará				X	X
<sup>(1)</sup> Acará, acará papa-terra				X	X
<sup>(1)</sup> Apaiari	X				
Jacundá, joaninha			X	X	X
Patrona, bocarra					X
<sup>(1)</sup> Tilápia do Nilo					X
<sup>(1)</sup> Tucunaré	X	X			X
<sup>(1)</sup> Tucunaré-azul			X		X
<b>Crenuchidae</b>					
Canivete	X		X		

(conclusão)

Espécies (Família/nome popular)	Relatório técnico				
	Bio-Ambiental (2006)	Tecneves (Out. 2006)	Água e Terra (Mar. 2008)	Água e Terra (Nov. 2008)	Água e Terra (Jul. 2011)
<b>Curimatidae</b>					
Saguiru	X				X
Saguiri-do-rabo-amarelo				X	X
<b>Cynodontidae</b>					
Cachorra	X	X	X		
<b>Doradidae</b>					
Armau-amarelo, abotoado			X	X	
Mandi-serrudo, serrudo, bagre-serra	X				X
<b>Erythrinidae</b>					
Jeju	X				
Jejú				X	X
Traíra	X	X	X	X	X
Trairão			X	X	
<b>Gymnotidae</b>					
Sarapó				X	
<b>Heptapteridae</b>					
Bagre	X		X	X	X
<b>Loricariidae</b>					
Cascudo (vários)	X	X	X	X	X
Cascudo-abacaxi	X	X		X	
Cascudo-chinelo					X
Cascudo-viola			X		
Acari-bodó					X
<b>Parodontidae</b>					
Canivete	X		X		
<b>Pimelodidae</b>					
Barbado	X	X		X	X
Bico-de-pato, jurupoca	X			X	
Jaú					X
Mandi					X
Mandzinho					X
Mandi-alumínio			X		
Mandi-amarelo, mandi-chorão	X	X	X	X	X
Mandi-beiçudo				X	X
Mandi-prata		X			
Pintado			X		
<b>Prochilodontidae</b>					
Curimatá, curimba	X				
Curimba, papa-terra			X		
<b>Pseudopimelodus</b>					
Bagre					X
<b>Sciaenidae</b>					
Curvina, corvina, Pescada, <sup>(1)</sup> pescada-branca	X	X	X	X	X
<b>Sternopydidae</b>					
Espada			X		

FONTE: Bio-Ambiental (2006), Tecneves (2006) e Água e Terra (2008ab, 2011).

(1) Espécies consideradas exóticas à bacia do Rio Paranaíba



Houve concordância entre os pescadores sobre as espécies autóctones em extinção: dourado, pintado (surubim) e jaú. Na lista oficial do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1992) incluem-se, ainda, o jaú, *Zungaro zungaro*, e a piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, também consideradas espécies em risco de extinção (IBAMA, 1992).

As empresas de consultoria utilizaram classificação taxonômica na identificação dos peixes. Observa-se que das dezenove famílias identificadas as que contém maior número de espécies capturadas são Characidae (21,4%), Anostomidae (15,5%), Cichlidae (15,5%), Loricaridae (14,3%) e Pimelodidae (10,8%).

### Espécies exóticas

As seguintes espécies exóticas estabelecidas na Bacia do Rio Paranaíba são: *Metynnis maculatus* (pacu), *Astronotus ocellatus* (apaiari) *Cichla kilberi* (tucunaré-amarelo), *Cichla piquiti* (tucunaré-azul), *Geophagus surinamensis* (acará), *Satanoperca pappaterra* (zoíudo), *Micropterus salmoides* (peixe-arco-íris), *Plagioscion squamosissimus* (curvina), *Ctenopharigodon idella* e *Cyprinus carpio* (carpas) e *Oreochromis* sp. e *Tilapia rendalli* (tilápias) (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).

Segundo os pescadores entrevistados, o bagre africano, a curvina e o tucunaré (azul e amarelo) sobressaem, nitidamente, como as espécies capturadas com maior frequência durante todo o ano.

As tilápias encontram-se disseminadas por todo o Reservatório de São Simão. Exemplares dessa espécie são capturados durante todo o ano, em diferentes tamanhos, e são facilmente comercializados. O preço é determinado pelo seu peso e época de comercialização – na ausência de oferta de pescado nativo da Represa de São Simão, as tilápias adquirem melhor preço de venda.

Estudos sobre os impactos da tilápia e de outras espécies exóticas sobre as populações naturais do Reservatório de São Simão, bem como a qualidade das águas, não foram aqui analisados. Sugere-se que sejam implementadas pesquisas complementares sobre essa questão.

### Pesca em São Simão

Foram identificadas três colônias de pescadores no entorno do Reservatório de São Simão:

- a) Colônia de Pescador Z - 2: Fundada em outubro de 2006, a sede situa-se no município de Cachoeira Dourada, GO. Essa colônia possui 647 pescadores o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) tem apoiado financeiramente o pescador para aquisição de barcos, motores, freezers, redes e carretas, no valor máximo de R\$10.000,00/pescador. No momento, os financiamentos estão suspensos por inadimplência de alguns pescadores. Na pesca, os profissionais dessa colônia utilizam rede de espera, espinhel, anzol e molinete. A maioria das embarcações é de madeira, a remo; poucos utilizam motor de popa.

A produção de peixes estimada é de 20 a 100 kg/pescador/mês. Dentre as espécies nativas mais pescadas encontram-se: o mandi-amarelo, traíra, piau-três-pintas, sardinha de-água-doce (ou branquinha) e, entre as exóticas, foram citadas o tucunaré, a curvina, a tilápia e o bagre-africano.

Na região, não existem entrepostos de pescado, indústrias de beneficiamento ou processamento e nem caminhão frigorífico. A venda do produto é feita diretamente pelo pescador ou por colônia, na cidade de Cezarina, GO. Existem intermediários (atravessadores) no comércio dos peixes. Os peixes são vendidos inteiros, eviscerados na beira do rio e colocados em caixas de isopor, com gelo adquirido na própria colônia.

Os principais entraves relacionados com a atividade de pesca são:

- a nota fiscal de venda que é obtida em Minas Gerais. A pesca é proibida no Reservatório, em Goiás;
- cada pescador somente pode pescar 30 kg, mais um exemplar, por nota emitida;
- suspensão temporária do financiamento;
- preço do combustível.

Durante o período da piracema (outubro a fevereiro) todos os pescadores filiados à Colônia recebem seguro defeso.

b) Colônia de Pescador Z - 7: iniciou-se em 1984 e localiza-se no município de Cachoeira Dourada, MG. Do total de 1.217 filiados, cerca da metade dos pescadores (678) exerce efetivamente a profissão. Todos possuem registro e pagam a anuidade de R\$100,00. Financiamentos também são obtidos diretamente pelos pescadores no Pronaf, para a compra de barco, motor, apetrecho de pesca e carretas. Os valores variam de R\$11.000,00 a R\$12.000,00.

Na captura dos peixes são utilizados rede de espera (malha acima de 8 cm), espinhel, anzol, molinete e tarrafa. Tucunaré (azul e amarelo), corvina, tilápia e bagre-africano são as espécies exóticas frequentemente capturadas. Dourado, curimatá e surubim, peixes nativos raramente capturados são, por isso, são considerados em extinção pelos pescadores.

As principais espécies pescadas/comercializadas são: mandi-amarelo, barbado (mandi-alumínio), traíra, tucunaré e tilápia (essa última espécie por meio de anzol). Não foi fornecida a quantidade capturada por mês e nem o valor do pescado. Existem atravessadores que adquirem os peixes dos pescadores; parte do comércio é feito na cidade goiana de Cezarina, GO, assim como, a venda que é feita pelo próprio pescador.

A colônia possui fábrica de gelo que é vendido a baixo preço para os filiados. O pescado é comercializado inteiro, sem vísceras, resfriado em gelo e mantido em caixas de isopor. Não existe entreposto de pescado, assim como, indústria de beneficiamento e caminhão frigorífico. Bicicleta, moto e carro são utilizados no transporte dos peixes até os compradores.

Como entraves à atividade foram relacionados:

- fiscalização;
- falta de veículos para transporte do pescado, inexistência de congeladores;
- ausência de entreposto em cada município produtor.

c) Colônia de Pescador Z - 8: foi fundada em 1990, em Chaveslândia, MG, a colônia possui 600 filiados, todos registrados, que pagam a anuidade de R\$ 137,00. Os pescadores também con-

tam com financiamento do Pronaf. Rede de espera, espinhel, anzol e molinete são usados nas capturas das espécies nativas mandi-amarelo, traíra, piau-três-pintas, sardinha-de-água-doce (branquinha), além dos peixes exóticos, tucunaré, curvina, tilápia e bagre-africano. Como raramente aparecem nas capturas, o pintado, o dourado e o jaú são considerados em extinção. A maioria dos pescadores possui barco motorizado.

Em ordem de grandeza pelo volume pescado/comercializado foram relacionados o barbado, mandi-amarelo, piapara, curvina, piau, tucunaré e tilápia. Cidades próximas situadas no estado de Goiás e peixarias de Santa Vitória, MG, são os principais locais de venda.

Na beira do próprio Reservatório, os peixes (inteiros) são eviscerados e mantidos em caixas de isopor com gelo. A colônia Z - 8 também não possui caminhão frigorífico e entreposto de pesca. Não foram relacionados entraves ao desenvolvimento da pesca comercial na região.

### Associações de Pescadores

As Associações de Pescadores presentes no Reservatório de São Simão estão ligadas ao setor produtivo, mais especificamente ao cultivo de tilápia em tanques-rede. As associações são em número de três:

- a) Associação dos Pescadores e Piscicultores de Cachoeira Dourada (APP-CD), MG;
- b) Associação de Desenvolvimento da Aquicultura de Inaciolândia (ADAI), GO;
- c) Associação dos Piscicultores e Aquicultores de Inaciolândia (APA), GO.

### Comercialização e venda de pescado

Considerando o interesse comercial dos pescadores, somente são citados os peixes de demanda dos consumidores, fáceis de ser vendidos, os quais destacam: barbado (mandi-alumínio), sardinha (branquinha), mandi-amarelo, piapara, piau-três-pintas e traíra.

As espécies com maior importância na comercialização do pescado de São Simão estão apresentadas na Tabela 6, que também fornece o valor, a produção estimada por pescador/mês e a origem dos peixes (espécies nativas e exóticas).

É interessante observar que nenhum dos entrevistados forneceu o preço do quilo da tilápia, segundo estes há uma grande variação em função do peso do peixe e da época do ano. Os valores mais elevados foram observados na venda de dourado, pintado e sardinha-de-água-doce (R\$12,00).

Embora o número de pescadores registrados nas Cooperativas localizadas no entorno de São Simão seja elevado (2.464 pescadores profissionais), dados informais, obtidos nas próprias associações de classe, indicam que o número de pessoas que vivem efetivamente da pesca é bem menor. Benefícios do governo, tais como, financiamento de equipamentos e a possibilidade do seguro desemprego durante o descenso, estimulam o credenciamento de novos pescadores profissionais.

Não foi identificado qualquer conflito de interesses entre a pesca profissional e o cultivo intensivo (tanques-rede) no Reservatório de São Simão. Contudo, para alguns pescadores, existe a possibilidade

Tabela 6 - Principais espécies comercializadas, produção estimada mensal/pescador, procedência dos peixes e valor do pescado (R\$/kg), segundo integrantes das Colônias de Pescadores no Reservatório de São Simão

Espécie	Produção mensal (kg)	Procedência		<sup>(1)</sup> Venda ao consumidor (R\$/kg)
		Nativa	Exótica	
Bagre-africano	-	-	X	-
Barbado (mandi-alumínio)	100	X	-	7,00 A 10,00
Curvina	60	-	X	4,00
Curimba	Variável com a época do ano	X	-	4,00
Dourado	-	X	-	12,00
Mandi-amarelo	150	X	-	6,00
Pacu-caranha	-	X	-	8,00
Piapara	-	X	-	8,00
Piranha	Variável com a época do ano	X	-	-
Piau-três-pintas	60	X	-	4,00
Pintado	-	X	-	12,00
Sardinha-de-água-doce (branquinha)	-	X	-	12,00
<sup>(2)</sup> Tilápia	-	-	X	-
Traíra	70	X	-	9,00
Tucunaré (azul e amarelo)	-	-	X	10,00

(1) Valor médio. (2) As tilápias são capturadas durante todo o ano, com tamanho e preço variáveis.

de os peixes oriundos dos cultivos em tanques-rede (na prática, somente tilápias) virem a concorrer com os peixes nativos e exóticos. Adicionalmente, deve-se levar em conta que existe uma tendência geral de crescimento da aquicultura intensiva praticada em tanques-rede nos reservatórios brasileiros, e que também existe uma possibilidade de esse confronto se estabelecer no Reservatório, caso não haja um efetivo ordenamento de ambas as atividades econômicas.

## AQUICULTURA NO RESERVATÓRIO DE SÃO SIMÃO

Em outubro de 2012, existiam 17 pisciculturas na Represa de São Simão, onde a tilápia do Nilo estava sendo cultivada em tanques-rede. O município com o maior número de produtores foi Gouvelândia, seguido de Inaciolândia. Ainda foi registrada uma piscicultura no município de Paranaiguara e outra em Quirinópolis. Em Minas Gerais foram encontradas duas pisciculturas, uma no município de Cachoeira Dourada e outra no município de Santa Vitória.

Das 17 pisciculturas estabelecidas no Reservatório de São Simão, 11 tinham um ou, no máximo, seis proprietários. Três pisciculturas pertenciam a Associações de Produtores (entre quatro e dezoito associados), perfazendo o total de 44 associados. Todas tinham um responsável técnico pela elaboração do projeto, entre veterinário, agrônomo, engenheiro de pesca, biólogos, técnico em piscicultura ou engenheiro ambiental. Em somente uma piscicultura, o projeto foi elaborado por técnico da Emater-MG. Grande parte das pisciculturas foi implantada (41,2%) a partir de 2008, tendo, portanto, menos de cinco



anos de funcionamento. Em 52% das pisciculturas, a assistência técnica é particular, no restante não há qualquer assistência técnica.

As áreas disponíveis, em tanques-rede, tinham unidades produtivas que variavam de 74 a 1.440 m<sup>2</sup>, com a predominância de pisciculturas grandes (acima de 159 m<sup>2</sup>). Os piscicultores da região utilizavam, predominantemente, tanques-rede com superfície quadrada, com 4 a 9 m<sup>2</sup>.

Quase todas as pisciculturas contavam com equipamentos básicos necessários para a condução do cultivo. Onze piscicultores declararam possuir algum tipo de equipamento para seleção dos peixes, mesa ou classificador. Por outro lado, apenas três produtores possuíam kit para análise da água.

Na fase inicial ou de alevinagem, sete piscicultores estocavam os alevinos em densidades superiores a 800 peixes/m<sup>2</sup>. Nessa fase, cinco piscicultores estocavam os peixes já na fase de juvenil, não precisando de berçários. Já na fase de crescimento, os piscicultores, em sua maioria (65%), trabalhavam com densidade de estocagem superior a 150 peixes/m<sup>2</sup>.

Além da repicagem de transferência dos juvenis, dos berçários para os tanques-rede definitivos, 50% dos piscicultores faziam pelo menos mais uma repicagem de uniformização dos lotes. Essa repicagem era realizada quando os peixes atingiam peso médio de 300 g, aproximadamente. No que concerne a biometria, não havia um padrão de comportamento dos piscicultores. As biometrias eram quinzenais (17%), mensais (47%), eventuais (6%), ou, simplesmente, não eram feitas (24%).

As pisciculturas visitadas em fevereiro de 2012 tinham um total de 754.450 tilápias do Nilo estoçadas nos tanques-rede. A média mensal de estocagem, excluindo os peixes com mais de sete meses, era de 120 mil peixes, aproximadamente.

A duração média do ciclo produtivo era de seis a sete meses, o peso médio à despesca de 800 a 1.000 g, segundo informação dos piscicultores. A partir dessas informações, considerando uma taxa média de sobrevivência de 85%, podem-se estimar as produções futuras para a região.

A maior parte dos piscicultores realiza despescas sem regularidade (53%). Um produtor realizava a despesca semanalmente, dois realizavam despescas quinzenais. Quanto à depuração – jejum dos peixes antes da despesca, a maioria dos piscicultores (47%) adotava o período de 24 horas e, 11,8%, 36 horas.

Grande parte dos piscicultores adotava diversas formas de comercializar seu produto. As formas mais comuns de comercialização dos peixes na região era sob a forma de peixes inteiros (64%) ou filés de tilápia (14%). Apenas dois piscicultores comercializavam pequena parte do seu produto na forma de peixes eviscerados. Da mesma maneira, os produtores tinham mais de um canal de comercialização. Predominavam as vendas para a indústria (90%). Restaurantes, intermediários e varejo também foram mencionados, em menor frequência. O preço de comercialização, considerando o peixe inteiro, sem qualquer processamento, variava entre R\$3,50 e R\$5,00 por quilograma.

A distribuição espacial das pisciculturas e dos tanques-rede (dentro e entre as linhas), em muitos casos, não seguia as recomendações técnicas corretas. Há, nesses casos, risco de grande acumulação

de dejetos sob os tanques-rede, ocorrendo a deteriorização da qualidade da água pelo excesso de nutrientes concentrados em pequenos volumes de água.

A Tabela 7 sumariza a cadeia da piscicultura existente no Reservatório de São Simão.

Tabela 7 - Cadeia produtiva da piscicultura nos municípios do entorno da Represa de São Simão, em outubro de 2012

Indicadores físicos, econômicos e sociais	Estimativa
Nº de pisciculturas em produção	17
Superfície total de tanques-rede (m <sup>2</sup> )	5.388
Superfície média por piscicultura (mín-máx)	317 m <sup>2</sup> (74 a 1.440)
Produção anual estimada (2012)	1.271,6 t
Produtividade média	254 kg/ m <sup>2</sup> /ano
Valor da produção anual (in natura)	R\$ 6.800.000,00
Larvicultura (nº)	1
Frigoríficos (nº)	1
Mão de obra contratada (piscicultura)	7
Mão de obra familiar (piscicultura)	44
Mão de obra temporária (piscicultura)	44
Mão de obra contratada (frigorífico)	10
( <sup>1</sup> ) Outras pessoas envolvidas na cadeia produtiva	350

(1) Distribuição de rações, transportes de alevinos, processamento artesanal de peixes, comércio e distribuição de produtos, confecção de tanques-rede e balsas, elaboração de projetos.

## PARQUES AQUÍCOLAS EXISTENTES EM MINAS GERAIS

Os parques aquícolas podem ser definidos como um espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado. Esse espaço inclui um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura. Ressalta-se que, por precaução, e para evitar futuros impactos ambientais e outros nos reservatórios, o governo federal destina no máximo 1% da superfície da lâmina d'água dos Reservatórios da União para a implantação de parques aquícolas (BRASIL, 2003).

Em Minas Gerais, um convênio para a realização de um estudo técnico-científico foi firmado entre a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (Seap) da Presidência da República, hoje Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (Sectes-MG) e o LGAR-UFMG, com o objetivo de identificar as áreas propícias à instalação de parques aquícolas nos Reservatórios de Furnas e Três Marias, seguindo as orientações do Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003 (BRASIL, 2003) (Tabelas 8, 9 e 10).

O terceiro reservatório a ter seus parques aquícolas delimitados foi o Reservatório de Nova Ponte (Tabela 11). Esse projeto foi conduzido pelo LGAR-UFMG e pela EPAMIG, tendo a Dra. Maria Lélia Rodriguez Simão como coordenadora. Foram delimitados 15 polígonos que totalizam uma área de 246,6 ha.

Tabela 8 - Capacidade produtiva dos polígonos aquícolas demarcados em reservatórios mineiros, excluindo São Simão

Reservatório	Numero de parques	Número de polígonos	Área (m <sup>2</sup> )	<sup>(1)</sup> Capacidade de suporte (t)
Furnas	15	25	809,77	79.269
Três Marias	5	13	290,17	55.875
Nova Ponte	1	15	246,6	32.752
Ilha Solteira	1	1	-	686

(1) capacidade de suporte estimada segundo Dillon e Rigler (1974).

A capacidade de suporte estimada segundo o modelo de Dillon e Rigler (1974) foi de 32.752,8 t. O projeto foi integralmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

Os estudos de identificação e delimitação de parques aquícolas em Minas Gerais, conduzidos até o momento, possibilitaram a seleção de cinco parques aquícolas no Reservatório de Três Marias, quinze parques no Reservatório de Furnas e um no Reservatório de Ilha Solteira, em território mineiro. O Reservatório de Nova Ponte não teve ainda os seus polígonos divididos em parques aquícolas, mas já tem todos os seus polígonos demarcados. Assim, e não considerando, ainda, os parques propostos para o Reservatório de São Simão, têm-se, no Estado, pelo menos vinte e dois (22) parques aquícolas que totalizam uma capacidade máxima de produção anual igual a 186.582 t de pescado (Tabela 11).

Esses números serão significativamente alterados com a inclusão das áreas aquícolas de São Simão.

## PARQUES AQUÍCOLAS NO RESERVATÓRIO DE SÃO SIMÃO

Um total de quatorze polígonos foram demarcados no Reservatório de São Simão (Tabela 12). Essas áreas totalizam 1.081 ha. Se considerar que a área inundada desse Reservatório é de 71.200 ha, a área comprometida com os polígonos demarcados compromete cerca de 1,52% da superfície total do Reservatório. Esse percentual não está em desacordo com a Instrução Normativa Interministerial nO 6, de 31 de maio de 2004 (BRASIL, 2004). Ao delimitar um parque, apenas uma pequena parte dessa área será efetivamente usada para a instalação de unidades de produção (tanques ou gaiolas). Em média, cerca de 12% da área total de um parque aquícola irá efetivamente ser usada para a instalação de gaiolas, no máximo. A maior parte da superfície delimitada será usada para a circulação, para o manejo e para garantir um espaçamento mínimo entre as linhas de tanques-rede.

A seguir, foi feito um agrupamento dos polígonos em cinco parques aquícolas. A escolha desses parques levou em consideração, além de todos os fatores restritivos descritos, a qualidade ambiental das águas, a batimetria, a hidrodinâmica e a realidade socioeconômica existente.

Uma questão fundamental, no caso do Reservatório de São Simão, é a existência de extensas áreas cobertas pelos paliteiros, áreas com afloramento da vegetação ripária original. Essas áreas dificultam ou mesmo impedem a implementação dos parques, porque, além de oferecer grande risco à navegação, são locais propensos ao desenvolvimento de macrófitas, ao aparecimento de *blooms* de fitoplâncton e, ainda, são áreas muito usadas pela ictiofauna nativa, como refúgio, e também como sítios de reprodução.



Tabela 9 - Polígonos aquícolas demarcados no Reservatório de Três Marias, MG

Polígono	V1		V2		V3		V4		Área (ha)	Perímetro (km)	Z (méd) (m)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			
1	458419,435	7961604,098	458459,864	7961625,888	458888,673	7960537,717	459209,175	7960744,438	25,00	2,76	19,80
2-A	452859,537	7960382,235	453110,811	7960482,136	453232,945	7959373,628	453464,278	7959545,776	28,70	2,64	23,10
3	455578,588	7960754,182	455746,954	7960876,51	455836,253	7960416,369	456018,600	7960525,708	9,30	1,29	19,41
4-A	456281,542	7948002,367	456538,669	7947883,024	456100,481	7947653,735	456333,546	7947501,273	11,70	1,58	18,80
4-B	456087,758	7947611,909	456237,917	7947514,669	455824,762	7947114,232	455989,449	7946997,286	10,70	1,60	18,80
5-A	454027,168	7949814,399	454265,126	7949614,66	453596,976	7949031,11	453839,854	7948814,847	29,30	2,66	18,80
5-B	453518,130	7948868,974	453652,576	7948777,53	453181,798	7947954,909	453479,223	7947837,420	23,00	2,39	18,80
6	468206,077	7953247,093	468345,620	7953217,49	467928,240	7952366,742	468092,288	7952342,298	14,50	2,11	17,76
30	478686,890	7953360,73	479263,19	7953362,26	479230,9	7952946,15	478695,4	7952954,53	23,04	1,94	19,50
31	474935,61	7955090,75	475197,54	7955029,56	475081,76	7954453,63	474664,78	7954558,19	20,35	1,88	25,00
32	450534,43	7957305,55	450937,15	7957160,88	450831,63	7956718,3	450437,43	7956864,47	19,06	1,75	23,00
33	450899,88	7958871,28	451130,35	7958667,41	450366,99	7957946,53	450105,32	7958119,11	32,70	2,76	25,60
34	477713,34	7947318,97	478592,19	7947488,57	478737,53	7947053,51	477863,7	7946855,61	42,82	2,73	27,20
<b>SOMA</b>									<b>290,17</b>	<b>28,07</b>	

NOTA: V - Coordenadas geográficas dos vértices (UTM); Z (med) - Profundidade média.

Tabela 10 - Polígonos aquícolas no Reservatório de Furnas, MG

Polígono	V1		V2		V3		V4		Área (ha)	Perímetro (km)	Z (méd) (m)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			
7	417754,323	7712475,508	418410,802	7712743,762	418544,871	7712401,921	417932,754	7712077,310	28,46	2,21	19,30
8	418485,972	7712117,220	419377,401	7712524,206	419590,805	7712055,883	418737,503	7711614,154	52,11	3,02	19,30
9A	406104,335	7706125,682	408526,578	7707057,313	408741,040	7706760,687	406642,168	7705620,317	132,42	6,08	19,90
9B	409264,983	7706644,416	410487,589	7706560,496	410312,049	7706270,433	409098,599	7706338,174	36,90	3,13	19,90
10	404052,833	7709161,138	404157,345	7709160,003	404350,884	7708031,510	404088,145	7708010,174	21,60	2,66	17,10
11	402682,499	7708398,868	402907,282	7708327,732	402654,179	7707719,781	402480,960	7707846,220	13,76	1,70	18,80
12	401187,506	7708302,286	401341,242	7708327,110	401472,512	7707779,707	401129,896	7707802,682	13,16	1,56	19,20
13	396852,023	7704788,642	397126,913	7704641,886	396787,976	7704032,131	396631,801	7704097,271	17,08	1,90	17,70
14	382388,653	7702937,187	382999,392	7703014,995	383127,832	7702755,923	382531,748	7702505,424	23,67	2,01	23,40
15	382169,042	7702348,418	382304,526	7702485,284	382638,707	7701795,337	382509,374	7701637,383	14,41	1,96	23,40
16	381405,244	7695253,857	381702,362	7695287,326	381738,538	7694572,494	381379,798	7694517,641	24,38	2,13	30,53
17	384077,224	7699736,162	384253,694	7699733,390	384277,498	7699338,502	384047,369	7699335,609	8,22	1,20	18,50
18	385975,390	7698591,101	386387,118	7698701,271	386457,167	7698566,879	386064,323	7698348,651	8,99	1,29	25,70
19A	387755,910	7674696,531	388625,214	7674458,781	388574,957	7674077,180	387626,076	7674261,856	37,45	2,70	11,80
19B	386854,708	7674581,950	387545,529	7674634,615	387539,625	7674213,518	386864,150	7674294,267	24,61	2,08	11,80
20	396685,518	7671388,254	397815,607	7671560,277	398094,181	7670613,386	396834,503	7670304,005	128,76	4,55	22,90
21	401789,545	7669266,586	402544,663	7669067,604	402380,192	7668204,470	401414,034	7668570,333	75,30	3,49	19,35
22	396376,409	7676902,008	396694,210	7677148,282	396786,805	7676882,181	396453,321	7676773,104	8,39	1,21	17,25
23	397668,809	7662296,748	398270,712	7662179,866	398139,538	7661612,202	397575,514	7661772,424	34,67	2,36	15,40
24	396719,461	7660407,783	397581,743	7660147,306	397423,754	7659809,093	396540,015	7660165,011	29,77	2,50	16,29
25	404631,750	7658983,263	405370,189	7658743,773	405236,548	7658385,657	404500,590	7658652,558	30,15	2,35	17,39
26	403759,598	7658397,387	403937,687	7658336,050	403730,652	7657823,573	403550,580	7657927,712	11,08	1,49	17,13
27	384074,856	7686873,615	384431,032	7686910,848	384469,091	7686644,027	384062,848	7686626,501	9,95	1,29	20,56
28	389948,966	7690960,022	390241,674	7690718,318	389750,862	7690384,768	389655,784	7690478,562	13,50	1,62	30,21
29	448547,559	7677765,799	449042,905	7677410,761	448962,926	7677300,013	448433,328	7677576,939	10,98	1,57	19,47
SOMA									809,77	58,06	

NOTA: V - Coordenadas geográficas dos vértices (UTM); Z (med) - Profundidade média

Tabela 11 - Polígonos aquícolas no Reservatório de Nova Ponte (MG)

Polígono	V1		V2		V3		V4		Área (ha)	Perímetro (km)	Z (méd) (m)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			
1	232062,658	7889353,516	232436,838	7889604,463	232815,499	7888811,291	232403,229	7888553,622	39,60	2,66	45,09
2	235125,242	7889195,607	235433,279	7889094,634	235243,323	7888262,959	234772,726	7888406,709	33,09	2,51	39,8
3	236446,256	7887705,077	236612,369	7887511,160	236091,216	7887125,464	235939,362	7887348,611	16,20	1,79	35,45
4	239098,972	7888290,512	239368,573	7888489,888	239668,848	7888058,848	239374,224	7887829,606	18,50	1,76	55,8
5	239007,634	7887592,077	239371,358	7887393,079	238802,003	7886734,176	238467,024	7886946,440	33,60	2,52	55,8
6	243339,120	7880484,183	243643,128	7880587,078	243766,736	7880142,758	243468,073	7880040,531	14,50	1,55	37,05
7	245410,204	7879106,377	245783,296	7879313,650	246147,661	7878629,648	245763,660	7878421,284	32,90	2,39	32,55
8	247050,313	7878197,103	247199,075	7878054,810	246812,294	787862,066	246670,001	7878037,346	8,50	1,27	32,55
9	258658,739	7878335,495	258885,694	7878448,057	259313,982	7877855,044	259082,451	7877699,469	19,40	2,02	38,60
10	261309,735	7882346,258	261500,671	7882382,915	261551,353	7882165,841	261356,592	7882122,171	4,60	0,84	26,10
11	262197,129	7882196,482	262310,261	7882229,510	262373,113	7882067,575	262253,819	7882027,892	2,10	0,59	21,4
12	263083,812	7882277,670	263139,898	7882230,309	262882,321	7881937,835	262821,665	7881992,258	2,90	0,92	24,20
13	266231,178	7883043,553	266432,0151	7883068,271	266401,117	7882727,512	266208,226	7882706,766	6,50	1,06	29,30
14	266101,204	7882601,791	266258,490	7882676,897	266464,758	7882315,520	266296,043	7882231,707	7,40	1,20	29,30
15	267471,574	7883083,737	267586,369	7883062,299	267444,604	7882518,061	267316,670	7882547,106	6,80	1,36	25,30
<b>SOMA</b>									<b>246,59</b>	<b>24,44</b>	

NOTA: V - Coordenadas geográficas dos vértices (UTM); Z (med) - Profundidade média



A equipe do LGAR-UFMG visitou cada um dos polígonos selecionados e optou por remarcar alguns deles exatamente para evitar a proximidade ou mesmo a presença de paliteiros dentro das áreas demarcadas. Esses polígonos receberam o sufixo REM.

O mapeamento do uso do solo e também dos empreendimentos aquícolas mostrou de forma inequívoca a grande vocação dos municípios lindeiros do lado goiano para a prática da aquicultura intensiva em tanques-rede. Entretanto, esses empreendimentos multiplicam-se em grande velocidade e muitos dos já existentes estão com planos de ampliação ou já realizaram investimentos nesse sentido. No entanto, muitos desses empreendimentos estão localizados em áreas pouco adequadas para a prática da aquicultura sustentável e de grande porte. De modo geral, localizam-se em áreas densamente ocupadas, em locais muito rasos e com problemas de eutrofização já existentes mesmo antes de sua instalação.

Não foi possível delimitar parques junto ou nas proximidades de áreas onde já é intenso o desenvolvimento de projetos de tanques-rede. A maioria desses projetos, está situada perto da ponte sobre o braço do Rio dos Bois, próximo à cidade de Inaciolândia, região conhecida com um histórico de má qualidade de água. A região é muito afetada pela presença de macrófitas flutuantes e está sujeita a sofrer com o deplecionamento do Reservatório em épocas de grandes secas. A maioria desses empreendimentos está localizada próximo a pousadas, chácaras, bares e restaurantes. Dessa forma o Parque Aquícola dos Bois foi alocado mais a jusante dos empreendimentos citados exatamente para evitar futuros conflitos com outros usuários do Reservatório.

### **Parque Aquícola “Santa Vitória”**

O Parque Aquícola Santa Vitória é o único demarcado no eixo central de um grande reservatório mineiro (Fig. 19). Essa demarcação segue uma nova tendência do MPA que foi proposta no evento “Aquicultura em Águas da União: produção sustentável no Brasil”, evento realizado entre os dias 22 e 23 de novembro de 2012 no MPA, em Brasília, dentro do Programa Brasil-Noruega para Pesca e Aquicultura. São vários os fatores que sustentam a proposta desse Parque Aquícola:

- a) vazões mensuradas no eixo central do Reservatório de São Simão são pelo menos uma ordem de magnitude maior do que aquelas verificadas nos braços desse Reservatório;
- b) áreas pré-selecionadas no eixo central apresentam elevadas profundidades médias e boa qualidade de água, com os menores valores de fósforo e nitrogênio e clorofila-a;
- c) áreas pré-selecionadas são próximas o suficiente da margem e não ficam propriamente na faixa central, o que não impede a navegação normal no canal central do Reservatório;
- d) estudos de monitoramento ambiental que têm sido conduzidos em áreas aquícolas localizadas nos braços dos Reservatórios de Três Marias e Furnas já demonstram que o risco de eutrofização é bem maior nessas regiões.

O Parque Santa Vitória é composto pelos polígonos 1, 2, 3 e 4 REM, totalizando uma área de 511,28 ha. A soma dos perímetros de todos esses polígonos é de 25,60 km. Todos os polígonos estão situados defronte ao município de Santa Vitória. Em cada um desses polígonos foi feita uma

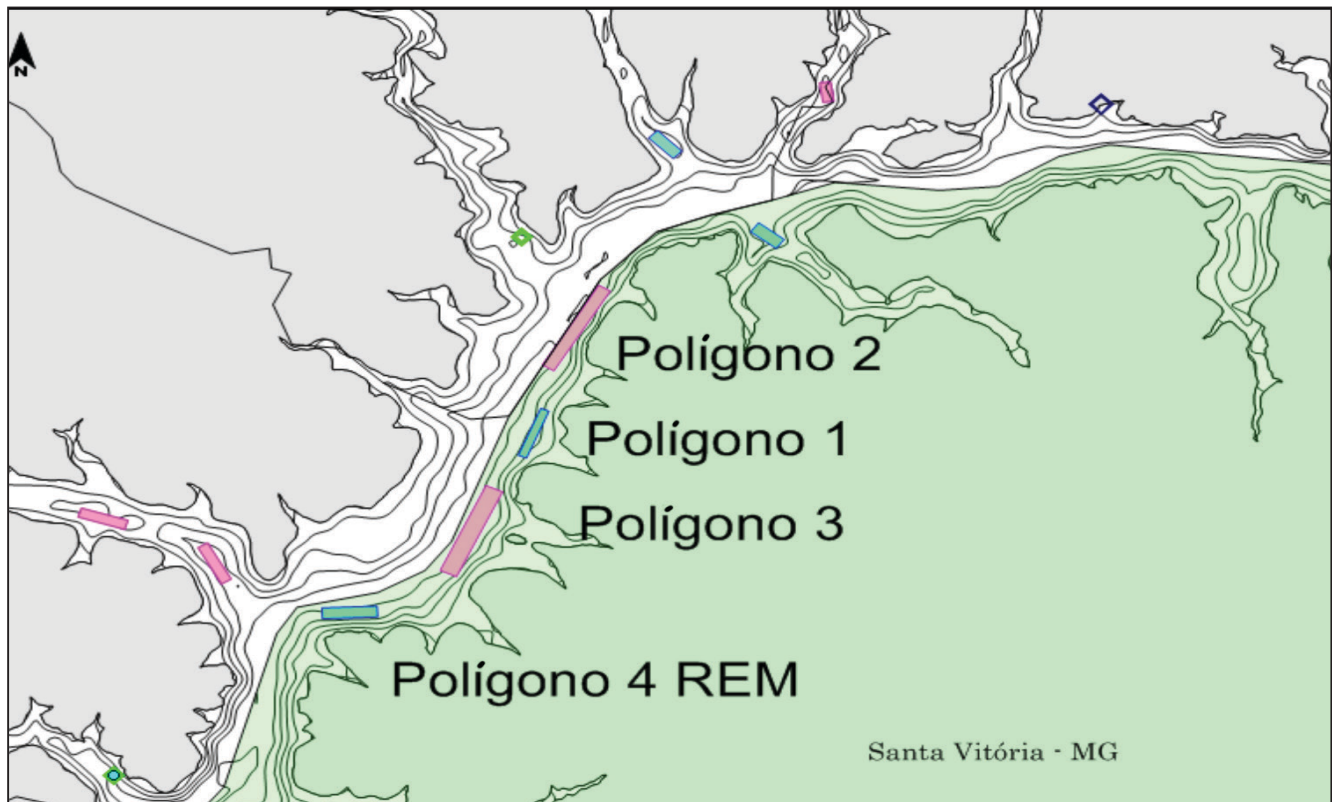


Figura 19 - Parque Aquícola Santa Vitória formado pelos polígonos aquícolas 1,2,3 e 4 REM, Reservatório de São Simão, MG-GO.

NOTA: Em destaque os limites do município de Santa Vitória, MG. Os símbolos em verde indicam locais onde já existem empreendimentos aquícolas.

batimetria detalhada. A Figura 20 traz a localização e as coordenadas dos vértices do polígono. A localização exata do polígono dentro do Reservatório pode ser vista na Figura 20. A morfometria detalhada do polígono 3 está descrita na Tabela 13 e a batimetria na Figura 21. O polígono 3 é um dos maiores demarcados em São Simão, pois possui uma área de 217,3 ha e uma profundidade média de 37,9 m.

### Parque Aquícola Ipiaçu

O Parque Aquícola de Ipiaçu é formado pelos polígonos 9 e 10 que perfazem uma área total de 170,68 ha (Fig. 22). O perímetro dos dois polígonos soma 9,89 km. Os polígonos situam-se no braço formado pelos Rios Prata e Tejuco do lado de Minas Gerais. Estão localizados sobre a divisa dos municípios de Santa Vitória e Ipiaçu, MG. O acesso aos polígonos é facilitado por existir nas redondezas um povoado com estradas de acesso.

### Parque Aquícola dos Bois

O Parque Aquícola dos Bois é também formado por dois polígonos 7REM e 8REM (Fig. 23). Os dois polígonos somados atingem uma área total de 96,51 ha e um perímetro de 6,62 km. O Parque está localizado na porção terminal do braço do Rio dos Bois. Esse braço é parte integrante da maior sub-bacia do Reservatório e divide os municípios goianos de Inaciolândia e Gouvelândia.

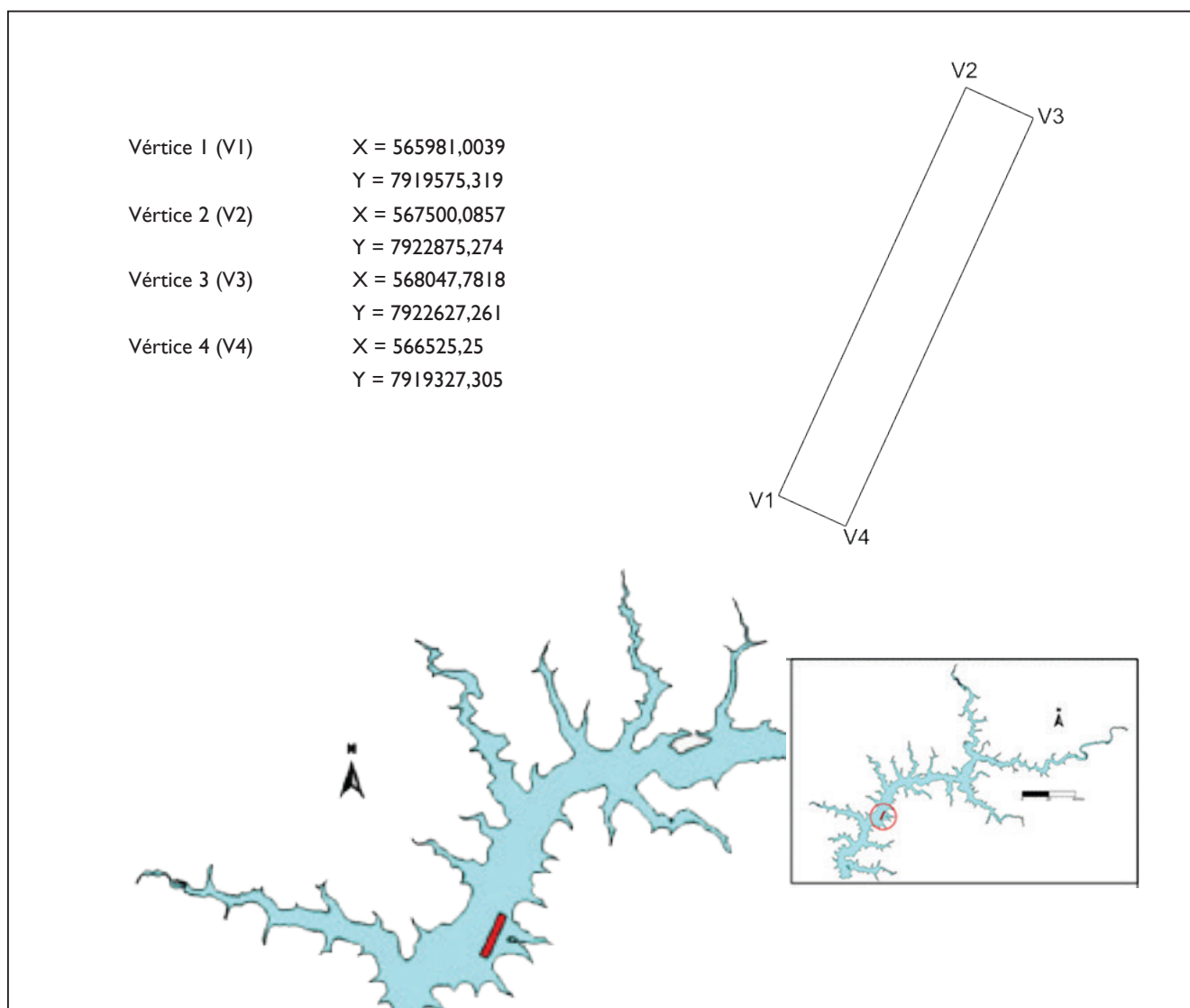


Figura 20 - Mapa de localização geográfica (UTM – WGS 84) do polígono 3 no Reservatório de São Simão, GO

Tabela 13 - Dados morfométricos do polígono 3

Variáveis	Valor
Área (ha)	217,36
Perímetro (km)	8,46
Comprimento máximo (m)	3.634
Largura máxima (m)	598
Profundidade máxima (m)	44,9
Profundidade média (m)	37,9



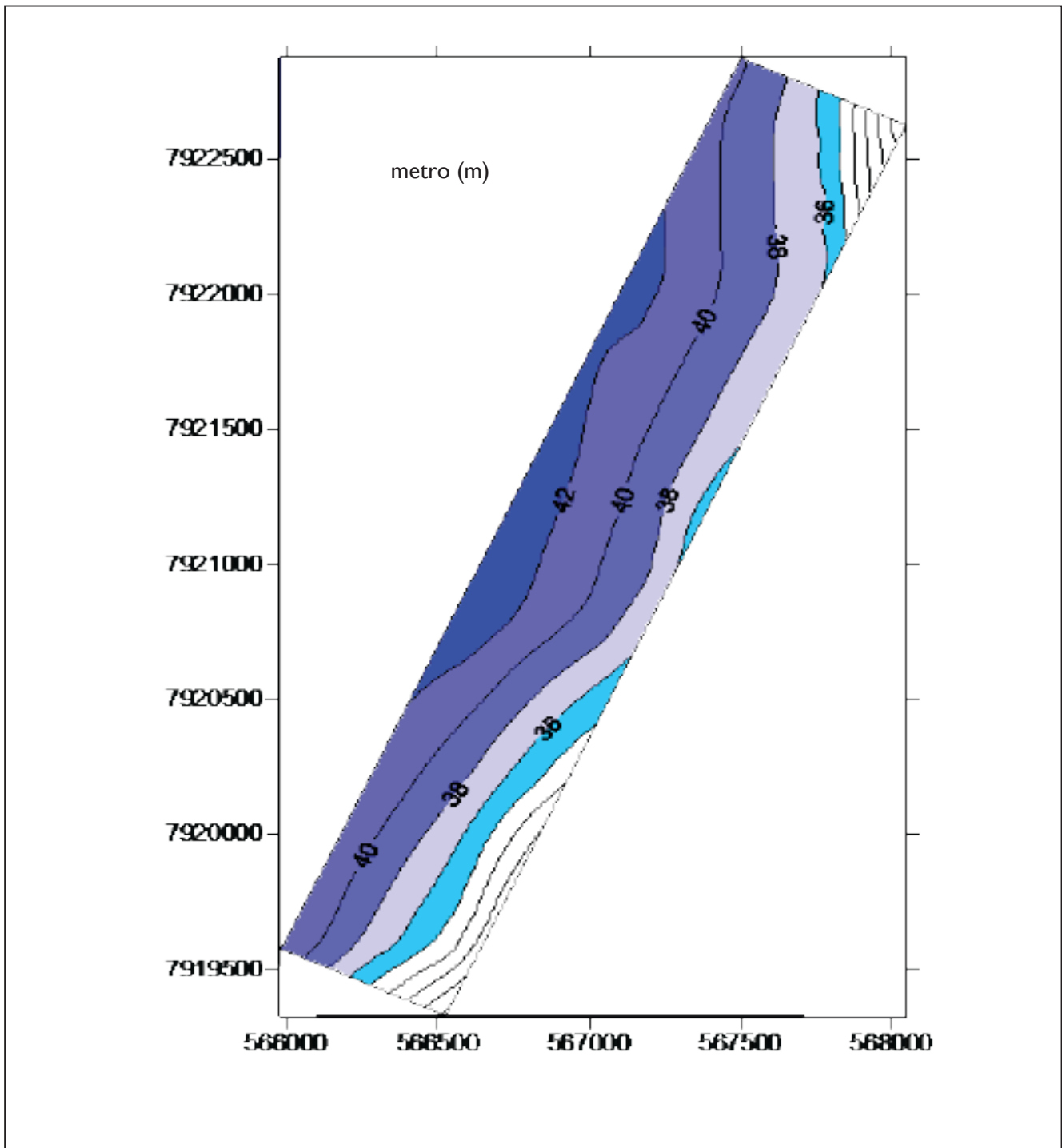


Figura 21 - Mapa batimétrico do polígono 3 no Reservatório de São Simão,GO

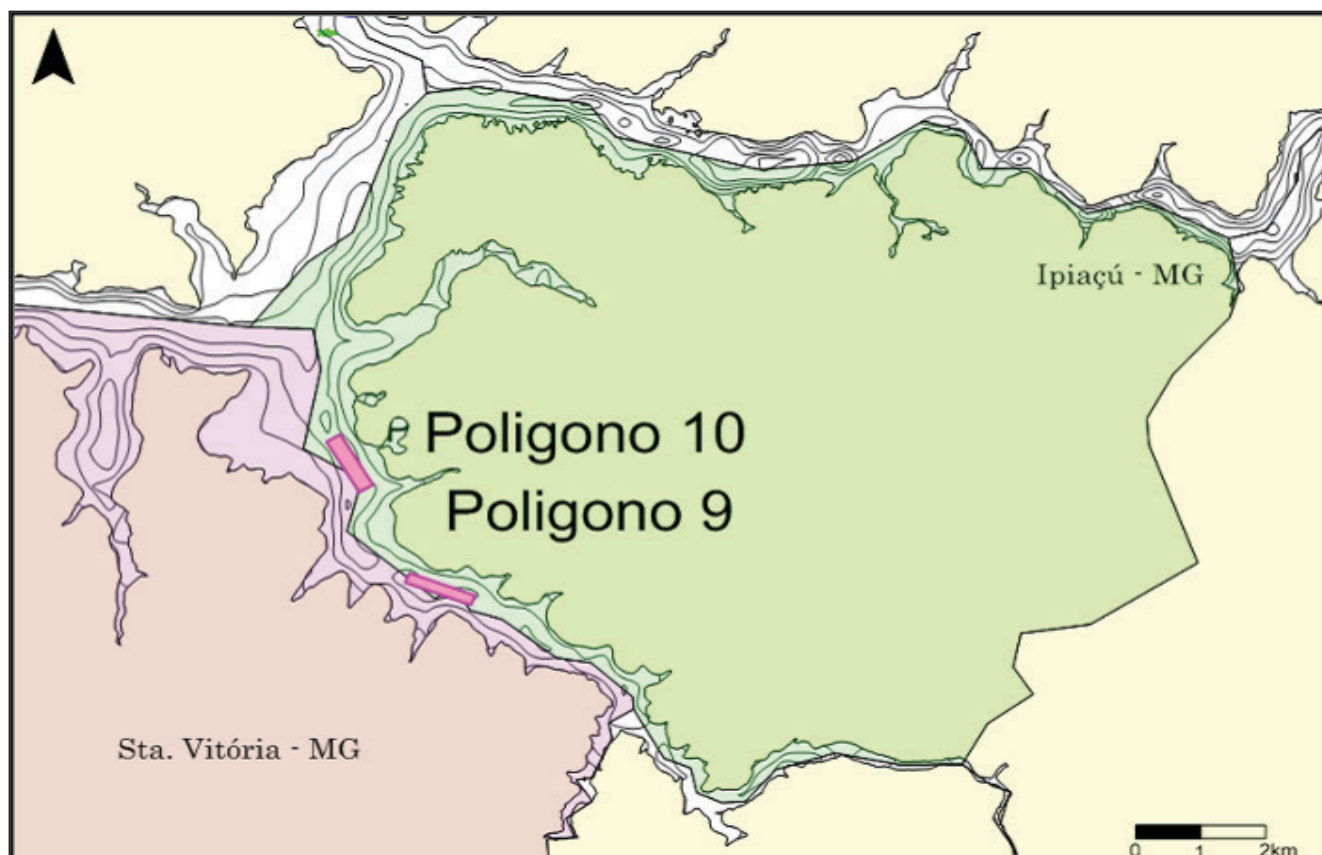


Figura 22 - Parque Aquícola Ipiacú formado pelos polígonos aquícolas 9 e 10 - Reservatório de São Simão, MG-GO

NOTA: Em destaque, parte dos limites geográficos dos municípios mineiros de Santa Vitória (em marrom) e de Ipiacú (em verde). Os símbolos em verde indicam empreendimentos aquícolas em funcionamento.

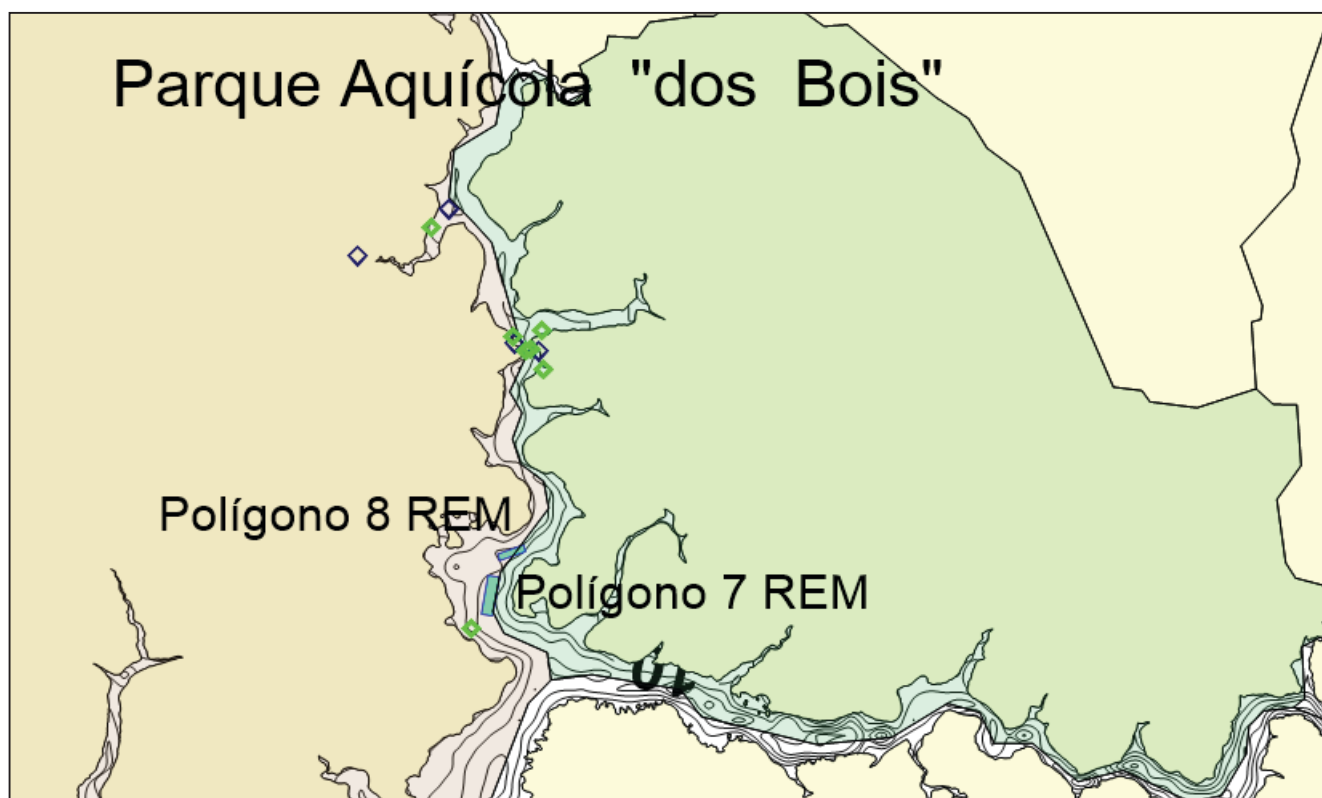


Figura 23 - Parque Aquícola dos Bois, formado pelos polígonos 7 REM e 8 REM - Reservatório de São Simão

NOTA: Em destaque, parte dos limites dos municípios de Gouvelândia, GO (marrom) e Inaciolândia, GO (verde-claro). Os símbolos em verde indicam locais onde já existem empreendimentos aquícolas.

### Parque Aquícola do Ronda

Esse Parque é formado pelos polígonos 11, 12 REM e 13 REM que totalizam uma área de 120,48 ha e formam, no seu conjunto, um perímetro de 8,32 km (Fig. 24). Os polígonos 11 e 12 REM estão localizados em pequenos braços do lago goiano. O polígono 12 REM está localizado no município de Quirinópolis, e o polígono 11, por sua vez, está situado na divisa dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia. O polígono 13 REM está localizado em um pequeno braço localizado no município de Santa Vitória, MG. Existem várias estradas vicinais que dão acesso aos polígonos desse Parque.

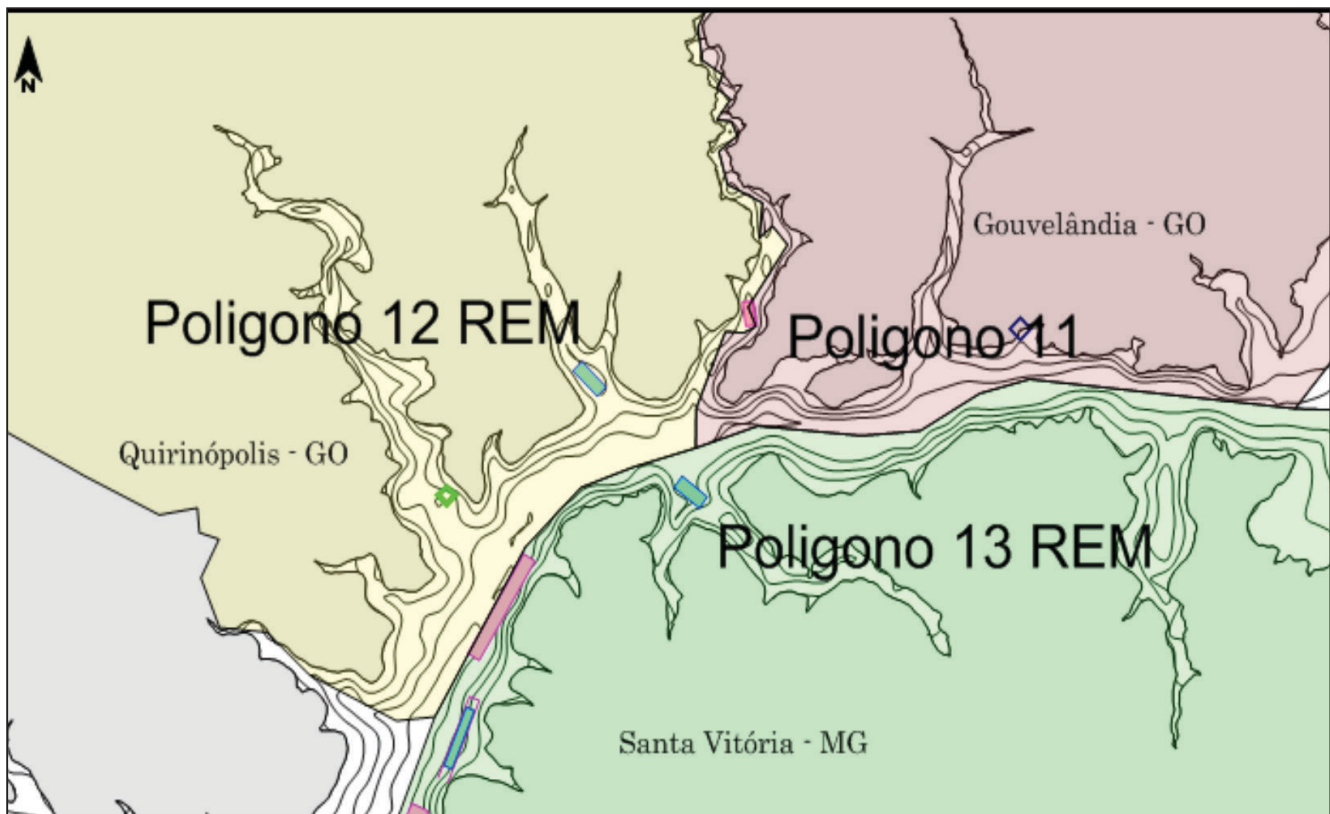


Figura 24 - Parque Aquícola do Ronda, formado pelos polígonos 11, 12 REM, 13 REM, Reservatório de São Simão  
NOTA: Em destaque, parte dos limites geográficos dos municípios goianos de Quirinópolis (marrom), Gouvelândia (azul) e de Santa Vitória, MG (verde). Os símbolos em verde indicam locais onde já existem empreendimentos aquícolas.

### Parque Aquícola Alegre

O Parque Aquícola Alegre é formado pelos polígonos 5, 6 e 14 REM, totalizando uma área de 182,55 ha e um perímetro total de 11,36 km (Fig. 25). Os dois primeiros polígonos desse Parque estão situados no braço formado pelo Rio Alegre que situa-se no município de Paranaiguara; já o polígono 14 REM situa-se no eixo central, em área próxima à margem goiana, no município de São Simão.



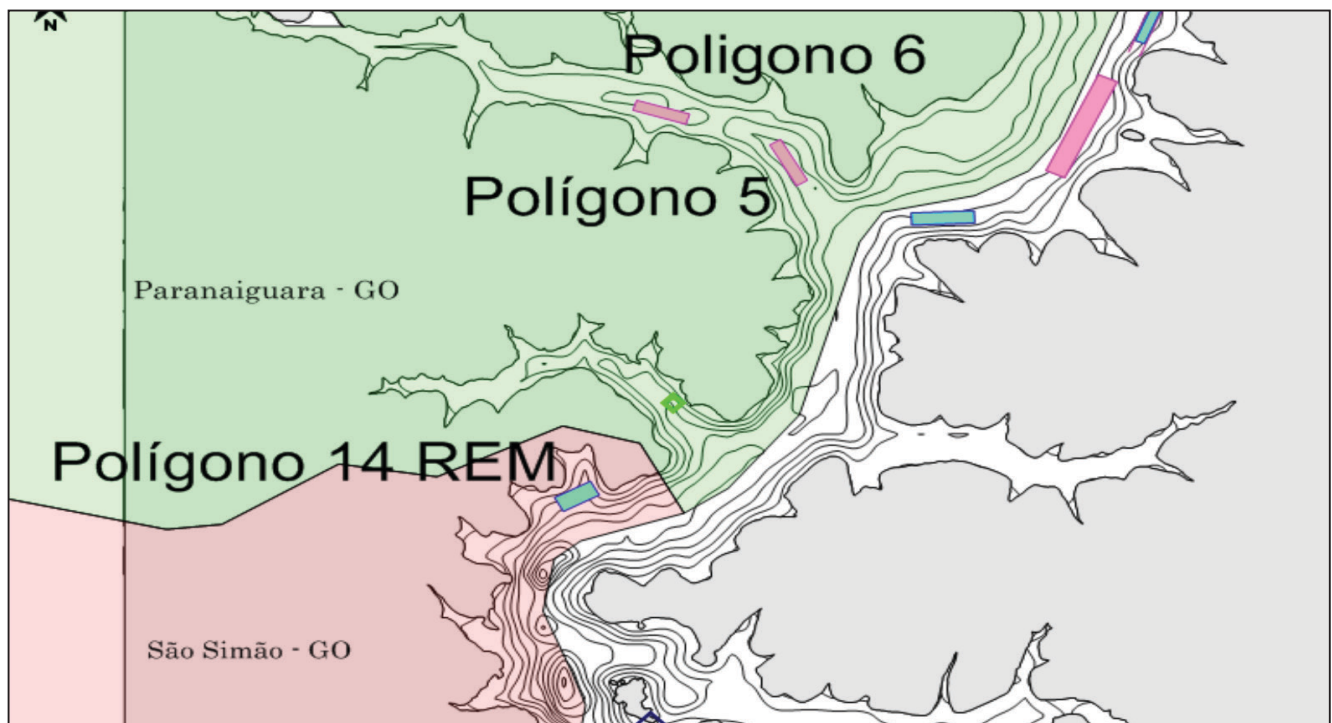


Figura 25 - Parque Aquícola "Alegre" formado pelos polígonos aquícolas 5,6 e 14 REM - Reservatório de São Simão. NOTA: Em destaque os limites dos municípios goianos de São Simão (marrom-violeta) e Paranaiguara (verde -azulado). Os símbolos em verde indicam locais onde já existem empreendimentos aquícolas.

## CAPACIDADE DE SUPORTE DOS PARQUES AQUÍCOLAS DE SÃO SIMÃO (modelo zootécnico)

Este capítulo resulta do trabalho do engenheiro Irineu Feiden (Doutorando no Programa de Pós-graduação Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre – UFMG (ECMVS)) e do bolsista IC do CNPq Felipe Cerqueira graduando em Aquicultura da UFMG e. Faz uma estimativa de produção com base nos aspectos legais, histórico de operação dos empreendimentos aquícolas visitados em várias regiões do País e critérios zootécnicos.

O modelo a ser apresentado irá utilizar as tilápias, espécies que oferecem melhores resultados em sistemas de tanques-rede utilizados no Brasil. As tilápias são peixes considerados rústicos e onívoros, de fácil adaptação em tanques-rede e suportam muito bem os sistemas de confinamento intensivo. São peixes que toleram baixas concentrações de oxigênio dissolvido e concentrações elevadas de amônia (MOREIRA et al., 2001). A tilápia do Nilo, variedade tailandesa, é a linhagem mais utilizada no Brasil, em sistema de tanques-rede e constitui o principal sistema comercial de seu cultivo (KUBITZA, 2005).

Os reservatórios podem proporcionar alta taxa de renovação de água dentro dos tanques-rede, que é o principal fator que viabiliza a grande produção de biomassa em alta densidade populacional. Esta densidade de estocagem em biomassa de peixes por unidade de volume pode variar entre 30 kg/m<sup>3</sup> a 250 kg/m<sup>3</sup>, já que a renovação supre a elevada demanda por oxigênio e remove os dejetos produzidos, diluindo-os no meio circundante.

A relação da área delimitada por parque aquícola e a área efetivamente aplicada a tanques-rede baseiam-se principalmente na viabilidade econômica e na sua sustentabilidade ambiental. A Instrução

Normativa Interministerial nº 6 de 31 de maio de 2004 (BRASIL, 2004), sugere manter uma relação 1:8 até 1:10 entre a área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo e a área total a ser cedida. Isso é válido para *long-lines*, varal/tomateiro, *rack*/tabuleiro e mesas.

Este estudo traz a estimativa da capacidade de suporte dos polígonos aquícolas demarcados em São Simão, a partir de dois cenários que usam dois tipos de estruturas de cultivo. A área total dos quatorze polígonos demarcados no presente estudo atingiu 1.081,54 ha. Considerando o Decreto nº 4.895 e Instrução Normativa Interministerial nº 6 (BRASIL, 2004) a batimetria da região, as mensurações de vazão tanto nos tributários quanto no eixo central, bem como as características limnológicas da água do reservatório, dois cenários são então propostos (BRASIL, 2003, 2004).

### Cenário 1

Foi utilizada uma razão de superfície que variou entre 0,04 e 0,07. Isso quer dizer que a área efetiva ocupada pelos tanques foi de 4% a 7% da área total do polígono aquícola. Essa razão garante uma diluição muito acima da determinação da normativa e foi tomada como margem de segurança. Nesse cenário, têm-se 27,26 ha alocados em áreas efetivamente ocupadas em estruturas de cultivo tipo tanque-rede (TR) de grande porte em todo o Reservatório. Optou-se por utilizar, nesse cenário, tanques de grande porte (380 m<sup>3</sup>) que possuem uma forma cilíndrica, com as seguintes dimensões: 14 m de diâmetro e 2,5 m de profundidade.

### Cenário 2

As razões tipo TR: polígonos variaram entre 0,03 e 0,05. Isso quer dizer que a superfície ocupada pelos tanques variou entre 3% e 5% da área total do polígono. Nesse cenário, os polígonos demarcados e selecionados para esse modelo oferecem um total de 20,83 ha efetivamente ocupados em estruturas de cultivo. Nesse caso, seriam utilizadas unidades (gaiolas) cúbicas de pequeno porte (27 m<sup>3</sup>). Esses tanques possuem as dimensões: 3,0 x 3,0 x 3,0 m.

Os tanques nos dois cenários irão ficar dispostos em *long-line*, distribuídos dentro do polígono, sendo que a linha de polígonos está sempre posicionada em perpendicular paralelo ao fluxo d'água predominante. As distâncias entre as linhas devem ser de 10 m para tanques-rede de 3 x 3 m, para os tanques-rede de 14 m/diâmetro passa a ser de 14 m no mínimo. A distância entre os tanques-rede ao longo de cada linha deve ser no mínimo o seu comprimento. No caso dos tanques menores, esse espaçamento deve ser de 3,0 m e, no caso dos tanques cilíndricos maiores, a distância deverá ser de 14 m. Essa disposição procura, ao mesmo tempo, garantir uma boa renovação da água, e também um menor custo de manejo.

Assim, pode-se estimar o potencial de cultivo para o número de tanques-rede para cada um dos dois cenários propostos. Para o Cenário 1, que usará tanques-rede com um volume de 380 m<sup>3</sup>, foi proposta uma densidade de estocagem de 35 kg/m<sup>3</sup>. Um projeto de layout usando esse cenário pode ser visto para o polígono 3 do Parque Aquícola de Santa Vitória (Fig. 26). Já para o Cenário 2 (tanques-rede com um volume de 27 m<sup>3</sup>), foi proposta uma densidade de 85 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 14 e 15 e Fig. 26).

Tabela 14 - Produção prevista nos Cenários 1 e 2, respectivamente para tanques-rede de grande e pequeno volume

Variáveis	CENÁRIO 1/Polígonos										Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Área do polígono (ha)	56,87	160,69	217,36	76,36	59,65	570,94						
Nº de tanques-rede	270	432	540	297	243	1.782						
Área (ha) de TR	4,13	6,61	8,26	4,54	3,72	27,26						
razão TR:Polígono	0,07	0,04	0,04	0,06	0,06	0,05						
Produção anual (t)	3.645,0	5.832,0	7.290,0	4.009,5	3.280,5	24.057,0						
Variáveis	CENÁRIO 2/ Polígonos										Total	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14		
Área do polígono (ha)	59,12	68,17	28,35	74,14	96,54	27,24	46,72	46,52	63,78	510,59		
Nº de tanques-rede	2.376	3.024	1.008	3.600	4.851	1.248	2.052	2.064	2.916	23.139		
Área (ha) de TR	2,14	2,72	0,91	3,24	4,37	1,12	1,85	1,86	2,62	20,83		
razão TR:Polígono	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		
Produção anual (t)	5.464,8	6.955,2	2.318,4	8.280,0	11.157,3	2.870,4	4.719,6	4.747,2	6.706,8	53.219,7		
Total												

NOTA: TR - Tanques-rede.

Tabela 15 - Produção total anual prevista para o somatório dos parques aquícolas propostos no Reservatório de São Simão

Variáveis	Valor
Cenário 1 (t)	24.057,00
Cenário 2 (t)	53.219,70
Total 1+2 (t)	77.276,70
Ração t	115.915,00
Valores atuais	R\$156.485.317,50



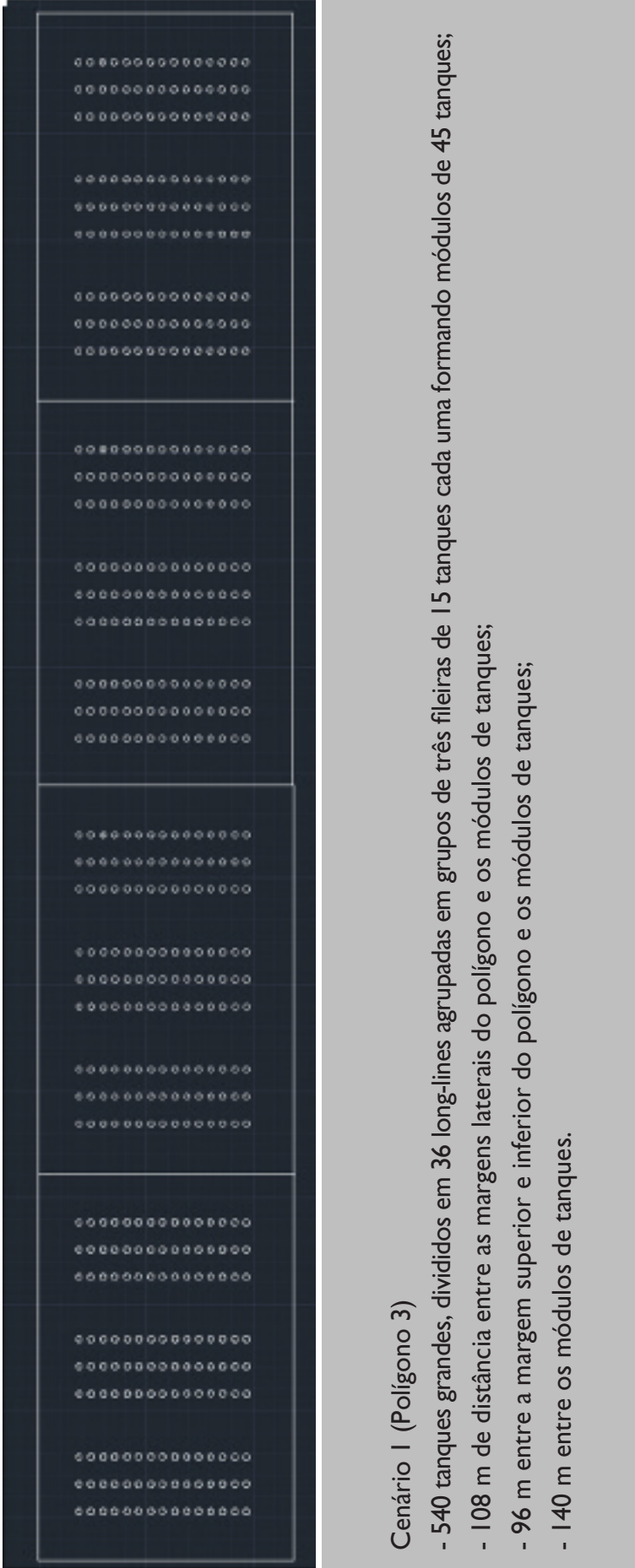


Figura 26 - Cenário 1, aplicado ao polígono 3, do Parque Aquícola de Santa Vitória - Projeto AUTOCAD  
Elaboração: Felipe Cerqueira da Cunha.

O Cenário 1 comportará então um total de 1.782 tanques-rede que poderão produzir um total de, aproximadamente, 24.057 t de peixe/ano. Já no Cenário 2, as áreas aquícolas demarcadas em São Simão poderão suportar até 23.139 tanques-rede de medidas menores, o que permite uma produção bem maior, ou seja, uma produção de 53.219,7 t de peixes/ano.

É importante destacar que as produções estimadas nesses dois cenários foram obtidas a partir de premissas zootécnicas, legais e considerando a realidade de operação de uma série de empreendimentos aquícolas no País. Entretanto, essas estimativas necessitam ainda ser consolidadas pelo modelo de capacidade de suporte proposto por Dillon e Rigler (1974), o qual se baseia em uma série de parâmetros, tais como profundidade média, tempo de residência, valores iniciais e finais, fósforo total e tempo de residência da água no Reservatório, taxas de conversão alimentar, etc. Esse modelo está ainda sendo ajustado para os dados obtidos no presente projeto e será apresentado no Relatório Final a ser entregue ao CNPq em julho de 2013.

Considerando o fato de que a temperatura média das águas superficiais em São Simão situa-se dentro da faixa ótima, prevê-se que cada tanque poderá suportar até dois ciclos anuais. Assim, uma administração eficiente dos Parques Aquícolas de São Simão, com a conclusão de pelo menos dois ciclos de cultivos anuais, poderia reduzir os números de tanques em 50%, mantendo a mesma tonela-gem para os dois modelos propostos.

O polo aquícola do Reservatório de São Simão proporcionará um incremento na economia local, gerando emprego e renda, bem como divisas, aos municípios limieiros. As demandas que serão criadas em diversas áreas de prestação de serviços especializados podem ser vistas na Figura 27.

Deve ser incentivada a organização de cooperativas voltadas para a gestão dos empreendimentos, para a aquisição de insumos ou mesmo para a fabricação de ração balanceada, para a implantação de um abatedouro que agregue valor ao pescado ou que atue na logística de transporte e estocagem.

Estima-se que os parques aquícolas gerem, na sua totalidade, um mínimo de 130 empregos diretos e, pelo menos, outros 260 indiretos, associados às diversas atividades descritas.

Somente a comercialização de ração para a capacidade de suporte prevista pode envolver um faturamento de, aproximadamente, R\$ 156 milhões (para um fator de conversão 1:5 e o preço médio de R\$ 1.350,00 por tonelada de ração). A venda de peixes aos frigoríficos poderá gerar outros R\$ 256 milhões, outros serviços associados a esta demanda, como tanques-rede, equipamento e construções podem gerar faturamentos de R\$100 milhões. Esses números demonstram o elevado potencial econômico do polo aquícola de São Simão que, certamente, será uma referência nacional, garantido uma produção muito elevada e estando ainda longe da verdadeira capacidade de suporte do sistema.

## O QUE IRÁ ACONTECER AGORA?

Após a conclusão dos estudos de identificação e seleção das áreas que comportarão os Parques Aquícolas de São Simão, será feito um relatório técnico-científico ao CNPq que o encaminhará ao MPA.



Figura 27 - Demanda especializada de serviços técnicos a ser criada pela implantação do polo aquícola de São Simão

Este, após fazer a análise deverá encaminhar a proposta mais a documentação acessória ao MMA, à Autoridade Marítima, ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e à ANA, para conhecimento, avaliação e parecer conclusivo sobre esses estudos, no âmbito de suas respectivas competências. Após o deferimento/anuência desses órgãos, os documentos serão encaminhados ao órgão de meio ambiente competente, para obtenção do licenciamento ambiental, conforme exigências da legislação em vigor.

### **Licenciamento ambiental**

Dependendo da localização do reservatório, o órgão responsável pelo licenciamento ambiental pode ser o Ibama ou o Órgão Estadual de Meio Ambiente (Oema). No caso de Minas Gerais, o órgão competente pelo licenciamento ambiental é a Superintendência Regional do Meio Ambiente (Supram), vinculada ao Conselho Estadual de Meio Ambiente (Copam), coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad-MG). Após a obtenção da licença prévia (LP), é possível efetivar a celebração dos contratos de produção.

### **Quem pode ocupar um parque aquícola?**

Hoje, a cessão para uso dos espaços físicos em águas da União dá-se por meio de licitação. A cessão de uso é concedida pelo MPA, em caráter intransferível, por um período de 20 anos prorrogáveis por mais 20 anos. A Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (BRASIL, 1993), que regulamenta o art. 37, XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. No caso de cessão para uso dos espaços físicos em águas da União, a licitação dá-se na modalidade concorrência pública, nos tipos “seleção não onerosa por tempo determinado” ou “maior lance ou oferta”, por meio de publicação de edital específico, conforme descrito a seguir.

#### **Licitação tipo maior lance ou oferta**

O processo inicia-se pela publicação de um edital específico, na modalidade de concorrência tipo “maior lance ou oferta”, publicado com um mínimo de 30 dias de antecedência à data do certame. Podem participar pessoas físicas ou jurídicas, quites com tributos e dívidas ativas da União, Estado e município de residência e que satisfaçam a todas as outras exigências do Edital, não sendo aceitas propostas realizadas por funcionários públicos, no caso de pessoas físicas, ou de organizações que tenham funcionários públicos entre seus participantes, no caso de pessoas jurídicas.

#### **Licitação tipo seleção não onerosa por tempo determinado**

Podem participar pessoas físicas que possuam renda familiar igual ou inferior a cinco salários mínimos; que estejam quites com tributos e dívidas ativas da União, Estado e município de residência; que tenham um ano de residência comprovada em quaisquer dos municípios do estado de Minas Gerais; e que satisfaçam a todas as outras exigências do edital, não sendo aceita propostas realizadas por funcionários públicos.



Para a habilitação nas licitações é exigido dos interessados, exclusivamente, a apresentação e/ou comprovação de documentação que lhe confira:

- I - habilitação jurídica;
- II - qualificação técnica;
- III - qualificação econômico-financeira;
- IV - regularidade fiscal.

### **Monitoramento da qualidade da produção/produto e do ambiente**

Como o MPA é uma instituição nova, muitas das atribuições de supervisão e controle dos parques aquícolas ainda estão sobre jurisdição de outros ministérios. Assim, o monitoramento dos parques aquícolas é feito em dois níveis distintos:

- a) monitoramento da qualidade da produção/produto,
  - controle e manejo sanitário (MPA e MAPA);
  - monitoramento da qualidade do pescado (MPA);
  - qualidade do processamento (UBP – MAPA e MPA);
  - qualidade do produto comercial (MPA, Anvisa e Vigilância Sanitária).
- b) monitoramento da qualidade do ambiente: Essa ação é regida pela legislação em vigor. Há que considerar as Resoluções nº 357 e nº 413 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) (CONANA, 2003, 2005). O monitoramento deve ser adotado com um mínimo de três pontos de coleta, sendo uma antes, outra no empreendimento e uma terceira a jusante do empreendimento. Os parâmetros de coleta a ser considerados são: material em suspensão (mg/L), transparência (Disco de Secchi (m), temperatura (°C), condutividade (ppt), oxigênio dissolvido (mg/L), DBO, pH, amônia-N (mg/L), nitrito-N (mg/L), nitrato-N (mg/L), fosfato-P (mg/L), silicato-Si (mg/L), clorofila “a” (µg/L) e coliformes termotolerantes (NMP/100mL). Todos esses detalhes, mais o cronograma de coletas e, eventualmente, outras variáveis e temas específicos serão, contudo, ajustados e definidos pelas condicionantes da Licença de Operação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O polo aquícola de São Simão por sua importância e pela elevada capacidade de produção poderá ser, em breve, uma referência na aquicultura nacional. As condições ambientais favoráveis para o cultivo de peixes tropicais, a elevada vazão do Rio Paranaíba, a elevada profundidade média e, ainda, a localização geográfica do Reservatório que está próximo a grandes centros urbanos, tais como Brasília, Goiânia, Uberlândia e São José do Rio Preto, todo esse conjunto de fatores favoráveis irá garantir ótimas condições de produção e comercialização dos peixes produzidos.

Embora o Reservatório de São Simão tenha, de modo geral, boas condições de qualidade da água, existem episódios recorrentes de abrupta piora dessa qualidade. São notórios os florescimentos

de algas e outros microrganismos fitoplanctônicos que ocorrem durante os meses de verão. Estudos anteriores (PINTO-COELHO, 2004) já demonstraram as origens desse problema que estão intimamente associadas à entrada de nutrientes pelos principais tributários do reservatório. Tão logo cessa o período chuvoso, as águas do reservatório melhoram seus níveis de qualidade rapidamente.

Apesar das condições amplamente favoráveis, o estudo também demonstrou a necessidade urgente de que as autoridades responsáveis garantam um melhor ordenamento e fiscalização das atividades aquícolas na região. Empreendimentos situados em regiões inapropriadas, falta de apoio técnico e financeiro são fatores recorrentes nos empreendimentos visitados.

Os cinco parques aquícolas propostos em São Simão devem ser reservados para empreendimentos capazes de investir em infraestrutura, tecnologia de produção e sobretudo, em controle ambiental. Não são parques para ser operados por pessoal pouco qualificado ou por associações de pessoas sem apoio financeiro ou tecnológico. Essas áreas deveriam ser prioritariamente reservadas para grupos de grandes investidores ou cooperativas de produção muito bem estruturadas para garantir o pleno desenvolvimento das potencialidades da região para a produção sustentável de tilápias em tanques-rede.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/paginas/defaulti.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

AGRONEGÓCIOS - Piscicultura. [Maceió, 2005]. Disponível em: <[http://www.investmentosalagoas.al.gov.br/op/ag\\_01.pdf](http://www.investmentosalagoas.al.gov.br/op/ag_01.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2012.

ÁGUA E TERRA. **Monitoramento da ictiofauna - relatório 2007**: Usina Hidrelétrica São Simão. Patos de Minas, 2008a. 84p. CEMIG – contrato nº 4570010251/510.

ÁGUA E TERRA. **Programa de conservação da ictiofauna - Usina Hidrelétrica São Simão**. Patos de Minas, 2008b.

ÁGUA E TERRA. **Programa e conservação da ictiofauna - Usina Hidrelétrica São Simão**: relatório final 2010/2011. Patos de Minas, 2011. 205 p. CEMIG – contrato nº 4570010988/510.

ALCÂNTARA, E.H.; STECH, J.L. Desenvolvimento de modelo conceitual termodinâmico para o reservatório hidrelétrico de Itauiara baseado em dados de satélite e telemétricos. **Ambiente & Água**, Taubaté, v.6, n.2, p.157-179, 2011.

BEZERRA NETO, J.F.; PINTO-COELHO, R.M. Morphometric study of Lake Dom Helvécio, Parque Estadual do Rio Doce (PERD), Minas Gerais, Brazil: a reevaluation. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 20, n.2, p.161-167, 2008.

BIO-AMBIENTAL. **Levantamento da ictiofauna e caracterização da pesca e comercial na área do reservatório e a jusante da Usina Hidrelétrica de São Simão**. Goiânia, 2006. 48p. Relatório técnico final.

BRASIL. Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 nov. 2003.

BRASIL. **Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 31 de maio de 2004**. Estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao>>. Acesso em: 14 jun. 2012.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 jun. A993. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm)>. Acesso em: jun. 2012.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

COLE, G.A. **Textbook of limnology**. 3.ed. Illinois: Waveland, 1983. 412p.

CONANA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, p. 58-63. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 e dispõe sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 mar.2005. p.58-63.

CONANA. Resolução nº 413, de 26 de junho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 jun. 2009. p.126-129.

DILLON, P.J.; RIGLER, F.H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. **Journal of Fisheries Research Board Canada**.v.31, n.11, p.1771-1778, 1974.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação ambiental integrada (AAI) dos aproveitamentos hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**: caracterização da Bacia, EPE – 1-40-0001 RE R2. Rio de Janeiro, 2006. Sonda técnica.

FAO. **El estado mundial de La pesca y La acuicultura**. Roma, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s00.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2012.

IBAMA. **Lista de espécies aquáticas ameaçadas de extinção**. Brasília, 1992. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/institucional/lista-de-especies-aquaticas-ameacadas-de-extincao/tudo>>. Acesso em: 28 fev. 2012.

KUBITZA, F. Questões tilápias: qualidade das águas, sistemas de cultivo, planejamento de produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.10, n.59, p.44-53, 2000.

KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.15, n.88, p.14-18, mar./abr. 2005.

ONO, A.E.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3.ed. Jundiaí: Água & Imagem, 2003. 126 p.

PINTO-COELHO, R.M. **O aporte de fósforo e a presença de cianobactérias no Reservatório de São Simão**. Belo Horizonte: UFMG-ICB, 2004. 230 p. Disponível em: <[http://www.ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/art\\_pdf/rf\\_ssimaio.pdf](http://www.ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/art_pdf/rf_ssimaio.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2012.

QUEIROZ, A.T.; COSTA R.A. . Caracterização e variabilidade climática em séries de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação em Ituiutuba – MG. **Caminhos de Geografia**, v.13, n.43, p.346-357, out. 2012. . Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia>>.

RESCK, R. P. **Avaliação morfológica e estudo da variação horizontal de parâmetros limnológicos do reservatório da Pampulha (Belo Horizonte-MG)**. 2007. 75p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SPERLING, E. V. **Morfologia de lagos e represas**. Belo Horizonte: UFMG-DESA, 137 p. 1999.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Reservoir water quality management**. [S.L.]: International Lake Environment Committee, 1999.

TECNEVES. **Monitoramento de ictiofauna no Reservatório e a Jusante da UHE de São Simão, Rio Paranaíba, Bacia do Paraná**. Viçosa, MG, 2006. 40p. Relatório anual.

WETZEL, R.G. **Limnology**. Philadelphia: Saunders Company, 1983. 767p.







Apoio



Fundação de  
Desenvolvimento  
da Pesquisa



Colaboração



Parceria



Realização

