

**PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS, ZONEAMENTO DE
ÁREAS AQUÍCOLAS E CAPACIDADE DE SUPORTE
PARA TANQUES-REDE NOS RESERVATÓRIOS DE
ITUTINGA E CAMARGOS**

JODNES SOBREIRA VIEIRA

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JODNES SOBREIRA VIEIRA

**PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS, ZONEAMENTO DE ÁREAS
AQÜÍCOLAS E CAPACIDADE DE SUPORTE PARA TANQUES-REDE
NOS RESERVATÓRIOS DE ITUTINGA E CAMARGOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora

Prof^a. Priscila Vieira Rosa Logato

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Vieira, Jodnes Sobreira.

Parâmetros limnológicos, zoneamento de áreas aquícolas e capacidade de suporte para tanques-rede nos reservatórios de Itutinga e Camargos / Jodnes Sobreira Vieira. -- Lavras : UFLA, 2006.

102 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

Orientador: Priscila Vieira Rosa Logato.

Bibliografia.

1. Zoneamento aquícola. 2. Reservatório de hidrelétrica. 3. Capacidade de suporte. 4. Tanque-rede. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.312

JODNES SOBREIRA VIEIRA

**PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS, ZONEAMENTO DE ÁREAS
AQUÍCOLAS E CAPACIDADE DE SUPORTE PARA TANQUES-REDE
NOS RESERVATÓRIOS DE ITUTINGA E CAMARGOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 21 de março de 2006

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA

Prof^a. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta – EPAMIG

Prof. Dr. Carlos José Pimenta - DCA/UFLA

Prof. Dr. Eduardo Arruda Teixeira Lanna – DZO/UFV

Prof^a. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

*A Deus, pela presença constante
em todos os momentos da minha vida.*

DEDICO.

*Aos meus pais, Gersonito e Vera Lúcia, por todos os
ensinamentos de vida a mim transmitidos.*

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e à ANEEL, pela concessão da bolsa de estudos.

À Prof^ª. Priscila Vieira Rosa Logato, pela imensurável ajuda, compreensão, amizade e incentivo ao longo de todos estes anos.

Ao Prof.. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelo apoio e colaboração na parte estatística do trabalho.

Aos secretários Carlos Henrique de Souza, Keila Cristina de Oliveira e Pedro Adão Pereira, pelo apoio prestado.

Aos funcionários do setor de produção do DZO/UFLA, pelo apoio durante a condução do experimento de campo.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura do DZO/UFLA, Eledi Pereira e José Roberto, pelo auxílio em campo.

Aos funcionários da CEMIG Gilson, Val e Darly, pelo apoio.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, Reinaldo (Bidu), Silvio, Juliana Gomiero, Paula Adriane e Luis Eduardo, pela amizade.

Aos companheiros de república Edmilson, Nélio e Luciano, pelos anos de convivência.

Aos alunos de Graduação Leo (Japa) e Felipe, pela ajuda.

Aos grandes amigos, Marino e Socorro, pela amizade e apoio e à Fernanda, pela amizade e companheirismo durante esta etapa da minha vida.

A todos os que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

E a esta força colossal e infinita, *DEUS*, que acima de tudo e de todos olha por nós, permitindo-me alcançar mais este objetivo.

OBRIGADO!!

BIOGRAFIA

JODNES SOBREIRA VIEIRA, filho de Gersonito Vieira Gamarano e Vera Lucia Sobreira Vieira, nasceu em Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, em 23 de setembro de 1973.

Em 01 maio de 1999 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras.

Em 03 de maio de 1999 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, na área de Aqüicultura, submetendo-se ao exame final no dia 06 de março de 2001.

Em fevereiro de 2001 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Aqüicultura, submetendo-se ao exame final de tese no dia 21 de março de 2006, para a obtenção do título de “Doutor”.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Tanque-rede	3
2.2 Taxa de estocagem	5
2.3 Capacidade de suporte em tanques-rede	6
2.3.1 Capacidade de suporte de pequenas represas com tanques-rede.....	7
2.3.2 Capacidade de suporte dos parques aquícolas em grandes reservatórios	8
2.4 Qualidade da água	10
2.4.1 Propriedades físicas da água.....	11
2.4.1.1 Temperatura.....	11
2.4.1.2 Transparência da água.....	12
2.4.1.3 Turbidez da água.....	12
2.4.2 Propriedades químicas da água.....	13
2.4.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	13
2.4.2.2 Alcalinidade.....	13
2.4.2.3 Oxigênio dissolvido (OD).....	13
2.4.2.4 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	15
2.4.2.5 Amônia.....	16
2.4.2.6 Fósforo (P)	16
2.5 Zoneamento de reservatório	17
2.6 Batimetria.....	19
2.7 Características dos reservatórios.....	21
2.7.1 Uso e ocupação do solo	21
2.7.1.1 Solos da região sob influência dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itutinga e Camargos	21
2.7.1.2 Cobertura vegetal e clima da região sob influência dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itutinga e Camargos	23
2.7.1.3 Florestas ribeirinhas	23
2.7.1.4 Campo limpo	23
2.7.1.5 Floresta estacional semidecidual	24
2.7.1.6 Capoeiras	24
2.7.1.7 Cerrado.....	24

2.7.1.8 Floresta	25
2.7.1.9 Áreas agrícolas	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Localização e período experimental	26
3.2 Parâmetros limnológicos dos reservatórios de Camargos e Itutinga	27
3.2.1 Pontos de coleta de água para o reservatório de Camargos	27
3.2.2 Pontos de coleta de água para o reservatório de Itutinga	28
3.3 Determinação dos parâmetros físico-químicos da água	28
3.3.1 Temperatura do ar, da água e oxigênio dissolvido	29
3.3.2 Transparência da água	29
3.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)	29
3.3.4 Condutividade elétrica	29
3.3.5 Alcalinidade total	29
3.4 Zoneamento dos reservatórios de Camargos e Itutinga	30
3.4.1 Modelo da ficha de campo utilizada nas campanhas de Itutinga e Camargos	30
3.5 Batimetria dos reservatórios de Camargos e Itutinga	31
3.5.1 Cálculo da área dos braços para a instalação dos tanques-rede.....	31
3.5.2 Tempo de residência da água nos braços dos reservatórios de Itutinga e Camargos.....	32
3.6 Capacidade de suporte dos reservatórios de Itutinga e Camargos	33
3.6.1 Descrição da metodologia utilizada para a definição da capacidade de suporte do ambiente.....	33
3.6.2 Modelo da memória de cálculo utilizada no estudo do zoneamento e capacidade de suporte de tanques-rede.....	34
3.7 Delineamento experimental e procedimentos para análise estatística ...	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Parâmetros limnológicos dos reservatórios de Itutinga e Camargos	36
4.1.1 Qualidade da água da superfície	36
4.2 Zoneamento dos reservatórios de Itutinga e Camargos	46
4.2.1 Zoneamento do reservatório de Itutinga	46
4.2.1.1 Fichas de campo realizadas nas campanhas de Itutinga	47
4.2.1.2 Batimetria do reservatório de Itutinga	48
4.2.1.2.1 Sistemática de levantamento.....	48
4.2.1.2.2 Área dos braços para a instalação dos tanques-rede	50
4.2.1.2.3 Cálculo do tempo de residência da água.....	51
4.2.2 Zoneamento do reservatório de Camargos.....	51
4.2.2.1 Fichas de campo realizadas nas campanhas de Camargos	52
4.2.2.2 Batimetria do reservatório de Camargos	55
4.2.2.2.1 Sistemática de levantamento.....	55

4.2.2.2.2 Área dos braços para a instalação dos tanques-rede	57
4.2.2.2.3 Cálculo do tempo de residência da água.....	58
4.3 Cálculo da capacidade de suporte dos braços de Itutinga e Camargos .	59
4.3.1 Cálculo para o braço de Itutinga.....	60
4.3.2 Cálculo para o braço de Camargos	61
5 CONCLUSÕES.....	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
LISTA DE ANEXOS	73
ANEXO A	78
ANEXO B	91

RESUMO

VIEIRA, Jodnes Sobreira. **Parâmetros limnológicos, zoneamento de áreas aquícolas e capacidade de suporte para tanques-rede nos reservatórios de Itutinga e Camargos.** 2006. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O experimento foi realizado nas represas de Itutinga e Camargos, Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, no município de Itutinga – MG, com duração de dois anos e tendo como objetivos verificar e estabelecer critérios limnológicos básicos para disciplinar e orientar a instalação de tanques-rede em reservatórios de usinas hidrelétricas, pesquisar a influência do cultivo de peixes em tanques-rede, levando em consideração a capacidade de suporte destes nos reservatórios e elaborar uma proposta de zoneamento dos reservatórios para a instalação de tanques-rede. Para os critérios limnológicos como oxigênio dissolvido no reservatório de Itutinga, e fósforo e transparência no reservatório de Camargos, foram observados valores significativos quanto ao ano ($P < 0,05$). Quanto aos pontos de coleta, foi encontrada significância para o teor de nitrogênio amoniacal da água superficial do reservatório de Camargos. Os valores de parâmetros limnológicos observados estão dentro das recomendações para o cultivo de espécies aquáticas. De acordo com o levantamento da área dos reservatórios estudados foi determinado um ponto para o reservatório de Itutinga, com área de 2,83 ha e um ponto para o reservatório de Camargos, com área de 1,66 ha. A capacidade de suporte dos pontos selecionados é de nove tanques-rede de 12 m³, com produção de 31,27 ton /ano, para o reservatório de Itutinga, e de oito tanques-rede com de 12 m³, com produção de 30,03 ton/ano, para o reservatório de Camargos.

¹ Comitê Orientador: Priscila Vieira Rosa Logato – DZO/UFLA (Orientadora); Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA.

ABSTRACT

VIEIRA, Jodnes Sobreira. **Limnologic parameters, support capacity and zoning of fish-raising areas in the Itutinga and Camargos damns.** 2006. 102p. Thesis (Doctor in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.¹

The experiment was conducted in the Itutinga and Camargos damns, Companhia Energética de Minas Gerais CEMIG (Energetic Company of Minas Gerais- CEMIG), town of Itutinga – MG, had a 2-year duration, with the purpose of verifying and establishing basic limnologic criteria to discipline and orientate the establishment of raceways in hydroelectric power-station damns, research the influence of fish farming in raceways, taking into account the stocking capacity in the damns and elaborating a proposal if zoning of the damans for establishing of raceways. For the limnologic criteria, significant values as to the year ($p < 0.05$), dissolved oxygen in the Itutinga damn and phosphorus and transperence in the Camargos damn were found. As regards the collection spots, significant values ($p < 0.05$) were observed for the ammonium nitrogen of the surface water of the Camargos damn. The values of limnologic parameters found are within the recommendations for the cultivation of aquatic species. According to the survey of the area of the damns studied, a spot for the Itutinga damn with an area of 2.83 ha was determined and so was a spot for the Camargos damn with an area of 1.66 ha. The stocking capacity of the selected spots is of 9 raceways of 12 m³ with a yield of 31.27 ton /year for the Itutinga damn and of 8 raceways of 12 m³ with a yield of 30.03 ton/year for the Camargos damn.

¹ Guidance Committee: Priscila Vieira Rosa Logato – DZO/UFLA (Adviser); Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A aqüicultura vem crescendo cerca de 10% ao ano, sendo um dos setores da produção animal mais importante no Brasil (Castagnolli, 1997).

A aqüicultura brasileira de água doce respondeu, em 1999, por uma produção de aproximadamente 90.443 toneladas, correspondendo a 78,4% da produção total, de 115.398 toneladas (dados publicados pelo CNPq, 2000). Segundo dados da FAO (2002), a produção brasileira passou de 23.390 toneladas, em 1991, para 153.558 toneladas, no ano de 2000.

O estado de Minas Gerais é conhecido como “caixa d’água” do país, por apresentar imensos reservatórios formados por 46 hidrelétricas, sendo o berço dos principais rios nacionais. Assim, o cultivo de peixes em tanques-rede é uma prática crescente no estado, apresentando vantagens do pontos de vista técnico, ecológico, social e econômico sobre o extrativismo e a piscicultura tradicional, podendo aumentar a produtividade por área inundada. Em consequência disso, os impactos ambientais da atividade têm recebido maior atenção durante os últimos anos, principalmente aqueles relacionados aos sedimentos e ambiente bênticos, impactados devido à deposição de resíduos orgânicos e minerais (como nitrogênio e fósforo) que, em um sistema de tanques-rede, podem ser separados em fração dissolvida (excretada) e fração em partículas (alimentos não consumidos, fezes e peixes mortos).

A capacidade de suporte dos reservatórios aquícolas e a quantidade máxima de biomassa que podem comportar, sem que ocorra uma alteração no ciclo biodinâmico da massa de água, são conhecimentos imprescindíveis para o aproveitamento adequado destas áreas (Cho et al., 1976). Assim, o problema da qualidade da água nos sistemas de criação é uma das mais importantes limitações à produção comercial aquícola, em função do aumento na liberação de efluentes (Krom et al., 1989).

O potencial de poluição e regulação de resíduos de uma fazenda piscícola geralmente é baseado em medições dos níveis de sólidos totais em suspensão e dos teores de componentes nitrogenados e fosfatados dissolvidos no efluente.

Assim sendo, o presente estudo teve como objetivos:

- caracterizar o local, de acordo com os parâmetros limnológicos básicos, para disciplinar e orientar a instalação de tanques-rede em reservatórios de usinas hidrelétricas;
- verificar a capacidade de suporte de tanques-rede, nos reservatórios de Itutinga e Camargos;
- elaborar uma proposta de zoneamento dos reservatórios para a instalação de tanques-rede.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tanque-rede

O cultivo de peixes em tanques-rede teve início no final do século passado, em Kampuchea, China, onde pescadores mantinham peixes do gênero *Clarias* estocados em jaulas de bambu (Torquato, 1992).

Atualmente a utilização de tanques-rede tem sido freqüente, sendo a técnica expandida anualmente, uma vez que apresentam menor custo (Castagnolli et al., 1975) e produtividade de 10 a 20 vezes maior que a obtida em sistemas convencionais, considerando o investimento e a área utilizada no cultivo (Pantulu, 1976).

Schmittou (1969), Coche (1976) e Torquato (1992) descreveram que o cultivo de peixes em gaiolas data do final do século passado, no Camboja. Historicamente, esta técnica se difundiu nos rios da Tailândia, onde por muitos anos gaiolas flutuantes foram usadas seguindo o método cambodiano. Este método se expandiu progressivamente para outros países do Extremo Oriente. Na Indonésia, gaiolas flutuantes de bambu eram usadas para criar alevinos de peixes, em 1922, e em Java, por volta de 1940, criavam-se carpas (*Cyprinus carpio*), no mesmo sistema.

Segundo Masser (1989), a modernização dos tanques-rede ocorreu nos anos 50, com a utilização de materiais sintéticos para a construção das gaiolas. Desde então, houve um aumento no interesse dos produtores e pesquisadores pela técnica, principalmente por representar uma alternativa viável para a produção de organismos aquáticos em locais onde a criação convencional não era possível.

O aumento considerável do uso de estruturas flutuantes tem incrementado o potencial de desenvolvimento da aqüicultura mundial. Os tanques flutuantes sobre tambores são de manejo mais fácil e de menor custo, quando comparados aos tanques fixos ao fundo (Milne, 1976). Schmittou (1969) recomenda que os tanques-rede fiquem, no mínimo, a 30 cm do fundo, prevenindo problemas como parasitismo e doenças infecciosas.

O local para a instalação dos tanques-rede deve apresentar baixa correnteza, visando diminuir o índice de mortalidade e aumentar a produtividade. A produção é reduzida acentuadamente quando não ocorre renovação de água. Assim, os tanques-rede não devem ser instalados em pequenas represas, pois se houver diminuição do teor de oxigênio dissolvido na água, a produtividade pode cair até 50% (Castagnolli & Torrieri, 1980).

Coche (1982) relata que a dimensão das gaiolas pode variar de 1 a 100m³, conforme o tipo de material de que são construídas, a espécie a ser cultivada e as condições locais. Esta afirmação torna-se evidente ao se verificar que, para a criação comercial de catfish americano (*Ictalurus punctatus*), com produção de 250 kg/ano/tanque-rede, recomenda-se a utilização de tanques de 1m³, pela facilidade de manejo e despesca. No sudoeste asiático, exceto na Indonésia, utilizam-se tanques de até 150 m³. Por outro lado, na Alemanha os tanques recomendados para salmonídeos não excedem 27 m³.

A escolha de tanques-rede grandes não é recomendada, pois o rompimento de um deles significa a perda de muitos peixes, embora o uso de estruturas pequenas aumente os custos de investimento. Os tanques-rede devem ser suficientemente grandes para reduzir as perdas de alimentos devido à turbulência provocada pela voracidade alimentar dos animais (Coche, 1982).

Para a fabricação de tanques-rede, uma enorme variedade de formas e tipos de materiais pode ser empregada. A armação pode ser confeccionada de

madeira, plástico rígido, bambu, aço, material galvanizado, barras de alumínio soldadas ou ainda pilares de concreto. Para a rede, utilizam-se o nylon, a malha entrelaçada, elos galvanizados ou tela plástica. O ideal é que os tanques tenham baixo custo, sejam duradouros e fáceis de manejar (Moller, 1976). O tamanho da malha e a localização dos tanques em determinado corpo d'água são de suma importância para assegurar taxas máximas de crescimento (Coche, 1976).

2.2 Taxa de estocagem

Segundo Medland & Beamish (1985), um dos principais fatores que afetam o crescimento dos peixes é a densidade de estocagem. O número de peixes alocados, por unidade de volume, em um tanque depende da qualidade da água local, bem como do tamanho esperado dos peixes na despesca (Schmittou, 1969).

A taxa de estocagem inicial dos peixes no cultivo em tanques-rede varia de acordo com a espécie, tamanho do tanque e sistema de manejo (Coche, 1976; Pantulu, 1976).

Mello (1994) constatou a eficiência de tanques-rede de 1 m³ quando o objetivo foi pesquisar o manejo empregado na criação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Ao avaliar a frequência alimentar e as densidades de estocagem de 40 a 80 peixes/m³, durante 176 dias de experimento, observou que a densidade de estocagem não afetou o ganho de peso total e diário dos peixes.

Com relação à capacidade de suporte, Beveridge (1984; 1987) observou que existem vários fatores que influenciam este parâmetro, com destaque para o desempenho e a sobrevivência na criação de peixes em tanques-rede, sendo a escolha da espécie, a qualidade da água, as dimensões dos tanques-rede, a

alimentação e a densidade de estocagem os principais fatores que afetam o sucesso da criação de peixes nesse sistema.

2.3 Capacidade de suporte em tanques-rede

A capacidade de suporte é definida como a biomassa, em uma dada unidade de área, em que o crescimento é nulo (Hepher, 1978). De maneira prática, a capacidade de suporte é a quantidade máxima de biomassa que pode ser produzida por unidade de área em um dado sistema de piscicultura. É importante não confundir a capacidade de suporte de um ambiente em que estão alojadas gaiolas ou tanques-rede com a capacidade de sustentação das estruturas (Stickney, 1997).

Quando da implantação de um sistema de produção em tanques-rede, em um reservatório qualquer, deve-se levar em consideração que este ambiente apresenta uma população já instalada ou residente de peixes, que pode ou não estar sendo explorada econômica ou recreativamente. Esta população já representa parte da capacidade de suporte do corpo d'água considerado. Reservatórios utilizados para piscicultura em tanques-rede apresentam, em geral, grande extensão e alto volume d'água e, por isso, o manejo da qualidade de água, nestes ambientes, torna-se difícil. Assim, a capacidade de suporte considerada para instalação de tanques-rede em reservatórios de usos múltiplos não deve exceder 1 ton/ha (Stickney, 1998).

Existem vários fatores que influenciam a capacidade de suporte e a sobrevivência dos peixes na criação em tanques-rede, sendo que a escolha do espaço, qualidade da água, dimensões do tanque-rede, alimentação e densidade de estocagem são os principais fatores que afetam o sucesso da criação, neste sistema (Beveridge 1984; 1987).

A concentração de oxigênio dissolvido no interior do tanque-rede é um fator determinante da capacidade de suporte. Quanto menor o tanque-rede e maior a densidade de peixes, maior serão a renovação e a oxigenação, resultando em uma maior capacidade de suporte, uma vez que a oxigenação depende da troca de água promovida pela movimentação dos peixes dentro do tanque-rede, ou pela ação das correntes (Shimittou, 1997).

Entretanto, deve-se levar em consideração que regimes de criação de peixes em tanques-rede apresentam ampla variação, assim como os diferentes ambientes onde são conduzidos. Dessa maneira, a capacidade de suporte de cada sistema também varia de forma bastante elástica. A capacidade de suporte de um sistema de criação de peixes em tanques-rede somente pode ser determinada pela análise conjunta dos fatores que afetam de maneira imediata a produtividade dos diferentes sistemas, a saber: disponibilidade e qualidade do alimento utilizado, dimensão dos tanques-rede e operação como um todo, custos operacionais envolvidos e principalmente o ambiente onde for instalado (Beveridge, 1984).

2.3.1 Capacidade de suporte de pequenas represas com tanques-rede

Os limites de capacidade de suporte e os níveis máximos de arraçoamento, estabelecidos para o cultivo de peixes em viveiros, servem como referência para estabelecer a capacidade de suporte do cultivo de peixes em tanques-rede, em pequenas represas ou açudes particulares (Kubitza, 1999).

Não é aconselhável que a biomassa de peixes, produzida em tanques-rede ou gaiolas, exceda a capacidade de suporte observada para cultivo livre nessas represas ou açudes. Por exemplo, em uma represa com pouca renovação de água a capacidade de suporte (biomassa máxima) foi de 6.000 kg/ha quando

se cultivou peixe livre. Se no próximo ano o piscicultor resolver instalar tanques-rede nesta mesma represa e produzir apenas peixes confinados, ele não deve contar com uma produção superior à capacidade de suporte da represa, mesmo se a área superficial dos tanques-rede não ocupar 1% da área da represa. Na realidade, o piscicultor deveria considerar, por segurança, uma capacidade de suporte inferior à observada no cultivo de peixes livres, entre 3.000 e 4.000 kg/ha (Kubitza, 1999). Este valor deve incluir a biomassa de peixes soltos na represa, quando for o caso.

Os peixes confinados não conseguem explorar o alimento natural disponível na represa, nem procurar áreas com melhor oxigenação. Muitas vezes os peixes em tanques-rede não têm acesso à superfície quando o oxigênio dissolvido se torna crítico. O nível máximo de arraçoamento nestas condições não deve ultrapassar 20 a 30 kg de ração/ha/dia. Isto é suficiente para sustentar uma biomassa econômica de 2.000 a 3.000 kg de peixe/ha, sem grandes prejuízos à qualidade da água da represa ou açude (Schimittou, 1997).

2.3.2 Capacidade de suporte dos parques aquícolas em grandes reservatórios

A inter-relação de competências que envolvem o setor, principalmente no tema “águas públicas”, culminou com a edição da Instrução Normativa Interministerial nº8, publicada em 26 de novembro de 2003. Ela estabelece diretrizes de caráter técnico para a implantação dos parques e áreas aquícolas, reservando, a título precatório, para a prática da aquíicultura, um limite máximo da capacidade de suporte de até 1% da área superficial dos corpos d'água, fechados ou semi-abertos, sendo assim considerados reservatórios e outros

corpos d'água decorrentes de barramentos, lagos, lagoas e açudes (Beveridge, 1984).

Empreendimentos de piscicultura em tanques-rede já estão operando em grandes reservatórios da CESP (Companhia Elétrica do Estado de São Paulo), CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco) e DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca). O estabelecimento da capacidade de suporte dos parques aquícolas nestes reservatórios é fundamental para assegurar a compatibilidade ambiental da piscicultura em tanques-rede. Segundo Kubitzka (1999), diversos fatores deverão ser considerados. Entre eles destacam-se:

- 1- características das áreas onde serão implantados os parques aquícolas: áreas abertas, baías, enseadas, entre outras; proximidade de áreas de captação de água para tratamento ou de áreas destinadas à recreação; capacidade volumétrica e recargas hídricas do local, que podem influenciar o potencial de diluição de nutrientes e de absorção do impacto ambiental;
- 2- estratégias e índices de produção: conversão alimentar média observada nos parques aquícolas; potencial poluente das rações utilizadas, estimado através do balanço em nutrientes;
- 3- monitoramento das alterações ambientais: enriquecimento em nutrientes e estabelecimento das áreas de influência dos parques aquícolas; abundância ou desaparecimento de comunidades da biocenose aquática;
- 4- definição dos limites toleráveis: alterações na estrutura das comunidades aquáticas de enriquecimento em nutrientes, de acordo com o nível trófico que se deseja manter nas áreas de influência dos parques aquícolas.

2.4 Qualidade da água

A qualidade da água determina não somente como o peixe crescerá, mas se ele sobreviverá ou não (Buttner, 1992). A caracterização dos principais parâmetros ambientais, seus conceitos e definições, com ênfase nos aspectos naturais de cada um deles, sem a interferência da ação antrópica, regem-se sob os efeitos estabelecidos pela Resolução do CONAMA 20/86, atualmente descritos na Resolução 357, que estabelece a classificação para águas doces, salobras e salinas do território nacional, seus limites e condições de uso, bem como o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora.

O limite para a produção na aqüicultura é controlado pela qualidade da água e impacto ambiental, causado pela descarga das águas de cultivo em outros ambientes (Brune, 1994).

A criação de peixes, seja no sistema extensivo, intensivo ou em tanques-rede, deve se enquadrar nas exigências da espécie cultivada. Através da qualidade da água, é possível estabelecer a população a ser cultivada ou até mesmo a produção esperada, conforme afirma Schmittou (1969).

Além dos fatores naturais como clima, solo e cobertura vegetal, a atividade humana influencia de forma bastante significativa a qualidade da água (Porto et al., 1991). Assim, o represamento de um rio, pela interferência humana, modifica substancialmente a qualidade da água de um manancial. Segundo Esteves & Barbosa (1992) e Tundisi (1992), em um lago tem-se uma estrutura espacial vertical heterogênea, decorrente da variação da temperatura, que influencia a densidade da água, formando zonas bem caracterizadas. As diferentes profundidades acarretam, ainda, uma variação horizontal. Essa estratificação do lago permite o cultivo de organismos em determinados compartimentos e a utilização da água para outros fins, como a irrigação.

Esses processos ocorrem também em reservatórios, embora as respostas possam ser diferentes (Thornton, 1992).

Os peixes são organismos bastante sensíveis quanto à qualidade da água, sendo que, a temperatura, o pH e o teor de oxigênio dissolvido são as variáveis de maior influência (Frossard e Verani, 1992).

Colt (1991) e Buttner (1992) sugerem, para avaliação da qualidade da água, os seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. Cada um desses parâmetros possui um peso em função de sua importância para a conformação global de qualidade. Essas medidas devem ser feitas na profundidade em que os peixes estão sendo cultivados e em horário determinado, quando as condições de tempo são mais estressantes.

2.4.1 Propriedades físicas da água

2.4.1.1 Temperatura

A temperatura da água exerce influência sobre o metabolismo e crescimento dos peixes, desenvolvimento de organismos aquáticos, e também sobre outras propriedades da água (Buttner, 1992).

A temperatura corporal do peixe e sua taxa de metabolismo refletem a temperatura da água em que vivem. Cada espécie apresenta uma faixa de temperatura ótima para o seu desenvolvimento. Temperaturas muito baixas acarretam redução na taxa de crescimento. Temperaturas muito elevadas provocam estresse, levando também à redução no crescimento dos animais. Em temperaturas extremas podem ocorrer mortalidades (Buttner, 1992).

2.4.1.2 Transparência da água

A penetração da luz possibilita o desenvolvimento do fitoplâncton e outros vegetais aquáticos que, através da fotossíntese, proporcionarão a reoxidação mais homogênea da coluna d'água, bem como o aumento da produção de alimentos. A transparência é maior quando a produtividade plactônica está baixa. No entanto, águas com transparência inferior a 20 cm, podem prejudicar a oxigenação das águas mais profundas (Mâmar & Cyrino, 1986).

A diminuição da transparência pode ser conseqüência da abundância de plâncton. Uma grande quantidade de matéria orgânica, ou sólidos em suspensão, poderão estar dificultando a penetração da luz. Takino et al. (1985) encontraram os menores valores de transparência e maiores valores de turbidez no período da chuva, em ambiente lântico. Isso indica que a transparência da água, em muitos casos, pode estar mais relacionada às condições de precipitação que à densidade planctônica, exceto para ambientes excessivamente eutrofizados.

Águas com elevada transparência podem estressar os peixes, resultando em redução do crescimento e da sobrevivência (Buttner, 1992).

2.4.1.3 Turbidez da água

A turbidez da água, expressa em NTU (Nephelometric Turbidity Units) ou JTU (Jackson Turbidity Units), é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação incidente. Os principais fatores responsáveis pela turbidez da água são as partículas em suspensão (fitoplâncton, partículas orgânicas e inorgânicas) e os compostos dissolvidos. Além disso, a erosão do solo, por escoamento superficial, contribui de forma significativa para o aumento da turbidez da água, principalmente nos períodos de maiores precipitações (Buttner, 1992).

2.4.2 Propriedades químicas da água

2.4.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH (potencial hidrogeniônico) das águas naturais reflete as características do solo ou do ambiente no qual as mesmas se encontram, seja mata, pântano ou brejo. O pH é um fator de grande importância para o desenvolvimento dos peixes, sendo que a faixa ótima para o cultivo encontra-se entre 6,5 e 9,0 (Brown & Gratzek, 1980; Mâmar & Cyrino, 1986). De acordo com Buttner (1992), valores de pH abaixo de 4,0 e acima de 10,0 levam os peixes à morte.

2.4.2.2 Alcalinidade

Os elementos alcalinos, em solução na água, são importantes para manterem o pH, impedindo alterações bruscas do mesmo. Os valores de alcalinidade apresentam-se em função de um menor teor de CO₂ na água e da presença de soluções tampão (Porto et al., 1991).

Segundo Maier et al. (1985), a alcalinidade apresenta valores mais elevados no período de chuva, quando comparados ao período de estiagem, sugerindo uma sazonalidade.

2.4.2.3 Oxigênio dissolvido (OD)

A exigência de oxigênio dissolvido (OD) varia de acordo com a espécie. Para a criação de carpa comum (*Cyprinus carpio*) e tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*), por exemplo, recomendam-se teores de 6 a 8 mg OD/L de água, podendo, excepcionalmente, cair para 3 a 2 mg OD/L de água, por

pequenos períodos de tempo. Peixes de piracema suportam teores mínimos de 5 mg OD/L de água. Para salmonídeos, são necessários valores acima de 9 mg OD/L de água (Mãmar & Cyrino, 1986).

O teor de oxigênio dissolvido depende, entre outros fatores, da temperatura, pressão atmosférica e abundância de matéria orgânica submersa (Mãmar & Cyrino, 1986).

Quando ocorre o aquecimento da água há queda no teor de oxigênio dissolvido. Quando ocorre fornecimento excessivo de ração, com sobra de alimentos no tanque, decomposição das fezes, plâncton e outros organismos na água, há um rápido declínio nos teores de oxigênio, decorrente do aumento da demanda de oxigênio dissolvido pelos organismos decompositores (Brown & Gratzek, 1980). A exposição a níveis baixos de oxigênio dissolvido constitui estresse crônico, podendo deprimir a alimentação, reduzir a habilidade de converter o alimento ingerido em carne, e ainda, tornar os peixes mais susceptíveis a doenças (Buttner, 1992).

De acordo com estudos na represa do Riacho Grande (SP), Maier et al. (1985) observaram que o oxigênio dissolvido não apresentou variações suficientemente grandes para caracterizar um comportamento com variações sazonais, ou mesmo horizontais. Entretanto, ao analisarem o perfil vertical, observaram uma diminuição no seu valor, para camadas mais profundas.

Segundo Rotta & Queiroz (2003), as principais fontes de oxigênio dissolvido na água dos grandes reservatórios são a fotossíntese, a difusão do ar através da interface ar e água e a entrada de água nos reservatórios. A concentração de oxigênio dissolvido nos grandes reservatórios depende diretamente de fatores como: presença de matéria orgânica e nutrientes; biomassa de macrófitas; densidade de fitoplâncton; quantidade de sólidos em suspensão; turbidez; grau de eutrofização do ambiente; taxa de renovação de

água; supersaturação na camada eufótica; consumo de oxigênio durante à noite; variação na concentração de oxigênio dissolvido entre o dia e a noite.

De acordo com Boyd & Tucker (1998), a concentração de oxigênio dissolvido também varia com a altitude do local, temperatura e salinidade. A concentração de oxigênio dissolvido é a variável mais crítica, nos sistemas de produção de peixes em tanques-redes em grandes reservatórios, e está diretamente relacionada ao manejo e à alimentação. A redução brusca e repentina da concentração de oxigênio dissolvido é uma das principais causas de mortalidade de peixes em grandes reservatórios, devido não só à diminuição da sua concentração, mas também em função do aumento na concentração de gás carbônico (CO₂), diminuição do pH e elevação da concentração de nitritos. Esse fato ocorre geralmente nos grandes reservatórios em dias nublados, durante o verão. Nestas situações, esses fatores poderão comprometer a estabilidade ambiental e causar sérios riscos, em decorrência do estresse causado nos peixes cultivados, podendo levá-los à morte.

2.4.2.4 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A expressão “demanda bioquímica de oxigênio” (DBO), utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica biologicamente oxidável, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura, por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande para consumir todo o oxigênio dissolvido na água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (AMBIENTE BRASIL, 2002b).

Águas com níveis de DBO inferiores a 4 mg/L são razoavelmente limpas. Águas com níveis maiores do que 10 mg/L são consideradas poluídas,

uma vez que contêm grandes quantidades de material orgânico degradável (McNeely et al., 1979).

2.4.2.5 Amônia

O nitrogênio amoniacal representa o produto final da decomposição da matéria orgânica por bactérias heterotróficas. Tendo-se em vista que o teor de matéria orgânica depende da produtividade no corpo d'água, a taxa de amonificação altera-se de acordo com o grau de trofia do reservatório.

Em reservatórios pouco comprometidos, e por sua vez bem oxigenados, o nitrogênio amoniacal apresenta-se normalmente em baixas concentrações, sendo que sua presença ocorre em função da intensidade do intercâmbio entre a taxa de amonificação e seu consumo. Por outro lado, em reservatórios comprometidos, a concentração de nitrogênio amoniacal é influenciada pelo déficit de oxigênio nas camadas mais profundas da coluna d'água, ocorrendo, dessa forma, uma maior presença das formas reduzidas do nitrogênio (Sipaúba-Tavares et al., 1999).

2.4.2.6 Fósforo (P)

O fósforo é um dos parâmetros mais importantes para a limnologia, em função de sua participação no metabolismo dos seres vivos, sendo um dos principais fatores limitantes para a produtividade primária, em ecossistemas aquáticos continentais. O fósforo pode atuar tanto como principal fator limitante para a produtividade dos ecossistemas aquáticos, como sendo o responsável pela eutrofização artificial desses ambientes (Kubitza, 1999).

Segundo Mcneely et al. (1979), a concentração de fósforo em lagos não contaminados é da ordem de 0,010 mg/L. As concentrações máximas desejáveis, para lagos e reservatórios, são da ordem de 0,025 mg/L.

Segundo Esteves (1998), o fósforo presente nos ecossistemas aquáticos tem como origem fontes naturais e artificiais. As concentrações de fósforo total, encontradas naturalmente nos ecossistemas aquáticos, são provenientes do fósforo total presente nas rochas que formam as bacias de drenagem. O fósforo total alcança os ecossistemas aquáticos adsorvido principalmente à argila, em ambientes tropicais, devido à abundância de solos argilosos, antigos e muito intemperizados, nesta região.

Outras fontes naturais deste elemento são os materiais particulados, presentes na atmosfera, e o fósforo total resultante da decomposição de organismos de origem alóctone (Kubitza, 1999).

As fontes artificiais mais importantes de fósforo são a entrada de esgotos domésticos contendo, muitas vezes, detergentes e efluentes industriais e, ainda, os fertilizantes, que são carregados, através de processos erosivos, dos solos de áreas agricultáveis. Na região oeste do Paraná, destaca-se também a importância dos dejetos das atividades pecuárias, como exemplo da suinocultura. Elas são importantes fontes de fósforo total que podem enriquecer as águas dos reservatórios, acelerando os processos de eutrofização (Kubitza, 1999).

2.5 Zoneamento de reservatório

O zoneamento ambiental é um fator decisivo na articulação entre as diversas agendas, desde que considerado um sistema de informação para a gestão integrada do território. O zoneamento não pode ser visto apenas como um instrumento de restrição, mas sim de regulação social do uso dos recursos

naturais e ecológicos. De acordo com Becker & Egler (1997), o zoneamento ambiental é um instrumento político e técnico de planejamento, cuja finalidade é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas. Essa otimização é alcançada pelas vantagens que ele oferece. Entre elas destacam-se:

- ser um instrumento técnico de informação sobre o território, necessário para planejar a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais;
- prover uma informação integrada em uma base geográfica;
- classificar o território segundo suas potencialidades e vulnerabilidades;
- ser um instrumento político de regulação do uso do território;
- permitir integração das políticas públicas em uma base geográfica, descartando o convencional tratamento setorializado, de modo a aumentar a eficácia das decisões políticas;
- permitir acelerar o tempo de execução e ampliar a escala de abrangência das ações;
- produzir informações destinadas ao processo de tomada de decisão, para ordenamento do anuário do território, que auxilia a compreensão do cenário atual e, conseqüentemente, favorece a negociação entre as várias esferas de governo, setor privado e sociedade civil, sendo um instrumento para a construção de parcerias;
- ser um instrumento do planejamento e da gestão para o desenvolvimento regional sustentável.

Considerando esses aspectos, o zoneamento caracteriza-se como um instrumento ativo para o desenvolvimento sustentável, e não apenas instrumento corretivo e restritivo, como freqüentemente se admite. Embora pautado na identificação de zonas homogêneas, na verdade, busca-se tirar partido da

diversidade territorial, promovendo a compatibilidade sistêmica entre as zonas (Dillon & Rigler, 1974).

2.6 Batimetria

O ADCP (Acoustic Doppler Current Profile) é usualmente instalado em barcos e mede vazões em rios e canais através de informações coletadas durante a travessia. As profundidades são medidas por sonar (tempo de propagação), bem como pela velocidade relativa do barco em relação ao fundo fixo (efeito Doppler), e velocidade relativa das partículas em suspensão na água, ou seja, a velocidade da própria massa líquida (igualmente por efeito Doppler). A orientação é determinada por uma bússola eletrônica (Beveridge, 1984). Processando estas informações em tempo real, durante a travessia, o software determina a velocidade da corrente normal, o espaço percorrido e, conseqüentemente, a vazão, que é o produto da integração das áreas e velocidades normais.

Tipicamente, o processamento considera o eco de quatro pulsos de sonar ao fundo fixo (rastreamento do fundo), e de cinco pulsos à massa líquida (velocidade relativa da corrente em relação ao barco), fazendo uma composição destas informações, chamada de “ensemble”, que representa a média para o segmento de trajetória considerado (Efrink & Vargas, 2003).

A detecção de materiais estranhos, na massa líquida, pelo ADCP é indireta e tem como base o fato de que materiais sólidos refletem as ondas sonoras de modo diferenciado em relação à massa de água, com sedimento em suspensão. O ADCP mede as intensidades do eco de retorno das diferentes camadas de seus quatro feixes acústicos e as compara entre si. Discrepâncias acima de determinado limite significam que um objeto estranho, como um

cardume de peixes ou um tronco, por exemplo, foi detectado, e a informação das áreas afetadas é marcada como “ruim”, e rejeitada.

Quando a resposta “ruim” ocorre em áreas próximas ao fundo, ela pode ser interpretada como presença de materiais sólidos, sendo uma evidência do depósito de restos de árvores, já detectado por mergulhadores que trabalharam em operação de limpeza das grades da tomada de água.

Entretanto, não é possível determinar precisamente a distribuição e o grau de compactação desse material, que provavelmente, não é muito grande, pois em todas as travessias o fundo foi detectado sem ambigüidade, nas profundidades previstas por meio de desenhos de projeto. Percebem-se, nos perfis de velocidades, células “boas” e células “ruins”. Nessas profundidades o eco das quatro fontes emisoras pode ser mais homogêneo e, portanto, passar no critério de consistência. Junto ao fundo, o perfil de velocidades utilizado para o cálculo de vazões não é o medido diretamente, mas extrapolado por lei logarítmica (Efrink & Vargas, 2003).

Nas células próximas ao fundo, as velocidades são muito baixas e a direção dos vetores velocidade começa a variar bastante a partir da profundidade em que são detectados os primeiros indícios de objetos sólidos. Seria outro efeito causado pelos entulhos, no escoamento.

O sistema de navegação do ADCP utiliza uma bússola magnética eletrônica, que fornece a direção do deslocamento e a distância percorrida é calculada em relação ao fundo. Assim, o levantamento fornece a trajetória percorrida, a profundidade do corpo d’água em cada segmento da trajetória (batimetria), o vetor velocidade média para cada segmento e a camada de profundidade (tipicamente de 25 a 50 cm de espessura), além da vazão calculada em função das outras informações. Em testes realizados em diversas medições anteriores esse sistema mostrou-se bastante preciso. Os erros de posicionamento

estão associados aos “ruins”, que são falhas na resposta dos finais de fundo, ficando, no caso, a distância medida entre verticais igual a zero, diferente da distância realmente percorrida. No entanto, esses erros podem ser corrigidos com segurança, utilizando-se pontos de referência físicos, para o início e final das travessias (Efrink & Vargas, 2003).

2.7 Características dos reservatórios

2.7.1 Uso e ocupação do solo

2.7.1.1 Solos da região sob influência dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itutinga e Camargos

Localizadas na bacia do alto Rio Grande, em Minas Gerais, as usinas de Itutinga e Camargos são parte integrante do "Sistema CEMIG", tendo significativa participação no suprimento energético do sudeste brasileiro. No entanto, alguns aspectos relacionados aos solos da região vêm favorecendo o assoreamento dos reservatórios. Isso contribui para a redução do potencial energético da usina, provocando, em muitos casos, danos ao ambiente (Giarola, 1994).

A descrição do solo das regiões é fundamental para este estudo, pois indica as possíveis áreas de assoreamento dos reservatórios, além de identificar as regiões mais suscetíveis à erosão hídrica. O detalhamento abrangeu oito municípios (São João del Rei, Itutinga, Nazareno, Carrancas, Madre de Deus de Minas, São Vicente de Minas, Andrelândia e Minduri), perfazendo uma área de 2.084,39 km². Foram realizadas revisões bibliográficas para a obtenção de informações sobre o solo, sua aptidão agrícola, níveis de perda de solo por

erosão e tolerância de perdas, utilizando-se mapas em escala original 1:100000 (Giarola, 1994).

Os solos de menor expressão geográfica na região, sob influência do reservatório da hidrelétrica de Itutinga e Camargos, caracterizam-se por apresentar severas limitações quanto à susceptibilidade à erosão, impedimentos à mecanização e fertilidade natural, sendo, portanto, solos de baixa aptidão agrícola. No entanto, apesar das limitações, a região apresenta elevada importância social e econômica para o Estado, principalmente relacionada à pecuária leiteira. Embora a agricultura, de um modo geral, tenha obtido avanços tecnológicos significativos, isso não se aplica às condições das propriedades localizadas nesta região. A geração ou adaptação de tecnologias, para estas condições, caminha lentamente, enquanto o processo de degradação do solo avança a passos largos (Giarola, 1994).

Pelos princípios de avaliação da aptidão agrícola, 100.050,72 ha (48% da área mapeada) podem ser utilizados para reflorestamento e 56.278,53 ha (27% da área mapeada) são próprios para a preservação da flora e fauna. O uso atual da maior parte das terras da região encontra-se em desarmonia com sua aptidão agrícola, o que contribui para os problemas sócio-econômicos e ambientais, atualmente muito evidentes nesta região (Giarola, 1994).

Verificam-se valores de perda de solo por erosão superiores aos limites de tolerância admissíveis, o que contribui para a baixa produtividade agrícola da região e favorece o assoreamento dos reservatórios, acarretando danos irreversíveis ao ambiente. Portanto, para as regiões localizadas em torno dos reservatórios das hidrelétricas de Itutinga e Camargos, há a necessidade de um planejamento de uso da terra, com base na sua aptidão agrícola, um rigoroso programa de conservação do solo, água e vegetação, a recuperação e

manutenção da fertilidade do solo, bem como a adequação de seu preparo (Giarola, 1994).

2.7.1.2 Cobertura vegetal e clima da região sob influência dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Itutinga e Camargos

A cobertura vegetal da bacia de drenagem das usinas de Camargos e Itutinga abrange uma área de 6.219,55 km², correspondendo a 23 municípios situados nas regiões Campos das Vertentes e Sul do Estado de Minas Gerais. O mapeamento realizado cobriu a bacia de drenagem do alto curso do Rio Grande e, integralmente, a bacia do Rio Aiuruoca (Resende & Pereira, 1994).

2.7.1.3 Florestas ribeirinhas

Conhecidas também como "mata ciliar" ou "mata de galeria", são áreas bastante limitadas, especialmente na porção norte, onde os rios da região correm em vales encaixados. Esta área, próxima da cidade de Minduri, apresenta vales mais abertos, sendo a expressão deste tipo de vegetação bastante reduzida, resumindo-se a capões esparsos. Ao longo dos rios e córregos de toda a região encontram-se os capões remanescentes, estando mais preservados nos Municípios de Minduri e São João del Rei, contornando a face nordeste do reservatório de Camargos.

2.7.1.4 Campo limpo

Esta fitofisionomia é predominante na região, ocupando 47% da área. Entretanto, dado o manejo adotado pelos produtores rurais, uma parte significativa destas formações é utilizada como pastagens naturais, com

freqüente utilização de queimadas, como prática de indução da brotação de gramíneas.

2.7.1.5 Floresta estacional semidecidual

Nesta fitofisionomia estão agrupadas todas as formações florestais em estágio de clímax, à exceção da floresta ciliar. Os poucos fragmentos identificados como floresta ombrófila, densa ou mista, estão incorporados nesta unidade em função de sua pequena expressividade e escala utilizada (Brasil, 2001).

2.7.1.6 Capoeiras

Como capoeiras estão incluídas todas as formações que se encontram em processo de regeneração, independentemente de seu estágio geral. Assim, formações florestais ciliares, semidecíduais e ombrófilas, desde que em estágio de regeneração, estão englobadas nessa nomenclatura (Brasil, 2001).

2.7.1.7 Cerrado

O cerrado, constituído por árvores que podem atingir até oito metros de altura, mostra-se como uma vegetação aberta, formada por árvores e arbustos tortuosos, com o córtex dos troncos suberoso, fendilhado, estriado e com características afins. Suas folhas são, normalmente, coriáceas e/ou pilosas. Esse tipo de vegetação associa-se, geralmente, a solos com baixa fertilidade natural e alta saturação por alumínio trocável, conforme o levantamento de solos feito pelo Centro Nacional de Ensino e Pesquisas do Ministério da Agricultura, em 1983.

2.7.1.8 Floresta

De acordo com o zoneamento agroclimático, obtido pela Secretaria de Estado da Agricultura de Minas Gerais, em 1980, as florestas são constituídas por espécimes arbóreas altas e com fuste mais fino, esgalhados, distanciados entre si e com poucas lianas e epífitas, tendo um extrato arbustivo mais pobre. A porcentagem de árvores caducifólias no conjunto da vegetação encontra-se entre 20 e 50% na época desfavorável, sendo indicativa de um período seco que pode variar de dois a quatro meses.

Na região das serras das Bicas e das Perdizes, nos municípios de Carrancas e Minduri, respectivamente, a vegetação primária encontra-se preservada nas áreas que margeiam os afloramentos de rocha. No município de São Vicente de Minas, no entanto, este tipo de vegetação se reduz a árvores remanescentes, estando a região atualmente destinada à pecuária.

2.7.1.9 Áreas agrícolas

As áreas de uso agrícola são caracterizadas por agriculturas de subsistência e itinerantes. São áreas muito reduzidas e fragmentadas, de difícil interpretação dos dados. Embora a região seja pouco expressiva, as atividades agrícolas ocupam, anualmente, uma área superior a 2% (Oliveira et al., 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e período experimental

O trabalho foi conduzido na Usina Hidrelétrica de Camargos e Itutinga, da Companhia Energética da Minas Gerais (CEMIG), no Município de Itutinga – MG, BR 265, Km 109, latitude de 21°17'30" (S), longitude 44°37'26" (O), com nível médio operativo de 855,5 m, em relação ao nível do mar. Os reservatórios fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, sendo o reservatório de Itutinga do tipo “fio d’água”, com uma área de 1,64 Km², e o de Camargos do tipo “nível oscilante”, com uma área de 76 km² (CEMIG, 1991). Os solos predominantes na região, sob influência dos reservatórios de Itutinga e de Camargos, são classificados como cambissolo em relevo movimentado, latossolo em relevo suavizado e litossolo em relevo montanhoso.

O período experimental teve início em janeiro de 2003 e término em dezembro de 2004, sendo que a instalação dos tanques-rede ocorreu no segundo ano do experimento.

3.2 Parâmetros limnológicos dos reservatórios de Camargos e Itutinga

3.2.1 Pontos de coleta de água para o reservatório de Camargos

A Figura 1 ilustra os pontos de coleta de água para o reservatório de Camargos.

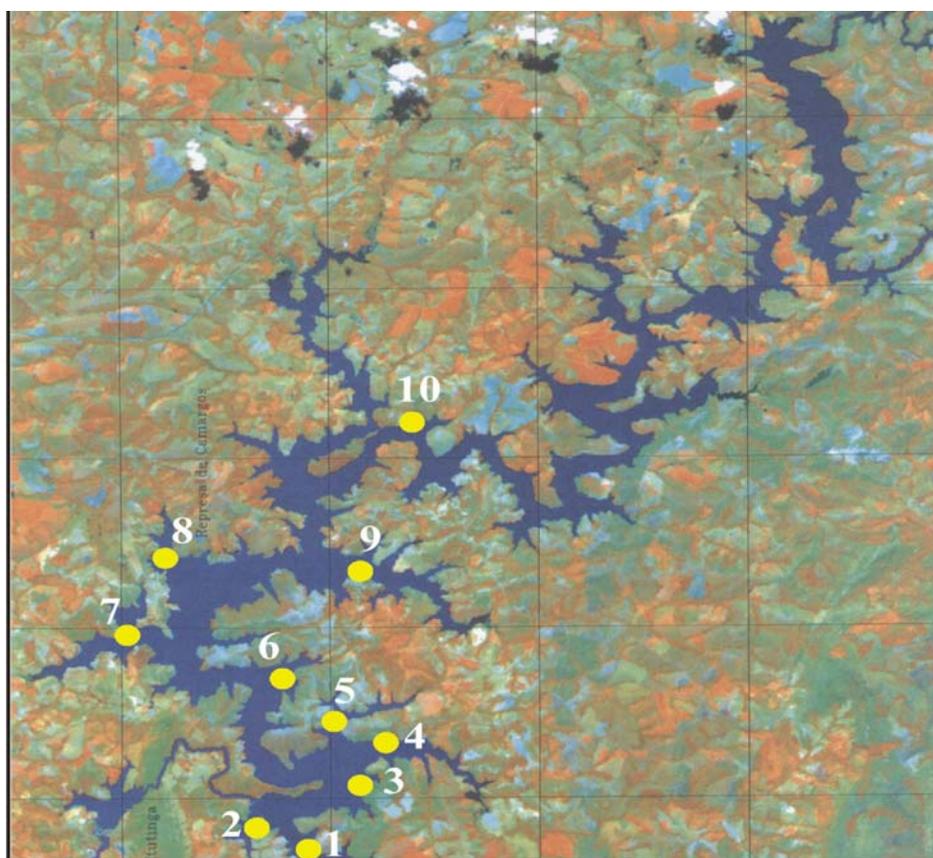


FIGURA 1 Pontos de coleta de água para o reservatório de Camargos.

3.2.2 Pontos de coleta de água para o reservatório de Itutinga

A Figura 2 ilustra os pontos de coleta de água para o reservatório de Itutinga.

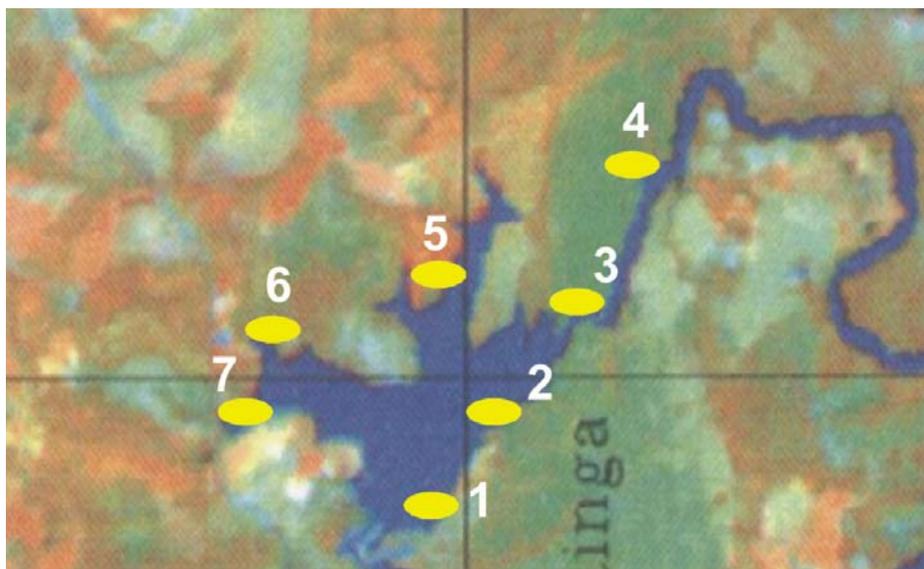


FIGURA 2 Pontos de coleta de água para o reservatório de Itutinga.

3.3 Determinação dos parâmetros físico-químicos da água

As amostras de água das represas de Carmargo e Itutinga foram coletadas com garrafa coletora de 1 litro. As técnicas de coleta, preservação e análise das amostras obedeceram à metodologia proposta pela APHA (1989).

3.3.1 Temperatura do ar, da água e oxigênio dissolvido

As medidas de temperatura do ar e da água, juntamente com o oxigênio dissolvido, foram feitas no local de coleta, com um aparelho digital portátil, modelo YSI 55.

3.3.2 Transparência da água

Para determinar o limite de visibilidade (transparência da água), nas represas, foi utilizado um disco de Secchi de 30 cm de diâmetro, pintado de branco e preto e suspenso por uma corda previamente marcada, em intervalos de 50 cm.

3.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi feita no local, com auxílio de um pHmetro portátil digital, modelo F-1002.

3.3.4 Condutividade elétrica

As medidas de condutividade elétrica foram feitas no local, com auxílio de um condutivímetro portátil, modelo Coming PS 17.

3.3.5 Alcalinidade total

A determinação da alcalinidade total foi efetuada no laboratório do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), da Universidade Federal de Lavras,

Departamento de Engenharia, por titulação potenciométrica, utilizando como titulante H_2SO_4 (0,02 N), conforme recomendado por Golterman et al. (1978).

3.4 Zoneamento dos reservatórios de Camargos e Itutinga

Para cada reservatório foi realizada uma caracterização da situação quanto à sua exploração para o cultivo de tanques-rede e às diferentes formas de uso e ocupação em sua área de influência, com o intuito de identificar as atividades potencialmente impactantes sobre o meio aquático.

Procedeu-se, ainda, a caracterização ambiental dos mesmos, com um levantamento das áreas potencialmente viáveis para o cultivo, utilizando-se critérios técnicos de viabilidade da atividade de piscicultura em tanques-rede e avaliação do potencial produtivo de cada reservatório analisado, incluindo o zoneamento das áreas aquícolas com pontos georeferenciados.

Foram elaboradas fichas de campo para realização das campanhas.

3.4.1 Modelo da ficha de campo utilizada nas campanhas de Itutinga e Camargos

a) Georeferenciamento do local:

Ponto:

Latitude:

Longitude:

b) Casa:

c) Cultura:

d) Criação de animais:

e) Indústria:

- f) Esgoto / Lixos:
- g) Afluentes:
- h) Área de preservação:
- i) OBS:

A partir da elaboração dessa ficha foi possível realizar um levantamento das áreas em estudo para instalação de parques aquícolas, tanto para o reservatório de Itutinga como para o de Camargos.

3.5 Batimetria dos reservatórios de Camargos e Itutinga

O levantamento batimétrico, utilizando o instrumento ADCP (Acoustic Doppler Current Profile), foi realizado com o barco em movimento e as coordenadas das verticais que compõem as travessias foram extraídas de um software de navegação, tendo como referência um ponto definido como coordenada inicial (0,0), situado no centro da estrutura da tomada de água.

A principal finalidade do uso da batimetria foi a verificação da velocidade média das correntes e da profundidade média do braço em estudo, para o cálculo do tempo de residência da água, definindo, assim, a capacidade de suporte desse braço para a instalação de tanques-rede.

3.5.1 Cálculo da área dos braços para a instalação dos tanques-rede

Como ferramenta auxiliar nesse processo utilizou-se uma imagem georeferenciada do satélite áster, na forma digital, aplicada ao software Envi 4.2.

3.5.2 Tempo de residência da água nos braços dos reservatórios de Itutinga e Camargos

Com o auxílio do software Envi 4.2, foi realizado um delineamento do local em estudo, construindo-se uma “layer”, a partir da qual foi possível calcular a área do braço pretendido.

O tempo de residência da água é otido pela seguinte fórmula:

$$T = (V \div P / s) \div 86400s , \text{ onde:}$$

T = tempo de residência da água;

V = volume de água do braço;

P = vazão de água do braço;

s = segundos.

Cálculo do volume da água do braço:

$$V = A \times p, \text{ onde:}$$

V = volume de água do braço;

A = área do braço;

p = profundidade média do braço.

3.6 Capacidade de suporte dos reservatórios de Itutinga e Camargos

3.6.1 Descrição da metodologia utilizada para a definição da capacidade de suporte do ambiente

A estimativa da capacidade de suporte dos reservatórios foi realizada a partir do modelo de predição de Dillon & Rigler (1974), modificado do modelo original de Wollenweider (1968), apresentado por Beveridge (1987) e utilizado por Rocha (2001). Este modelo foi adotado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), SEAP (Secretaria de Agricultura e Pesca) e ANA (Agência Nacional de Águas), sendo apresentado em um treinamento realizado para técnicos da SEAP e IBAMA, intitulado "Capacitação para avaliação do licenciamento da aquicultura em águas de domínio da União", realizado no CEPTA/IBAMA, Pirassununga, em 2003.

O modelo tem como base a incorporação do fósforo ao ambiente, por meio do cultivo em tanques-rede, com a aplicação das seguintes equações:

$$\Delta P = L (1-R)/Z \rho$$

$$\Delta P = P_f - P_i$$

$$R = 1/(1+0,614\rho^{0,491}), \text{ em que:}$$

ΔP = variação aceitável nas concentrações de fósforo total, em um ambiente utilizado para cultivo em tanques-rede (mg/m^3);

P_i = concentração de P total no ambiente, antes da instalação dos tanques-rede (g/m^3);

P_f = concentração aceitável de P total no ambiente, usado para instalar os tanques-rede (g/m^3);

L = aporte permissível/aceitável de fósforo oriundo do cultivo, nos tanques-rede ($\text{g}/\text{m}^2/\text{ano}$);

R = coeficiente de sedimentação;

Z = profundidade média do ambiente (m);

ρ = taxa de renovação da água do ambiente, em número de vezes/ano.

3.6.2 Modelo da memória de cálculo utilizada no estudo do zoneamento e capacidade de suporte de tanques-rede

Capacidade de suporte para tanques-rede em Camargos

Área do braço (hectare – m²)

Profundidade média do braço (média do nível máx e min)

Tempo de residência (trocas/ano, em dias)

Teor de fósforo da ração (%/ton)

Teor de fósforo no peixe (%/ton)

Coeficiente de sedimentação

Conversão alimentar

Produtividade (ton/ano/m³)

Gaiolas (m²)

CARGA AMBIENTAL DE FÓSFORO (Pe)

Pe x (P/ton de peixe)

| Carga de P das gaiolas (mg/m²/ano) para mudar o ambiente -variação de P

Varição de P desejável

L (carga de P das gaiolas mg/P/ano)

Tonelada de peixe produzida/ano

m² de gaiola

Número de Gaiolas

% do reservatório ocupado

Área a ser requerida

Área de zoneamento m²

Área em ha

3.7 Delineamento experimental e procedimentos para análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 2 (10 pontos de coleta e 2 anos), para o reservatório de Camargos, e 7 x 2 (7 pontos e 2 anos) para o reservatório de Itutinga, em quatro repetições (meses), conforme o seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + P_i + A_j + PA_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk} = observação referente ao ponto i , submetido ao ano j , na repetição k ;

μ = média geral;

P_i = efeito do ponto de coleta i , com $i = 1, 2, \dots, 10$ (Camargos) e $i = 1, 2, \dots, 7$ (Itutinga);

A_j = efeito do ano j , com $j = 1$ e 2 ;

PA_{ij} = efeito da interação entre pontos de coleta e anos;

e_{ijk} = erro experimental associado aos valores observados (y_{ijk}) que, por hipótese, tem distribuição normal, com média zero e variância σ^2 .

As variáveis estudadas foram analisadas por meio do procedimento GLM, do software estatístico SAS (SAS Institute, 2000), com médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros limnológicos dos reservatórios de Itutinga e Camargos

4.1.1 Qualidade da água da superfície

Não foi verificado efeito significativo da interação ponto e ano, para o reservatório de Itutinga ($P>0,05$). Isso indica um comportamento semelhante entre os pontos nos dois anos. Foram observados efeitos significativos apenas para os parâmetros profundidade de coleta e oxigênio dissolvido, no fator ano ($P<0,05$). Os demais parâmetros avaliados não apresentaram relevância estatística ($P>0,05$) (Tabelas 1A a 6A, em anexo). Com relação ao reservatório de Camargos, a interação ponto e ano também não mostrou efeito significativo ($P>0,05$). No entanto, foram observadas alterações relevantes para os parâmetros transparência, nos fatores principais ponto e ano, nitrogênio amoniacal, no fator ponto, e fósforo total, no fator ano ($P<0,05$).

O comportamento semelhante para o parâmetro transparência da água, no reservatório de Itutinga, pode ser justificado pela ausência de eutrofização das águas, fato este considerado positivo, pois, quanto maior a transparência, maiores serão as profundidades atingidas pela radiação solar e, conseqüentemente, maiores taxas de oxigênio dissolvido serão detectadas no corpo d'água. Os resultados obtidos para o reservatório de Camargos demonstram um comportamento diferenciado entre os pontos e anos estudados, sendo as maiores transparências observadas para os pontos 3, 4 e 10, no ano 1 (Tabela 1).

TABELA 1 Valores médios para a transparência da água superficial (em cm), dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média ¹
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,90	1,90	1,90
2	1,98	1,93	1,95
3	1,88	1,85	1,86
4	2,00	1,85	1,93
5	1,95	1,90	1,93
6	1,95	1,85	1,90
7	2,00	1,88	1,94
Média	1,95	1,88	
Reservatório de Camargos			
1	1,48	1,38	1,43 ab
2	1,45	1,40	1,43 ab
3	1,55	1,50	1,53 a
4	1,53	1,50	1,51 a
5	1,45	1,33	1,39 ab
6	1,43	1,40	1,41 ab
7	1,45	1,35	1,40 ab
8	1,45	1,40	1,43 ab
9	1,40	1,33	1,36 b
10	1,58	1,48	1,53 a
² Média	1,48 A	1,41 B	

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem, entre si, pelo teste de “F” (P<0,01).

² Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Segundo Boyd (1997), a luz é um importante fator na distribuição dos organismos aquáticos, influenciada pela quantidade de algas, partículas em suspensão, presença de macrófitas e pela turbidez.

Com relação à temperatura da água, um comportamento semelhante foi observado nos dois anos de estudo, para os dois reservatórios, possivelmente

devido ao ciclo térmico anual apresentar-se de forma semelhante (Tabela 2A, em anexo). Landa (1999) relata a ocorrência de resfriamento nos meses de inverno e aquecimento nos meses de verão, quando a alta umidade relativa do ar (característica da estação chuvosa) limita a perda de calor da água através do processo de evaporação. O mesmo autor relata, ainda, que a variação segue o mesmo padrão da temperatura do ar, fato ocorrido nesse estudo, uma vez que a temperatura do ar apresentou-se de forma semelhante, nos dois anos (Tabela 3A, em anexo).

Os valores médios de turbidez, observados para o reservatório de Itutinga, foram estatisticamente semelhantes para os dois anos, e, para o reservatório de Camargos, esses valores foram superiores (Tabela 4A, em anexo). Este fato é justificado pela maior concentração de sólidos totais e sólidos dissolvidos, conforme observado nas Tabelas 5A e 6A, ambas em anexo.

Com relação à criação de peixes, não há critérios totalmente definidos para as concentrações de material em suspensão, nem limites entre o que seria prejudicial ou não à vida dos animais. No entanto, é possível manter um estoque de peixes de moderado a bom, em águas contendo, em média, de 25 a 80 mg/L de sólidos em suspensão (Eifac, 1965, apud Epa, 1972).

Um compartimento semelhante foi observado para a alcalinidade da água, sendo que o reservatório de Camargos apresentou as maiores concentrações, o que pode ser indicativo de melhores condições quando comparado ao reservatório de Itutinga (Tabela 7A, em anexo). A justificativa para esta maior alcalinidade pode estar associada à maior concentração de cálcio observada neste local (Tabela 8A, em anexo). Calheiros & Ferreira (1997), trabalhando com alterações limnológicas no rio Paraguai, encontraram resultados semelhantes, não observando variações significativas, estando dentro das faixas toleráveis às populações ícticas.

Os valores de íon nitrato foram menores no reservatório de Itutinga (Tabela 9A, em anexo), sendo os valores de nitrogênio amoniacal superiores àqueles encontrados no reservatório de Camargos (Tabela 10).

TABELA 10 Valores médios para o nitrogênio amoniacal da água superficial (em mg/L), dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,04	1,00	1,02
2	1,00	1,03	1,01
3	1,01	0,98	0,99
4	0,99	0,98	0,98
5	1,09	1,05	1,07
6	0,95	1,00	0,98
7	1,01	0,95	0,98
Média	1,01	1,00	
Reservatório de Camargos			
1	0,95	0,93	0,94 b
2	0,98	0,95	0,96 b
3	1,00	0,95	0,98 ab
4	1,00	1,05	1,03 ab
5	0,95	1,03	0,99 ab
6	0,95	0,98	0,96 b
7	0,98	0,95	0,96 b
8	1,00	0,98	0,99 ab
9	1,13	1,10	1,11 a
10	1,08	0,98	1,03 ab
Média	0,97	0,98	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em relação aos compostos nitrogenados, foi verificado que a concentração de nitrogênio amoniacal variou de 0,98mg/L a 1,07mg/L, no reservatório de Itutinga, e de 0,94 mg/l a 1,11 mg/l, no reservatório de Camargos.

Quando se discute a toxidez da amônia, deve-se diferenciar claramente com qual das formas está se tratando. A denominação “nitrogênio amoniacal total” contempla tanto a amônia na forma não-ionizada (NH_3) quanto o íon amônio (NH_4^+). Estas formas predominam em função dos valores de pH, como relatou Carmouze (1994). Segundo o referido autor, a forma não-ionizada prevalece em pH superior a 10, e a forma ionizada, em pH inferior a 8,5. Como no presente estudo o teor de pH ficou abaixo de 8,5, diz-se que houve predominância da amônia sob a forma ionizada. Deve-se ressaltar ainda que ambas as formas são tóxicas, em níveis elevados.

Para a concentração de nitrato foram obtidos valores entre 3,81 e 3,99 mg/L, no reservatório de Itutinga, e entre 9,56 e 9,69 mg/L, no reservatório de Camargos (Tabela 9A, em anexo). Como sugerido por Sipaúba-Tavares (1994), levando-se em consideração a espécie em criação, as concentrações de nitrato devem ser menores ou igual a 10,0, para excelente cultivo de peixes. Como a concentração de nitrato esteve constantemente abaixo do recomendado, a água do reservatório apresenta uma boa qualidade para cultivo de peixes.

Os dados referentes à coloração da água dos reservatórios, observados nesse estudo, não apresentaram significância estatística ($P > 0,05$), com valores médios entre 0,96 e 1 mg/Pt/L, para o reservatório de Itutinga, e entre 1,59 e 1,69 mg/Pt/L, para o reservatório de Camargos (Tabela 11A, em anexo). Vale ressaltar que os valores do reservatório de Camargos foram superiores aos encontrados para o de Itutinga, porém, encontram-se dentro do exigido pela

resolução n° 357 do CONAMA (em anexo), que considera como valor máximo tolerável 75 mg/Pt/L.

Boyde (1997) relata que o material morto particulado (detritos), as bactérias, partículas de solo em suspensão e substâncias húmicas dissolvidas contribuem para a coloração dos reservatórios.

Os valores encontrados para condutividade elétrica apresentaram pouca variação, de 20,18 a 20,39 μ , para Itutinga e de 23,38 a 24,36 μ , para Camargos (Tabela 12A, em anexo). Para esses valores, nos diferentes pontos amostrais (01 a 07; 01 a 10) e ano (2003 e 2004), suas interações não mostraram diferença significativa ($P>0,05$).

Segundo Esteves (1998), essa variável pode fornecer informações importantes sobre o metabolismo do ecossistema, ajudando a detectar fontes poluidoras nos ambientes aquáticos, pois mostra níveis de materiais em decomposição.

Para o potencial hidrogeniônico (pH), os valores observados neste estudo encontram-se dentro dos limites considerados satisfatórios para o cultivo de peixe, conforme descrito por Figueiredo (2000), Starling & Rocha (1990), variando de 6,8 a 7,5 (Tabela 13A, em anexo). Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), resolução n° 357, de 17 de março de 2005, estes valores podem variar entre 6,0 e 9,0. Segundo Sipaúba-Tavares (1994), os principais fatores que podem causar alterações no pH são a respiração, a fotossíntese, a adubação, a calagem e as fontes poluidoras.

Os valores encontrados nas análises de fósforo total variaram entre 0,047 e 0,048 mg/L, para Itutinga, e 0,068 e 0,070 mg/L, para Camargos (Tabela 14). Para os valores de fósforo totais, analisados nos diferentes pontos amostrais (01 ao 07 - Itutinga e 01 a 10 - Camargos), não houve diferença significativa, tanto para interação, quanto para os fatores principais (ponto e ano) ($P>0,05$),

excetuando-se o fator ano no reservatório de Camargos, que apresentou maior concentração de fósforo total, no ano de 2003 ($P < 0,05$).

TABELA 14 Valores médios para o fósforo total da água superficial (em mg/L), dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	0,047	0,048	0,048
2	0,047	0,047	0,047
3	0,048	0,048	0,048
4	0,047	0,048	0,048
5	0,048	0,049	0,049
6	0,048	0,048	0,048
7	0,048	0,047	0,048
Média	0,048	0,048	
Reservatório de Camargos			
1	0,070	0,069	0,070
2	0,069	0,068	0,070
3	0,068	0,067	0,068
4	0,068	0,067	0,068
5	0,068	0,068	0,068
6	0,068	0,067	0,068
7	0,069	0,068	0,069
8	0,068	0,067	0,068
9	0,068	0,068	0,068
10	0,069	0,067	0,068
Média	0,0685 A	0,0676 B	

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem, entre si, pelo teste F ($P < 0,05$).

Os valores obtidos nesse estudo, no reservatório de Camargos, aproximaram-se do obtido por Tucci-Moura (1996), para o lago das Garças, São Paulo, classificado como ambiente oligomesotrófico. Também se assemelharam

aos dados levantados por Xavier et al. (1991), segundo os quais a concentração de fósforo total foi de 0,020 mg/L, classificando-o como oligotrófico.

Para Esteves (1988), os reservatórios que apresentam uma concentração de fósforo total inferior a 0,05 mg/L são considerados oligotróficos, enquanto aqueles com concentrações de fósforo total entre 0,05 e 0,1 mg/L são considerados oligomesotróficos. Com isso, a partir dos dados encontrados nos reservatórios de Itutinga e Camargos, podemos classificá-los como oligotrófico e oligomesotrófico, respectivamente.

Os valores de oxigênio dissolvido não apresentaram variações entre os pontos e anos estudados, bem como sua interação, o que indica um comportamento semelhante entre os pontos estudados, mas para o reservatório de Itutinga, o ano de 2003 apresentou maior valor para esse parâmetro (Tabela 15).

TABELA 15 Valores médios para o oxigênio dissolvido da água superficial (em mg/L), dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	6,58	6,48	6,53
2	6,53	6,43	6,48
3	6,65	6,35	6,50
4	6,60	6,55	6,58
5	6,65	6,43	6,54
6	6,55	6,38	6,46
7	6,48	6,38	6,43
Média	6,58 A	6,43 B	
Reservatório de Camargos			
1	6,50	6,40	6,45
2	6,71	6,49	6,60
3	6,71	6,70	6,70
4	6,77	6,72	6,74
5	6,82	6,74	6,78
6	6,69	6,65	6,67
7	6,59	6,56	6,57
8	6,59	6,53	6,56
9	6,67	6,57	6,62
10	6,64	6,62	6,63
Média	6,68	6,61	

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem, entre si, pelo teste F ($P < 0,05$).

Segundo Duarte et al. (2002), a mudança brusca de qualidade de água ocorre durante as chuvas frias, ventanias, tempestades e frentes frias prolongadas, no verão. Essa condição pode causar uma camada oxigenada superior que, ao se misturar com a camada fria, com baixo oxigênio dissolvido no fundo, causará a redução do último, devido à sua diluição e redução química.

Esse fenômeno é muito comum em grandes reservatórios, com grande bacia de captação e alta produtividade natural.

Pequenas variações foram verificadas para os resultados de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), em relação aos pontos e anos estudados, nos dois reservatórios (Tabelas 16A e 17A, em anexo).

Segundo Body & Tucker (1998), os limites mínimos adequados de DBO para a aqüicultura em tanque-rede estão abaixo de 30 mg/L, o que indica bons resultados para os dois reservatórios, uma vez que os teores de DBO foram bastante reduzidos.

Entretanto, McNeely et al. (1979) relatam que águas, com níveis de DBO inferiores a 4 mg/L, são razoavelmente limpas. Águas com níveis maiores que 10 mg/L são consideradas poluídas, uma vez que contêm grandes quantidades de material orgânico degradável. Porém, mesmo considerando esse fato, os níveis observados para os reservatórios mantêm-se satisfatórios para a instalação de tanques-rede.

A resolução nº 357 do CONAMA (2005), estabelece um limite para DBO de até 10 mg/L, para a proteção das comunidades aquáticas (rios de classe 2), pois elevados valores da DBO podem reduzir os níveis de oxigênio das águas.

A DQO é a medida do total de oxigênio requerido para oxidar, quimicamente, a matéria orgânica na água, sendo uma estimativa do total de matéria orgânica e materiais redutores presentes nela. Os valores encontrados, para este parâmetro, nos reservatórios apresentaram-se de forma semelhante, estando entre 24,26 e 23,78, e 21,38 e 22,09, para os reservatórios de Itutinga e Camargos, respectivamente, sendo considerados bons, promovendo menor consumo de oxigênio dissolvido (Tabela 17A, em anexo).

4.2 Zoneamento dos reservatórios de Itutinga e Camargos

4.2.1 Zoneamento do reservatório de Itutinga

Foram feitas campanhas para identificar os pontos possíveis para a instalação dos tanques-rede. Estes pontos foram georeferenciados e estão ilustrados na Figura 3.

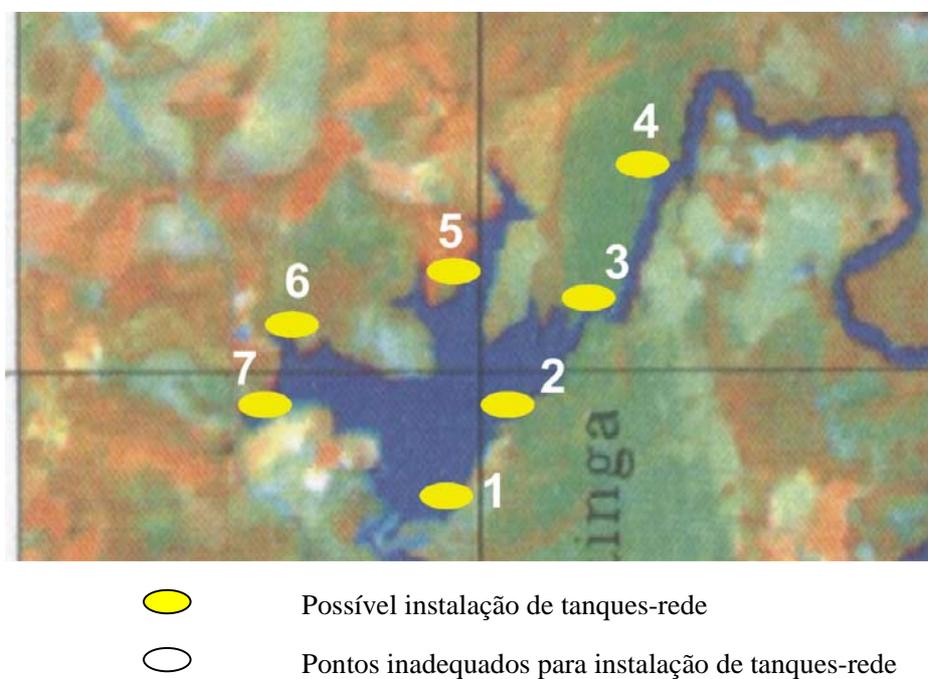


FIGURA 3 Pontos georeferenciados para a instalação de tanques-rede.

4.2.1.1 Fichas de campo realizadas nas campanhas de Itutinga

A) Georeferenciamento do local

Ponto 1

Latitude: 21°17'34,82'' S

Longitude: 44°37'16,77'' W

- a) Casa: não apresenta
- b) Cultura: não apresenta
- c) Criação de animais: não apresenta
- e) Indústria: não apresenta
- f) Esgoto / Lixos: não apresenta
- d) Afluentes: não apresenta
- e) Área de preservação: apresenta
- f) OBS: Esta área está localizada a 100 m da barragem de Itutinga e, com isso, entra na especificação para montagem dos tanques-rede, pois pode-se manter uma área de segurança de 50 m da barragem.

B) Georeferenciamento do local

Ponto: 3

Latitude: 21°17'48,36'' S

Longitude: 44°36'21,55'' W

- a) Casa: presença de casa de veraneio
- b) Cultura: pastagens
- c) Criação: gado

- d) Indústria: não apresenta
- e) Esgoto / Lixos: estrume de gado e casa com fossa seca
- f) Afluentes: apresenta 1 afluente
- g) Área de preservação: só na nascente

OBS: Esta área, apesar de ter lançamento de estrume de gado na represa, é adequada para instalação de tanques-rede, pois pode ser feita uma campanha para a retirada dos dejetos de gado lançados no reservatório.

4.2.1.2 Batimetria do reservatório de Itutinga

4.2.1.2.1 Sistemática de levantamento

O relevo de fundo e a velocidade de correnteza do reservatório de Itutinga estão representados nas Figuras 4 e 5 e na Tabela 16, respectivamente.

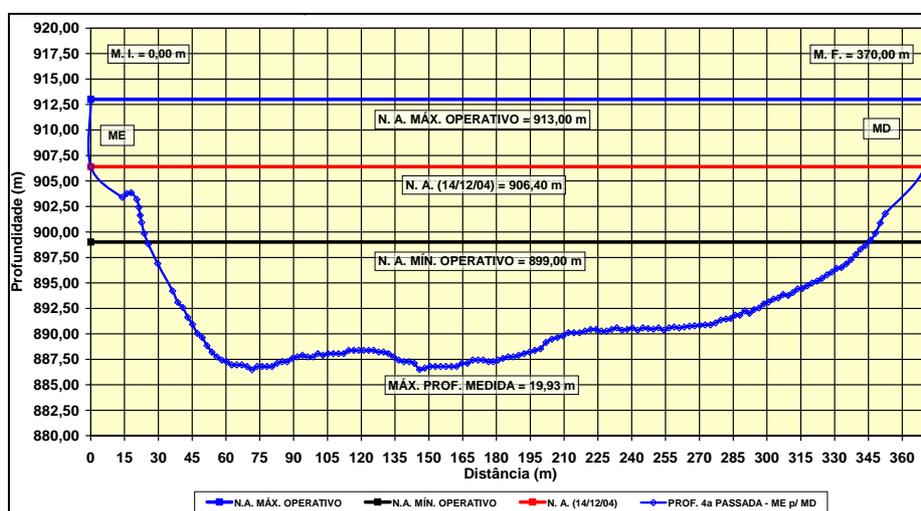


FIGURA 4 Relevo de fundo do reservatório de Itutinga (seção 01).

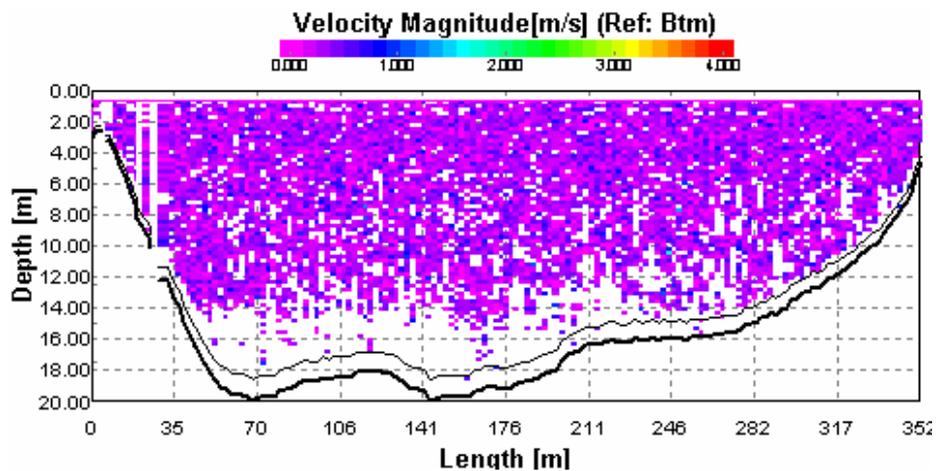


FIGURA 5 Velocidade de correnteza no reservatório de Itutinga.

TABELA 16 Valores de velocidade (em m/s) e direção (em graus), do barco e da correnteza, no reservatório de Itutinga.

Itens	Valores
Velocidade do barco (m/s)	0,890
Curso do barco (graus)	178,72
Velocidade da correnteza (m/s)	0,203
Direção da correnteza (graus)	357,58

Nas Figuras 4 e 5 observam-se a profundidade média do braço em estudo, de 19,93 m, o comprimento da seção, de 370,00 m e a velocidade média da correnteza, de 0,203 m/s.

4.2.1.2.2 Área dos braços para a instalação dos tanques-rede

A área obtida para instalação dos tanques-rede no reservatório de Itutinga compreende 2,83 ha (Figura 6).

O tempo de residência da água no braço é de aproximadamente 32 dias, uma vez que o volume d'água deste braço é de 564.010 m³ e a vazão é de 0,203 m/s.

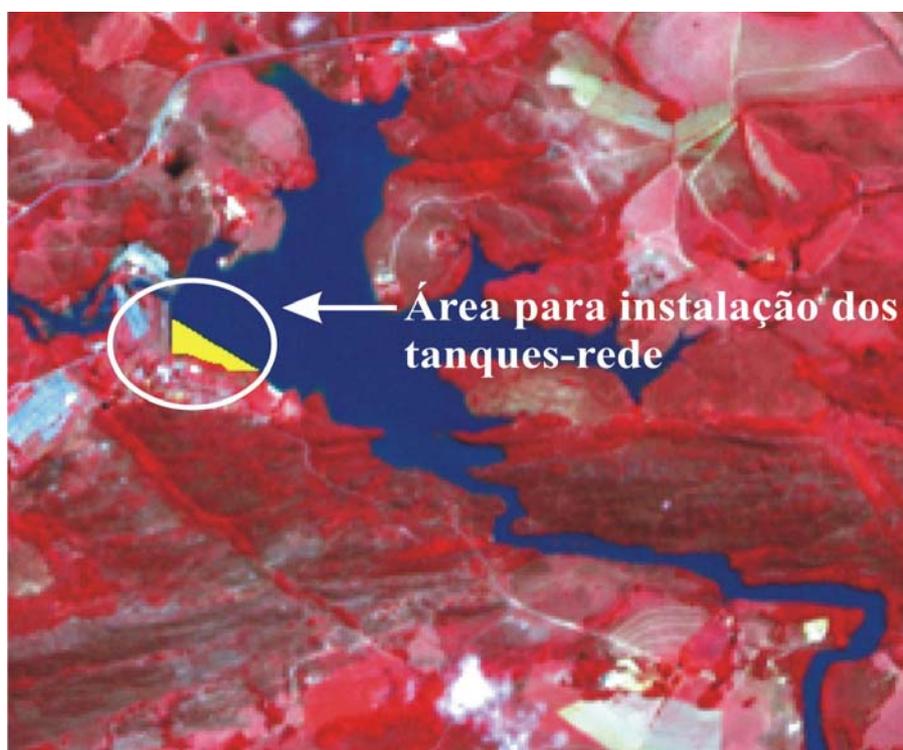


FIGURA 6 Área escolhida para a instalação dos tanques-rede no reservatório de Itutinga.

4.2.1.2.3 Cálculo do tempo de residência da água

Cálculo do volume de água no braço:

$$V = 28300 \text{ m} \times 19,93 \text{ m}$$

$$V = 564010 \text{ m}^3$$

Cálculo do tempo de residência da água no braço:

$$T = (V \div P / s) \div 86400s$$

$$T = (564010 \div 0,203) \div 86400s$$

$$T = 32,15 \cong \mathbf{32 \text{ dias}}$$

4.2.2 Zoneamento do reservatório de Camargos

Foram feitas campanhas para identificar os pontos possíveis para a instalação dos tanques-rede (Figura 7).

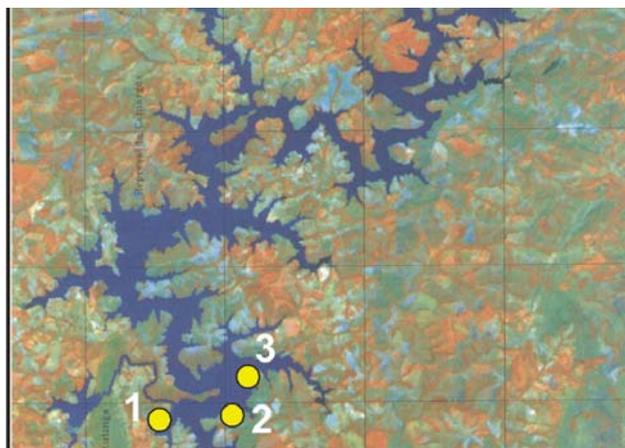


FIGURA 7 Pontos para possível instalação de tanques-rede no reservatório de Camargos.

4.2.2.1 Fichas de campo realizadas nas campanhas de Camargos

A) Georeferenciamento do local

Ponto 1

Latitude: 21° 23'0,02''

Longitude: 44° 32'18,3''

- a) Casa: não apresenta
- b) Cultura: campo
- c) Criação: gado
- d) Indústria: não apresenta
- e) Esgoto / Lixos: não apresenta
- f) Afluentes: apresenta 1 afluente
- g) Área de preservação: poucos pontos
- h) OBS: não consta
- i) Foto (Figura 8)



FIGURA 8 Representação do ponto 1, reservatório de Camargos.

B) Georeferenciamento do local

Ponto 2

Latitude: 21°21'42,8''

Longitude: 44°31'30,8''

- a) Casa: não apresenta
- b) Cultura: campo
- c) Criação: gado
- d) Indústria: não apresenta
- e) Esgoto / Lixos: não apresenta
- f) Afluentes: apresenta 1 afluente
- g) Área de preservação: em alguns pontos
- h) OBS: não consta
- i) Foto (Figura 9)



FIGURA 9 Representação do ponto 2, reservatório de Camargos.

C) Georeferenciamento do local

Ponto 3

Latitude: 0552823 UTM

Longitude: 7635236

- a) Casa: não apresenta
- b) Cultura: pastagem
- c) Criação: gado
- d) Indústria: não apresenta
- e) Esgoto / Lixos: não apresenta
- f) Afluentes: apresenta de 2 afluentes
- g) Área de preservação: em alguns pontos
- h) OBS: não consta
- i) Foto (Figura 10)



FIGURA 10 Representação do ponto 3, reservatório de Camargos.

4.2.2.2 Batimetria do reservatório de Camargos

4.2.2.2.1 Sistemática de levantamento

Para o levantamento batimétrico do reservatório de Camargos também foi utilizado o instrumento ADCP (Acoustic Doppler Current Profile).

Com o uso da batimetria foi possível calcular a velocidade média das correntes e a profundidade média do braço em estudo, necessárias para o cálculo do tempo de residência da água, definindo, assim, a capacidade de suporte deste braço para a instalação de tanques-rede. O relevo de fundo e a velocidade de correnteza do reservatório de Camargos estão apresentados nas Figuras 11 e 12 e na Tabela 17, respectivamente.

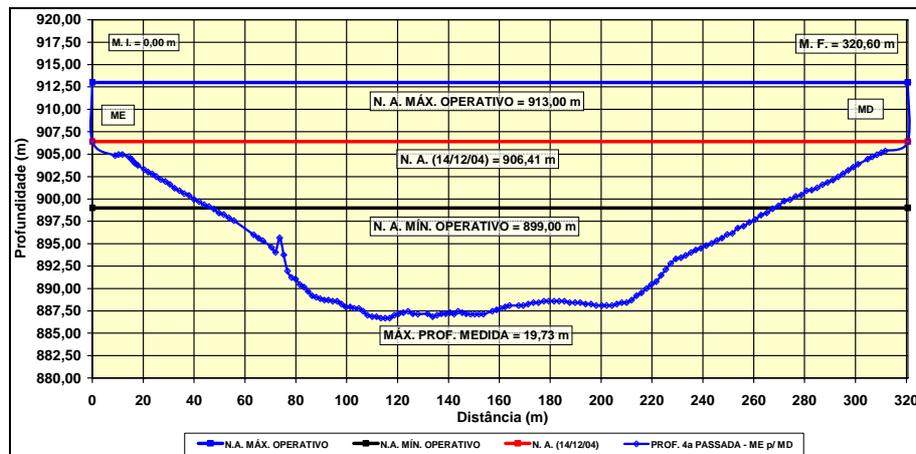


FIGURA 11 Relevo de fundo do reservatório de Camargos (ponto 1).

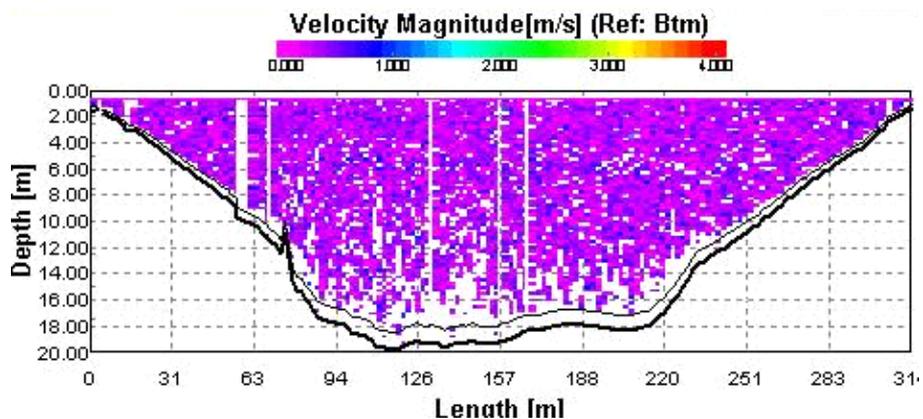


FIGURA 12 Velocidade de correnteza no reservatório de Camargos (ponto 1).

TABELA 17 Valores de velocidade (em m/s) e direção (em graus), do barco e da correnteza, no reservatório de Camargos.

Ítems	Valor
Velocidade do barco (m/s)	0,88
Curso do barco (graus)	28,63
Velocidade da correnteza (m/s)	0,217
Direção da correnteza (graus)	295,64

Para o ponto 1, a profundidade média do braço em estudo foi de 19,73 m, o comprimento da seção foi de 320,60 m e a velocidade média da correnteza foi de 0,217 m/s.

4.2.2.2.2 Área dos braços para a instalação dos tanques-rede

Para o cálculo do braço em estudo foi utilizado o software Envi 4.2 e construída uma “layer”, a partir da qual foi possível calcular a área. Esta área é de 1,66 ha (Figura 13).

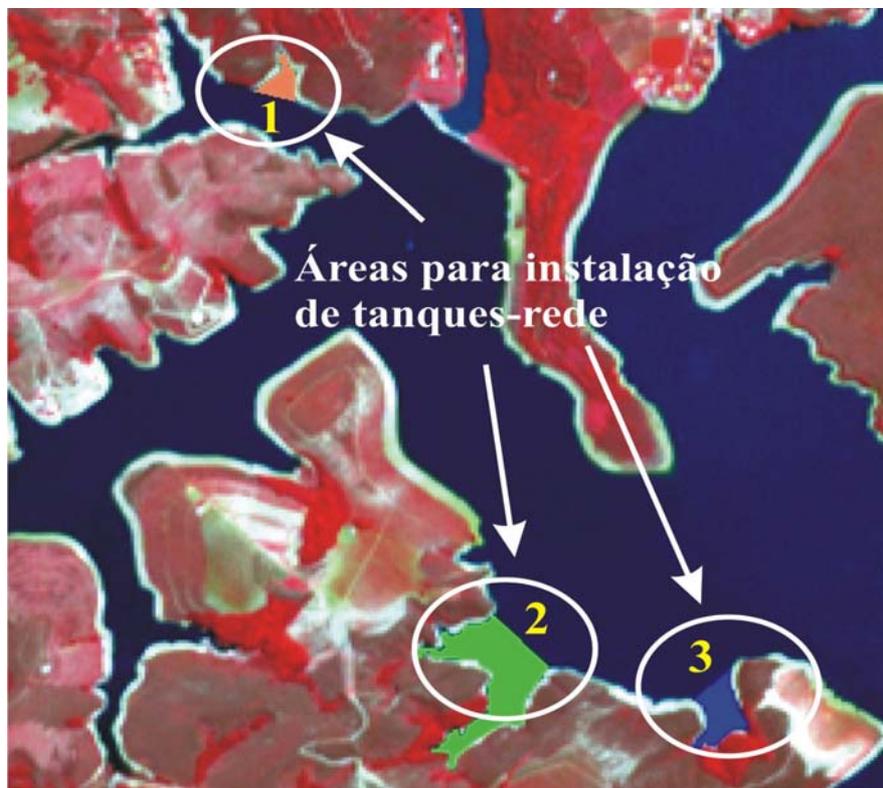


FIGURA 13 Áreas de potencial para a instalação dos tanques-rede 1, 2 e 3, no reservatório de Camargos. Área de estudo: ponto 1.

4.2.2.2.3 Cálculo do tempo de residência da água

Cálculo do volume de água do braço, no ponto 1:

$$V = 16600 \text{ m} \times 19,73 \text{ m}$$

$$V = 327518 \text{ m}^3$$

Cálculo do tempo de residência da água no braço:

$$T = (V \div P / s) \div 86400s$$

$$T = (327518 \div 0,217) \div 86400s$$

$$T = 17,47 \cong \mathbf{18 \text{ dias}}$$

A metodologia de zoneamento realizada nos reservatórios de Itutinga e Camargos está coerente com as recomendações das Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (Brasil, MMA/SDS, 2001).

Os resultados obtidos utilizando as fichas de campo, tanto para o reservatório de Camargos como para o de Itutinga, nos mostram os braços que apresentam melhores características para a instalação de tanques-rede.

A grande maioria da região em torno dos reservatórios é formada por áreas ocupadas por balneários, fazendas de cultivo de milho e batata, com criações ainda de suínos e caprinos, o que favorece o carreamento de nutrientes empregados nas lavouras e resíduos orgânicos diversos, incluindo esterco animal. Essas áreas não mostraram características favoráveis para a instalação de tanques-rede.

Características semelhantes foram observadas no zoneamento da piscicultura em tanques-rede nos reservatórios do Submédio São Francisco, realizado em abril de 2000, pela Chesf (Companhia Hidrelétrica do São

Francisco), segundo o qual, ao longo de toda a margem do compartimento oeste do reservatório de Paulo Afonso IV (PA-IV), concentra-se um elevado número de minifúndios, dedicados predominantemente às atividades agropecuárias, contemplando a produção de olerícolas, frutíferas, gramíneas forrageiras, palma forrageira e algumas culturas de subsistência como mandioca, milho, cana-de-açúcar e feijão.

4.3 Cálculo da capacidade de suporte dos braços de Itutinga e Camargos

A capacidade de suporte é calculada em função de L (aporte permissível/aceitável de fósforo, oriundo do cultivo nos tanques-rede, expresso em $\text{g/m}^2/\text{ano}$) e ΔP (variação aceitável nas concentrações de fósforo total em um ambiente utilizado para cultivo de peixes em tanques-rede, expresso em mg/m^3), e a profundidade (Z) é uma das variáveis utilizadas no cálculo de L [$L = \Delta P (Z \rho) / (1-R)$]. Com base nos valores das cotas de operação, foi então determinada a profundidade média, sendo este o valor empregado na modelagem.

Outra variável utilizada é a concentração superficial de fósforo existente no ambiente, a qual entra no modelo da determinação do ΔP , sendo também proporcional à capacidade de suporte determinada. Para estimativa, utilizou-se a média dos dados dos anos de 2003 e 2004 (Tabela 18).

TABELA 18 Valores médios de fósforo (em mg/L^{-1}) dos reservatórios de Itutinga e Camargos nos anos de 2003 a 2004.

Pontos	Concentração média de Fósforo mg/L^{-1}
01 de Camargos	0,07
01 de Itutinga	0,048

Com base nesses resultados utilizou-se um ΔP de 0,040 mg/L, em função da resolução n° 357 (CONAMA, 2005), que determina uma concentração máxima de 0,05 mg/L, para rios enquadrados como classe 2. Todas essas variáveis permitiram a estimativa da produção de peixes no ambiente, para que a capacidade suporte não fosse superada.

4.3.1 Cálculo para o braço de Itutinga

Memória de cálculo para o braço de Itutinga:

CAPACIDADE DE SUPORTE PARA TANQUES-REDE ITUTINGA

Área do braço (hectare – m ²)	2,83	28300
Profundidade média do braço (média do nível máx e min)		19,3
Tempo de residência (trocas/ano dias)		32
Teor de fósforo da ração (%/ton)		1
Teor de fósforo no peixe (%/ton)		0,3
Coefficiente de sedimentação		0,321064
Conversão alimentar		1,5
Produtividade (ton/ano/m ³)		0,3
Gaiolas (m ²)		12

CARGA AMBIENTAL DE FÓSFORO (Pe)

Pe	12	P/ton de peixe
x	3,6	

Carga de P das gaiolas (em mg/m²/ano), para mudar o ambiente - variação de P

Variação de P desejável	30
L (carga de P das gaiolas mg/P/ano)	10044,83
L (carga de P das gaiolas kg/P/ano)	0,010045
	284,2687
Tonelada de peixe produzida/ano	31,27
m ² de gaiola	78,96
Número de Gaiolas	8,68
% do reservatório ocupado	0,279
Área a ser requerida	1,395
Área de zoneamento m ²	394,8177
Área em ha	0,039482

De acordo com o levantamento de dados obtidos no reservatório de Itutinga, a capacidade de suporte dos tanques-rede no braço estudado é de aproximadamente nove gaiolas, de 12 m³ cada. Com esta capacidade de suporte é possível obter uma produção de 31,27 toneladas de peixes por ano, numa área de 0,0394 ha.

4.3.2 Cálculo para o braço de Camargos

Memória de cálculo para o braço de Itutinga:

CAPACIDADE DE SUPORTE PARA TANQUES-REDE CAMARGOS

Área do braço (hectare – m ²)	1,66	16600
Profundidade média do braço (média do nível máx e min)		19,73
Tempo de residência (trocas/ano dias)		18
Teor de fósforo da ração (%/ton)		1
Teor de fósforo no peixe (%/ton)		0,3
Coefficiente de sedimentação		0,262815
Conversão alimentar		1,5
Produtividade (ton/ano/m ³)		0,3
Gaiolas (m ²)		12

CARGA AMBIENTAL DE FÓSFORO (Pe)

Pe	12	P/ton de peixe
x	3,6	

Carga de P das gaiolas (em mg/m²/ano), para mudar o ambiente - variação de P

Varição de P desejável	30
L (carga de P das gaiolas mg/P/ano)	16281,41
L (carga de P das gaiolas kg/P/ano)	0016281
Quantidade de P no ambiente	270,2714
Tonelada de peixe produzida/ano	30,03
m ² de gaiola	75,0754
Número de Gaiolas	8,34
% do reservatório ocupado	0,452261
Área a ser requerida	2,261307
Área de zoneamento m ²	375,377
Área em ha	0,037538

O levantamento de dados obtidos no reservatório de Camargos mostra que a capacidade de suporte dos tanques-rede no braço estudado é de aproximadamente oito gaiolas, de 12 m³ cada. Com esta capacidade de suporte é possível obter uma produção de 30,03 toneladas de peixes por ano, numa área de 0,0375 ha.

Rocha (2001), em análise experimental no reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas, utilizando o mesmo método adotado nesse experimento, também obteve dados que permitiram a determinação da capacidade de suporte do reservatório.

Segundo Beveridge (1987), a utilização de modelos matemáticos possibilita uma predição dos impactos causados pela criação de peixes em tanques-rede, estabelecendo o volume de criação que pode ser implantado no ambiente, sem que haja o comprometimento da qualidade da água, proporcionando a administração e a implementação de numerosas estratégias (utilização de alimentação menos poluente, utilização de linhagens de peixes que tenham melhor conversão alimentar, adequação de taxas de alimentação etc), as quais resultarão em melhor utilização do recurso ambiental explorado.

Beveridge (1996) e Pillay (1992) reuniram, em seus trabalhos, os principais fatores impactantes, as conseqüências dos impactos e exemplos de ambientes que sofreram os efeitos dos cultivos intensivos em tanques-rede. Os autores realçam os problemas de compatibilidade de atividades, conflitos no uso da água, sedimentação e obstrução de cursos d'água e descarga de efluentes.

A eutrofização é um processo desencadeado pelo aumento dos nutrientes na água, sendo um indicativo de poluição (Esteves, 1988; Boyd, 1997). A expansão desordenada, acima da capacidade de suporte das áreas, associada ao manejo produtivo e nutricional inadequados, pode levar à eutrofização do ambiente. Esta eutrofização ocorre em função do aumento na excreção de

resíduos, principalmente nitrogenados e fosfatados, bem como da dissolução de alimento. Estes resíduos aumentam o teor de nutrientes no sistema, enriquecendo-o. Este enriquecimento é benéfico até certo ponto, promovendo aumento na população de peixes do ambiente natural. Entretanto, o super enriquecimento do ambiente torna-se poluição, uma vez que favorece a proliferação de algas e o acúmulo de lodo anaeróbico, o que diminui a disponibilidade de oxigênio ao meio (Bozano & Cyrino, 1999). Segundo Boyd (1997), a presença de tais resíduos na água gera um aumento na demanda de oxigênio, reduzindo os teores desse gás a níveis inferiores àqueles necessários para a sobrevivência dos peixes.

O modelo de Dillon & Rigler (1974), de estimativa da capacidade de suporte ambiental, foi mais amplamente testado em lagos e reservatórios rasos e profundos, em regiões temperadas e tropicais (Beveridge, 1984).

5 CONCLUSÕES

Em função dos resultados observados neste trabalho, conclui-se que:

- os parâmetros limnológicos das represas de Itutinga e Camargos encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), da legislação brasileira, para a criação de organismos aquáticos;
- os braços destacados, tanto no reservatório de Itutinga quanto no de Camargos, foram selecionados para a instalação dos tanques-rede por apresentarem proximidade do centro urbano, possibilitando o escoamento da produção e usos múltiplos compatíveis com a atividade, com áreas de acesso livre e características limnológicas compatíveis com a atividade;
- os braços estudados dos reservatórios de Itutinga e Camargos comportam o cultivo de peixes em tanques-rede, desde que seja respeitado o valor máximo da capacidade de suporte de nove tanques-rede, de 12 m³ cada, para Itutinga e de oito tanques-rede, de 12 m³ cada, para Camargos;
- nessas condições, é possível obter uma produção anual de 31,27 ton/ano e 30,03 ton/ano, nos reservatórios de Itutinga e Camargos, respectivamente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTE BRASIL. **Recursos hídricos**. 2002. 14p. Disponível em:<www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 10 maio 2002.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standards methods for the examination of water and wastewater**. 17.ed. Washington, 1989. 1134p.

BECKER, B.K.; EGLER, C.A.G. **Detalhamento da metodologia para a execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: MMA. Secretaria de Estudos Estratégicos da Presidência da República, 1997. 43p.

BEVERIDGE, M.C.M. **Cage and pen fish farming**. Carrying capacity models and environmental impact. FAO fisheries, 1984. 131p. (Technical Paper, 255).

BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. Surrey, England: Fishing News Books, 1987.

BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**: Oxford: Fishing News Books, 1996. 346p.

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic, 1998.

BOYDE, C.E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: Birmingham, 1997. 482p.

BOZANO, L.N.; CYRINO, J.E.P. Análise econômica da criação de peixes no sistema de tanques-rede. **Panorama da Aquicultura**, v.9, p.26-30, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil**. Brasília: MA/SDS, 2001.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357 de 17 mar. 2005. 23p. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção I:11355-11361.

BROWN, E.E.; GRATZEK, J.B. **Fish farming handbook**. Westport: AVI, 1980. 391p.

BRUNE, D.E. **Sustainable aquaculture systems**. Report prepared for the Office of Technology Assessment, Washington: U.S. Congress. Food and Renewable Resources Program, 1994.

BUTTNER, J.K. Cage culture of black bulhead. **Aquaculture Magazine**, Little Rock, v.18, n.13, p.55-65, May/June, 1992.

CALHEIROS, D.F.; FERREIRA, C.J. **Alterações limnológicas no Rio Paraguai “dequada” e o fenômeno natural de mortalidade de peixes no Pantanal Mato-grossense, MS**. Corumbá: Embrapa-CPAP, 1997. 48p. (Boletim de Pesquisa, 7).

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura intensiva e sustentável de espécies nativas brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.117-130.

CASTAGNOLLI, N.; SOBUE, S.; SANCHEZ, N.F. Criação de carpas em tanques-rede: problemas de adaptação em pequenas represas. **Científica**, Jaboticabal, v.3, n.2, p.203-212, 1975.

CASTANGNOLLI, N.; TORRIERI Jr., O. Confinamento de peixes em tanques-rede. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.32, n.11, p.1513-1517, 1980.

CHO, T.; NOMURA, Y.; YANO, T.; SHIKASHO, S.; INOUE, M. **The use of a surface-type and a depth-type neutron moisture meter in studies of soil water regimes - water management in a sand dune area**. Tottori: Faculty of Agriculture, Tottori University, 1976. 86p.

COCHE, A.G. A review of cage fish culture and its application in Africa . In: PILLAY, T.V.R.; DILL, Wn.A. (Ed.). **Advances in aquaculture**. Farnham: Fishing News Books, 1976. p.428-440.

COCHE, A.G. The biology and culture of Tilápias. In: CLARM CONFERENCE PROCEEDINGS, 7., 1982, Manila. **Proceedings...** Manila, Philippines: International Centerfor Living Aquatic Resources Management, 1982. p.205-246.

COLT, J. Aquacultura production systems. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.69, p.4183-4192, Oct. 1991.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Encontro mineiro de irrigantes**. Belo Horizonte, MG, 1991. 123p.

DILLON, P.J.; RIGLER, F.H. A test of a simple nutrient budget model predicting thr phosphorus concentrations in lake water. **Journal Fish.Res.Board**, Canadian, v.31, n.14, p.1771-1778, 1974.

DUARTE, S. et al. Distribuição e abundância relativa de cumbaca *Trachelyopterus striatulus* Steindachner (Osteichthyes, Auchenipteridae) no reservatório de Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.19, n.3, p.925-933, 2002.

EFRINK, B.; VARGAS, B.M. **Mathematical modeling study of hydrodynamic conditions at the colling water outfall**. 2003. 24p. (Relatório Técnico).

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

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

ESTEVES, F. de A.; BARBOSA, F.A.R. Eutrofização artificial; a doença dos lagos. **Ciência Hoje**; Eco-Brasil, Rio de Janeiro, p.48-53, 1992. (Especial).

FAO. **Dados agrícolas de FAOSTAT** - nutrición - Codex Alimentarius: resíduos de plaguicidas em los alimentos - limites máximos de resíduos. Disponível em: <www.url:http://apps.fao.org>. Acesso em: 10 dez. 2002.

FIGUEIREDO, M.R. **Protótipos de instalações climatizadas para criação de rãs em regiões de clima temperado, em sistemas integrados de produção:** processo n.99/1470.2. Porto Alegre, RS: FAPERGS, 2000. (Projeto).

FROSSARD, H.; VERANI, J.R. Fatores limitantes ao desenvolvimento do pacu, em cultivo semi-intensivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE QUICULTURA, 7., 1992, Peruíbe. **Resumos...** Peruíbe: ABRAq/ABRACOA/ABRAPOA, 1992. p.22.

GIAROLA, N.F.B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos (MG).** 1994. 226p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, MG.

GOLTERMAN, H.L.; CLYNO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for chemical analysis of fresh water.** Boston: Blackwell, 1978. 214p.

HEPHER, B. Ecological aspects of warm-water fishpond management. In: GERKING, S.D. (Ed.). **Ecology of freshwater fish production.** London: Blackwell Scientific, 1978. p.447-468.

KROM, M.D.; NEORI, A. Importance of Walter flow rate in controlling water quality process in marine and freshwaler fish ponds. **The Israeli Journal of Aquacultute**, v.41, n.1, p.23-33, 1989.

KUBITZA, F. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. **Panorama da Aqüicultura**, v.9, n.51, p.44-50, 1999.

LANDA, G.G. **Composição do Zooplâncton em quatro represas no Campus da Universidade Federal de Lavras:** um subsídio à piscicultura. 1999. 227p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MAIER, M.H.; MEYER, M.; TAKINO, M. Caracterização física e química da água da Represa do Rio Grande (Riacho Grande), SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.12, n.3, p.47-61, out. 1985.

MÂMAR, R.M.; CYRINO, J.E. **Piscicultura**. Campinas: CATI, 1986. 103p.

MASSER, M.P. **What is cage culture?** Southeastern Regional Aquaculture Center. Alabama: Alabama Auburn University. Cooperative Extension Service, 1989. (Publ., 160).

McNEELY, R.N.; MEIMANIS, V.P.; DWYER, L. **Water quality sourcebook: a guide to water quality parameters**. Ottawa: Inland Water Directorate. Water Quality Branch, 1979. 77p.

MEDLAND, T.E. BEAMISH, F.W.H. The influence of diet and fish density on apparent heat increment in rainbow trout. **Salmo Gairdneri. Aquaculture**, Amsterdam, v.47, p.1-10, 1985.

MELLO, C.B.M. **Frequência de alimentação e densidade de estocagem para pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) na fase de crescimento, criado em sistema de tanque-rede** 1994. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MILNE, P.H. Selection of sites and desing of cages, fishpens and net enclosures for aquaculture. In: PILLAY, T.V.R.; DILL, Wm.A. (Ed.). **Advances in aquaculture**. Farnham: Fishing News Books, 1976. p.416-423.

MOLLER, D. Recent developments in cage and enclosure aquaculture in Noway. In: PILLAY, T.V.R.; DILL, Wm.A. (Ed.). **Advances in aquaculture**. Farnham: Fishing News Books, 1976. p.447-453.

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CARVALHO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.201.

PANTULU, V.R. Floating cage culture of fish in the lower mekong basin. In: PILLAY, T.V.R.; DILL, Wm.A. (Ed.). **Advances in aquaculture**. Farnham: Fishing News Books, 1976. p.423-427.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. New York: J. Wiley, 1992. 188p.

PORTO, M.F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. de. Caracterização da qualidade da água: hidrologia ambiental. São Paulo: EDUSP/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p.27-66.

RESENDE, E.K. de; PEREIRA, R.A.C.; ALMEIDA, V.L.L. de.; SILVA, A.G. da. **Alimentação de peixes carnívoros do planalto inundado do Rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá-MS: EMBRAPA-CPAP, 1994. 36p. (Boletim de Pesquisa, 3).

ROCHA, S.F. **Influência do cultivo intensivo de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede na qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica de Furnas – MG**. 2001. 150p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre)-Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ROTTA, M.A.; QUEIROZ, J.F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal. 2003. 27p (Documentos, 47).

SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade de Tanques-rede de pequeno volume**. Campinas, SP: Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja, 1997. 78p.

SCHMITTOU, H.R. Cage culture of channel catfish. In: FARMING CONFERENCE, 1., 1969, Texas. **Proceedings...** Texas: Texas Agricultural Extension Service. Department of Wildlife Science of the College of Agriculture. Texas A & M University, 1969. p.72-75.

SCHMITTOU, H.R. Guidelines for raising principally omnivorous Carpa, Catfishes and Tilapias in cages suspended in freshwater ponds, lakes and reservoirs. In: PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, 1991, Singapore. **Proceedings...** Singapore: American Soybean Association, 1991. p.24-42.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ROCHA, O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. **Biotemas**, v.7, n.1-2, p.46-56, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; MORAES, M.A.G.; BRAGA, F.M.S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.4, p.543-551, 1999.

STARLING, F.L.R.; ROCHA, A.J.A. Experimental study of the impacts of planktivorous fishes on plankton community and eutrophication of a tropical Brazilian reservoir. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 200, p.581-591, 1990.

STICKNEY, R.R. Tilapia nutrition feeds and feeding. **Tilapia aquaculture in the Americas**, v.1, n.1, p.34-54, 1997.

TAKINO, M.; MAIER, M.H.; SANTOS, D.C. dos. Limnologia da Represa Borba, Pindamonhangaba, São Paulo, Brasil. I. Qualidade da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.12, n.2, p.67-76, jul. 1985.

THORNTON, K.W. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, F.E. (Ed.). **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: J. Willey, 1992. p.1.

TORQUATO, V.C. Experiências com tanques-rede para o cultivo de peixes. In: ENCONTRO ANUAL DE AQUÍCULTURA, 10., 1992, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AMA, 1992. p.51-55.

TUDISI, J.G. Ambiente, represas e barragens. **Ciência Hoje**; Eco-Brasil, Rio de Janeiro, p.40-46, 1992 (Especial).

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. **Water quality criteria**. Washington, 1972. 408p.

WOLLENWEIDER, R.A. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. Paris: OECD-Report DAS/CSI/68.27, 1968. 220p.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	Pág.
TABELA 1A. Valores médios para a temperatura (°C) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	78
TABELA 2A. Valores médios para a temperatura do ar (°C) dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	79
TABELA 3A. Valores médios para a turbidez (UNT) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	80
TABELA 4A. Valores médios para os sólidos totais (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	81
TABELA 5A. Valores médios para os sólidos dissolvidos (mg/L) da água superficial do reservatório de Itutinga e Camargos.	82
TABELA 6A. Valores médios para a alcalinidade (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	83
TABELA 7A. Valores médios para o cálcio (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	84
TABELA 8A. Valores médios para o íon nitrato (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	85
TABELA 9A. Valores médios para a cor (mg/Pt/l) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	86
TABELA 10A. Valores médios para a condutividade elétrica (μ) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	87

TABELA 11A. Valores médios para o potencial hidrogeniônico da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	88
TABELA 12A. Valores médios para a demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	89
TABELA 13A. Valores médios para a demanda química de oxigênio (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.	90

ANEXO B

Pag.

TABELA 1B. Resumo das análises de variância para a transparência (Trans), profundidade de coleta (PC) e temperatura da água (TA) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	91
TABELA 2B. Resumo das análises de variância para a temperatura do ar (TA _r), turbidez (TZ) e sólidos totais (ST) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	91
TABELA 3B. Resumo das análises de variância para os sólidos dissolvidos (SD), cálcio (Ca) e nitrogênio nítrico (NT) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	92
TABELA 4B. Resumo das análises de variância para o nitrogênio amoniacal (NA), alcalinidade (A) e cor da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	92
TABELA 5B. Resumo das análises de variância para a condutividade elétrica (CA), potencial hidrogeniônico (pH) e fósforototal(F) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	93

TABELA 6B.	Resumo das análises de variância para o oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	93
TABELA 7B.	Resumo das análises de variância para a profundidade de coleta (PC), temperatura da água (TA) e temperatura do ar (TAr) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.	94
TABELA 8B.	Resumo das análises de variância para a turbidez (TZ), sólidos totais (ST) e sólidos dissolvidos (SD) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.	94
TABELA 9B.	Resumo das análises de variância para o cálcio (Ca) nitrogênio nítrico (NT) e nitrogênio amoniacal (NA) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.	95
TABELA 10B.	Resumo das análises de variância para a alcalinidade (A), cor e condutividade elétrica (CA) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.	95
TABELA 11B.	Resumo das análises de variância para o potencial hidrogeniônico (pH), fósforo total(F) e oxigênio dissolvido (OD) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.	96
TABELA 12B.	Resumo das análises de variância para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.	96
TABELA 13B.	Resumo das análises de variância para a transparência (Trans), profundidade de coleta (PC) e temperatura da água (TA) da superfície do reservatório de Camargos.	97

TABELA 14B. Resumo das análises de variância para a temperatura do ar (TAr), turbidez (TZ) e sólidos totais (ST) da superfície do reservatório de Camargos.	97
TABELA 15B. Resumo das análises de variância para os sólidos dissolvidos (SD), cálcio (Ca) e nitrogênio nítrico (NT) da superfície do reservatório de Camargos.	98
TABELA 16B. Resumo das análises de variância para o nitrogênio amoniacal (NA), alcalinidade (A) e cor da superfície do reservatório de Camargos.	98
TABELA 17B. Resumo das análises de variância para a condutividade elétrica (CA), potencial hidrogeniônico (pH) e fósforo total(F) da superfície do reservatório de Camargos.	99
TABELA 18B. Resumo das análises de variância para o oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Camargos.	99
TABELA 19B. Resumo das análises de variância para a profundidade de coleta (PC), temperatura da água (TA) e temperatura do ar (TAr) do fundo do reservatório de Camargos.	100
TABELA 20B. Resumo das análises de variância para a turbidez (TZ), sólidos totais (ST) e sólidos dissolvidos (SD) do fundo do reservatório de Camargos.	100
TABELA 21B. Resumo das análises de variância para o cálcio (Ca) nitrogênio nítrico (NT) e nitrogênio amoniacal (NA) do fundo do reservatório de Camargos.	101
TABELA 22B. Resumo das análises de variância para a alcalinidade (A), cor e condutividade elétrica (CA) do fundo do reservatório de Camargos.	101

TABELA 23B. Resumo das análises de variância para o potencial hidrogeniônico (pH), fósforo total(F) e oxigênio dissolvido (OD) do fundo do reservatório de Camargos. 102

TABELA 24B. Resumo das análises de variância para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Camargos. 102

ANEXO A

TABELA 1A. Valores médios para a temperatura (°C) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	22,45	22,70	22,58
2	22,58	22,85	22,71
3	22,40	23,00	22,70
4	22,48	22,80	22,64
5	22,58	22,65	22,61
6	22,45	22,65	22,55
7	22,75	22,78	22,76
Média	22,53	22,78	
Reservatório de Camargos			
1	22,78	22,78	22,78
2	22,83	22,83	22,83
3	22,90	25,65	24,28
4	23,30	23,28	23,29
5	23,03	23,00	23,01
6	22,83	22,83	22,83
7	22,98	22,75	22,86
8	22,65	22,65	22,65
9	22,90	22,83	22,86
10	22,83	22,83	22,83
Média	22,95	23,30	

TABELA 2A. Valores médios para a temperatura do ar (°C) dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	23,50	23,80	23,65
2	23,55	23,90	23,73
3	23,53	23,80	23,66
4	23,65	23,85	23,75
5	23,50	23,85	23,68
6	23,50	23,68	23,59
7	23,63	23,70	23,66
Média	23,55	23,80	
Reservatório de Camargos			
1	24,20	24,13	24,16
2	24,33	24,23	24,28
3	24,23	24,28	24,25
4	24,37	24,27	24,32
5	24,50	24,40	24,45
6	24,63	24,53	24,58
7	24,38	24,35	24,36
8	24,70	24,63	24,66
9	24,50	24,45	24,48
10	24,68	24,61	24,65
Média	24,37	24,31	

TABELA 3A. Valores médios para a turbidez (UNT) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,38	1,33	1,35
2	1,35	1,33	1,34
3	1,45	1,30	1,38
4	1,53	1,40	1,46
5	1,55	1,43	1,49
6	1,53	1,43	1,48
7	1,55	1,43	1,49
Média	1,48	1,38	
Reservatório de Camargos			
1	2,13	2,08	2,10
2	2,20	2,18	2,19
3	2,10	2,08	2,09
4	2,08	2,05	2,06
5	2,15	2,13	2,14
6	2,13	2,03	2,08
7	2,13	2,03	2,08
8	2,05	2,08	2,06
9	2,10	2,03	2,06
10	2,20	2,15	2,18
Média	2,13	2,08	

TABELA 4A. Valores médios para os sólidos totais (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	10,48	10,43	10,45
2	10,30	10,40	10,35
3	10,45	10,43	10,44
4	10,45	10,45	10,45
5	10,55	10,43	10,49
6	10,55	10,45	10,50
7	10,55	10,38	10,46
Média	10,48	10,42	
Reservatório de Camargos			
1	12,08	12,08	12,08
2	12,28	12,20	12,24
3	12,23	12,23	12,23
4	12,33	12,20	12,26
5	12,33	12,28	12,30
6	12,20	12,23	12,21
7	12,28	12,25	12,26
8	12,23	12,13	12,18
9	12,20	12,18	12,19
10	12,20	12,28	12,24
Média	12,24	12,21	

TABELA 5A. Valores médios para os sólidos dissolvidos (mg/L) da água superficial do reservatório de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	7,40	7,38	7,39
2	7,50	7,40	7,45
3	7,40	7,45	7,43
4	7,45	7,38	7,41
5	7,35	7,45	7,40
6	7,45	7,40	7,43
7	7,60	7,53	7,56
Média	7,45	7,43	
Reservatório de Camargos			
1	10,28	10,23	10,25
2	10,19	10,13	10,16
3	10,17	10,15	10,16
4	10,22	10,16	10,19
5	10,19	10,23	10,21
6	10,17	10,14	10,15
7	10,21	10,28	10,25
8	10,24	10,28	10,26
9	10,35	10,23	10,29
10	10,36	10,30	10,33
Média	10,20	10,19	

TABELA 6A. Valores médios para a alcalinidade (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,56	1,53	1,54
2	1,58	1,60	1,59
3	1,62	1,55	1,59
4	1,64	1,58	1,61
5	1,64	1,68	1,66
6	1,58	1,60	1,59
7	1,52	1,63	1,57
Média	1,59	1,59	
Reservatório de Camargos			
1	3,59	3,59	3,59
2	3,68	3,69	3,68
3	3,66	3,68	3,67
4	3,55	3,56	3,56
5	3,65	3,65	3,65
6	3,57	3,61	3,59
7	3,74	3,73	3,73
8	3,66	3,67	3,66
9	3,79	3,79	3,79
10	3,79	3,79	3,79
Média	3,63	3,65	

TABELA 7A. Valores médios para o cálcio (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,05	1,05	1,05
2	1,04	0,95	0,99
3	0,98	0,93	0,95
4	1,03	0,95	0,99
5	0,98	1,03	1,00
6	0,98	1,05	1,02
7	1,10	1,03	1,06
Média	1,02	1,00	
Reservatório de Camargos			
1	1,16	1,18	1,17
2	1,17	1,18	1,18
3	1,16	1,18	1,17
4	1,16	1,16	1,16
5	1,19	1,18	1,19
6	1,15	1,15	1,15
7	1,21	1,20	1,20
8	1,23	1,21	1,22
9	1,18	1,14	1,16
10	1,18	1,17	1,17
Média	1,17	1,18	

TABELA 8A. Valores médios para o íon nitrato (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	3,88	3,75	3,81
2	3,95	3,85	3,90
3	3,88	3,80	3,84
4	3,93	3,93	3,93
5	4,03	3,95	3,99
6	4,00	3,90	3,95
7	3,97	4,00	3,98
Média	3,95	3,88	
Reservatório de Camargos			
1	9,60	9,52	9,56
2	9,60	9,60	9,60
3	9,62	9,57	9,60
4	9,63	9,58	9,60
5	9,61	9,55	9,58
6	9,65	9,65	9,65
7	9,67	9,59	9,63
8	9,57	9,57	9,57
9	9,63	9,58	9,60
10	9,73	9,65	9,69
Média	9,62	9,58	

TABELA 9A. Valores médios para a cor (mg/Pt/l) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,00	0,98	0,99
2	0,98	1,00	0,99
3	0,98	0,95	0,96
4	1,00	0,95	0,98
5	0,98	1,03	1,00
6	1,03	0,98	1,00
7	1,05	0,95	1,00
Média	1,00	0,98	
Reservatório de Camargos			
1	1,58	1,65	1,61
2	1,60	1,63	1,61
3	1,68	1,58	1,63
4	1,58	1,65	1,61
5	1,58	1,60	1,59
6	1,65	1,58	1,61
7	1,68	1,63	1,65
8	1,65	1,63	1,64
9	1,58	1,68	1,63
10	1,70	1,68	1,69
Média	1,62	1,61	

TABELA 10A. Valores médios para a condutividade elétrica (μ) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	20,10	20,28	20,19
2	20,35	20,38	20,36
3	20,08	20,35	20,21
4	20,23	20,28	20,25
5	20,33	20,45	20,39
6	20,38	20,38	20,38
7	19,95	20,40	20,18
Média	20,20	20,36	
Reservatório de Camargos			
1	23,43	23,63	23,53
2	23,55	23,45	23,50
3	23,43	23,33	23,38
4	23,80	23,80	23,80
5	23,63	23,55	23,59
6	23,55	23,50	23,53
7	23,50	23,48	23,49
8	23,58	23,53	23,55
9	23,68	23,58	23,63
10	24,38	24,35	24,36
Média	23,55	23,53	

TABELA 11A. Valores médios para o potencial hidrogeniônico da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	7,28	7,10	7,19
2	7,03	7,03	7,03
3	7,25	7,05	7,15
4	7,15	7,15	7,15
5	7,30	7,08	7,19
6	7,35	7,20	7,28
7	6,75	7,10	6,93
Média	7,16	7,10	
Reservatório de Camargos			
1	6,95	6,85	6,90
2	7,00	7,05	7,03
3	7,00	7,00	7,00
4	7,10	7,03	7,06
5	7,05	6,95	7,00
6	7,08	7,05	7,06
7	7,10	7,08	7,09
8	6,93	6,85	6,89
9	7,05	7,03	7,04
10	7,20	7,15	7,18
Média	7,04	7,00	

TABELA 12A. Valores médios para a demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	1,11	1,13	1,12
2	1,19	1,13	1,16
3	1,13	0,98	1,05
4	1,18	1,10	1,14
5	1,21	1,13	1,17
6	1,21	1,15	1,18
7	1,21	1,13	1,17
Média	1,18	1,10	
Reservatório de Camargos			
1	2,36	2,35	2,36
2	2,36	2,31	2,34
3	2,44	2,35	2,39
4	2,42	2,30	2,36
5	2,27	2,21	2,24
6	2,43	2,43	2,43
7	2,39	2,37	2,38
8	2,44	2,39	2,41
9	2,45	2,43	2,44
10	2,37	2,31	2,34
Média	2,38	2,33	

TABELA 13A. Valores médios para a demanda química de oxigênio (mg/L) da água superficial dos reservatórios de Itutinga e Camargos.

Pontos	Ano		Média
	2003	2004	
Reservatório de Itutinga			
1	23,83	23,78	23,80
2	24,08	23,90	23,99
3	23,88	23,68	23,78
4	24,03	24,08	24,05
5	24,03	23,98	24,00
6	24,23	24,10	24,16
7	24,48	24,05	24,26
Média	24,08	23,94	
Reservatório de Camargos			
1	21,45	21,31	21,38
2	21,85	21,83	21,84
3	21,83	21,70	21,76
4	22,15	22,03	22,09
5	21,88	21,83	21,85
6	21,95	21,80	21,88
7	21,93	21,78	21,85
8	21,80	21,70	21,75
9	22,00	21,88	21,94
10	21,93	21,83	21,88
Média	21,86	21,75	

ANEXO B

TABELA 1B. Resumo das análises de variância para a transparência (Trans), profundidade de coleta (PC) e temperatura da água (TA) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	Trans (cm)		PC (cm)		TA (°C)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,006845	1,0000	0,015461	0,4234	0,048333	1,0000
Ano (A)	1	0,071429	0,7137	0,075045	0,0312	0,875000	0,6288
P*A	6	0,006012	1,0000	0,003378	0,9669	0,070833	1,0000
Erro	42	0,523333		0,015104		3,689286	
CV (%)		37,79		20,51		8,48	

TABELA 2B. Resumo das análises de variância para a temperatura do ar (TAr), turbidez (TZ) e sólidos totais (ST) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	TAr (°C)		TZ (UNT)		ST (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,022262	1,0000	0,036667	0,6921	0,018929	1,0000
Ano (A)	1	0,850179	0,6647	0,140000	0,1235	0,040179	0,9187
P*A	6	0,020595	1,0000	0,004167	0,9983	0,016429	1,0000
Erro	42	4,460536		0,056667		3,808750	
CV (%)		8,92		16,71		18,68	

TABELA 3B. Resumo das análises de variância para os sólidos dissolvidos (SD), cálcio (Ca) e nitrogênio nítrico (NT) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	SD (mg/L)		Ca (mg/L)		NT (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,027500	1,0000	0,011599	0,0861	0,037148	1,0000
Ano (A)	1	0,008750	0,9634	0,007779	0,2526	0,055314	0,9078
P*A	6	0,010833	1,0000	0,008183	0,2313	0,006814	1,0000
Erro	42	4,105536		0,005780		4,078005	
CV (%)		27,24		7,54		51,60	

TABELA 4B. Resumo das análises de variância para o nitrogênio amoniacal (NA), alcalinidade (A) e cor da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	NA (mg/L)		A (mg/L)		Cor (uT)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,008616	0,1527	0,009806	1,0000	0,001667	0,8977
Ano (A)	1	0,003616	0,4074	0,000114	0,9925	0,008750	0,1744
P*A	6	0,003199	0,7134	0,007723	1,0000	0,005000	0,3836
Erro	42	0,005164		1,265371		0,004583	
CV (%)		7,15		70,68		6,86	

TABELA 5B. Resumo das análises de variância para a condutividade elétrica (CA), potencial hidrogeniônico (pH) e fósforo total(F) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	CA (μ)		pH		F (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,069881	0,9823	0,107954	0,5435	0,010595	1,0000
Ano (A)	1	0,345714	0,3581	0,046288	0,5507	0,030179	0,8107
P*A	6	0,051548	0,9920	0,080454	0,7062	0,013929	0,9999
Erro	42	0,400476		0,127930		0,519583	
CV (%)		3,12		5,02		15,18	

TABELA 6B. Resumo das análises de variância para o oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	OD (mg/L)		DBO (mg/L)		DQO (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,020417	0,9168	0,015274	0,9998	0,251190	0,9918
Ano (A)	1	0,315000	0,0291	0,071429	0,7004	0,271607	0,7095
P*A	6	0,015417	0,9566	0,005358	1,0000	0,046190	0,9999
Erro	42	0,061667		0,475746		1,930298	
CV (%)		3,82		60,54		5,79	

TABELA 7B. Resumo das análises de variância para a profundidade de coleta (PC), temperatura da água (TA) e temperatura do ar (TAr) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	PC (cm)		TA (°C)		TAr (°C)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,072381	0,9988	0,045774	1,0000	0,003512	1,0000
Ano (A)	1	1,200714	0,3053	26,882857	0,0042	0,000179	0,9876
P*A	6	0,084881	0,9981	0,027440	1,0000	0,006012	1,0000
Erro	42	1,115000		2,926071		0,731250	
CV (%)		11,14		6,99		3,67	

TABELA 8B. Resumo das análises de variância para a turbidez (TZ), sólidos totais (ST) e sólidos dissolvidos (SD) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	TZ (UNT)		ST (mg/L)		SD (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,003929	0,9990	0,014464	1,0000	0,044167	1,0000
Ano (A)	1	0,300179	0,0379	6,514464	0,1209	6,860000	0,2605
P*A	6	0,008929	0,9906	0,027798	1,0000	0,013333	1,0000
Erro	42	0,065298		2,599464		5,273214	
CV (%)		19,90		17,32		40,29	

TABELA 9B. Resumo das análises de variância para o cálcio (Ca) nitrogênio nítrico (NT) e nitrogênio amoniacal (NA) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	Ca (mg/L)		NT (mg/L)		NA (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,005982	0,2017	0,022917	1,0000	0,007228	1,0000
Ano (A)	1	0,002857	0,4021	5,468750	0,1261	2,248007	0,0383
P*A	6	0,010982	0,0239	0,012083	1,0000	0,002978	1,0000
Erro	42	0,003988		2,244821		0,491418	
CV (%)		6,36		15,96		38,63	

TABELA 10B. Resumo das análises de variância para a alcalinidade (A), cor e condutividade elétrica (CA) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	A (mg/L)		Cor (uT)		CA (μ)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,004158	1,0000	0,039695	0,9998	0,056250	0,9994
Ano (A)	1	2,754579	0,0188	4,071607	0,0638	0,708750	0,4234
P*A	6	0,001991	1,0000	0,010695	1,0000	0,008750	1,0000
Erro	42	0,460718		1,123587		1,084345	
CV (%)		67,42		61,26		5,05	

TABELA 11B. Resumo das análises de variância para o potencial hidrogeniônico (pH), fósforo total(F) e oxigênio dissolvido (OD) do fundo do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	pH		F (mg/L)		OD (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,009602	0,9626	0,032570	0,9994	0,005415	0,9996
Ano (A)	1	0,067902	0,2043	0,501607	0,3848	0,026145	0,6530
P*A	6	0,008268	0,9741	0,004236	1,0000	0,001165	1,0000
Erro	42	0,040835		0,650385		0,127496	
CV (%)		2,85		16,73		5,40	

TABELA 12B. Resumo das análises de variância para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Itutinga - MG.

FV	GL	DBO (mg/L)		DQO (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	6	0,006249	0,9997	0,057262	1,0000
Ano (A)	1	0,000179	0,9725	51,686429	0,0053
P*A	6	0,006083	0,9997	0,113929	1,0000
Erro	42	0,148496		5,969524	
CV (%)		37,53		14,11	

TABELA 13B. Resumo das análises de variância para a transparência (Trans), profundidade de coleta (PC) e temperatura da água (TA) da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	Trans (cm)		PC (cm)		TA (°C)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,028000	0,0011	0,033333	0,9422	1,784222	0,4684
Ano (A)	1	0,098000	0,0007	0,684500	0,0073	1,152000	0,4303
P*A	9	0,002444	0,9657	0,006167	0,9999	1,565333	0,5680
Erro	60	0,007667		0,088667		1,826833	
CV (%)		6,08		18,05		5,87	

TABELA 14B. Resumo das análises de variância para a temperatura do ar (TAr), turbidez (TZ) e sólidos totais (ST) da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	TAr (°C)		TZ (UNT)		ST (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,237941	0,9392	0,018000	0,9957	0,030889	0,9999
Ano (A)	1	0,083205	0,7159	0,040500	0,5293	0,018000	0,8509
P*A	9	0,004519	1,0000	0,003000	1,0000	0,007167	1,0000
Erro	60	0,622461		0,101167		0,505250	
CV (%)		3,23		15,13		5,82	

TABELA 15B. Resumo das análises de variância para os sólidos dissolvidos (SD), cálcio (Ca) e nitrogênio nítrico (NT) da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	SD (mg/L)		Ca (mg/L)		NT (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,028567	1,0000	0,003551	1,0000	0,012282	1,0000
Ano (A)	1	0,013520	0,9657	0,000101	0,9860	0,040951	0,8754
P*A	9	0,007106	1,0000	0,000657	1,0000	0,001993	1,0000
Erro	60	7,241830		0,324885		1,650979	
CV (%)		26,32		48,45		13,37	

TABELA 16B. Resumo das análises de variância para o nitrogênio amoniacal (NA), alcalinidade (A) e cor da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	NA (mg/L)		A (mg/L)		Cor (uT)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,020069	0,0092	0,050870	1,0000	0,005958	1,0000
Ano (A)	1	0,003125	0,5152	0,001361	0,9879	0,000125	0,9816
P*A	9	0,005069	0,7105	0,000386	1,0000	0,009292	1,0000
Erro	60	0,007292		5,834264		0,233625	
CV (%)		8,59		65,78		29,72	

TABELA 17B. Resumo das análises de variância para a condutividade elétrica (CA), potencial hidrogeniônico (pH) e fósforo total(F) da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	CA (μ)		pH		F (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,620292	0,9877	0,057903	0,5480	0,023767	0,1603
Ano (A)	1	0,021125	0,9288	0,036125	0,4616	0,105125	0,0118
P*A	9	0,015847	1,0000	0,004458	0,9999	0,002378	0,9976
Erro	60	2,626542		0,065792		0,015594	
CV (%)		6,86		3,65		1,84	

TABELA 18B. Resumo das análises de variância para o oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	OD (mg/L)		DBO (mg/L)		DQO (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,073924	0,9485	0,025370	0,9998	0,263489	0,9954
Ano (A)	1	0,099405	0,4879	0,047531	0,6941	0,238711	0,6872
P*A	9	0,006958	1,0000	0,002853	1,0000	0,003545	1,0000
Erro	60	0,204098		0,304358		1,458595	
CV (%)		6,81		23,29		5,53	

TABELA 19B. Resumo das análises de variância para a profundidade de coleta (PC), temperatura da água (TA) e temperatura do ar (TAr) do fundo do reservatório de Camargos.

FV	GL	PC (cm)		TA (°C)		TAr (°C)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,194667	0,9993	0,023069	1,0000	0,032167	0,9994
Ano (A)	1	18,818000	0,0017	0,001125	0,9653	0,128000	0,5181
P*A	9	0,009111	1,0000	0,004181	1,0000	0,007722	1,0000
Erro	60	1,732500		0,587875		0,302917	
CV (%)		11,98		3,42		2,32	

TABELA 20B. Resumo das análises de variância para a turbidez (TZ), sólidos totais (ST) e sólidos dissolvidos (SD) do fundo do reservatório de Camargos.

FV	GL	TZ (UNT)		ST (mg/L)		SD (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,009514	1,0000	0,015889	1,0000	0,062766	0,9999
Ano (A)	1	0,050000	0,7195	0,144500	0,7471	0,056180	0,8064
P*A	9	0,007847	1,0000	0,007556	1,0000	0,002655	1,0000
Erro	60	0,384146		1,377333		0,926808	
CV (%)		31,78		9,86		10,73	

TABELA 21B. Resumo das análises de variância para o cálcio (Ca) nitrogênio nítrico (NT) e nitrogênio amoniacal (NA) do fundo do reservatório de Camargos.

FV	GL	Ca (mg/L)		NT (mg/L)		NA (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,007734	0,6184	0,011548	1,0000	0,019111	0,0016
Ano (A)	1	0,003781	0,5343	0,013781	0,9731	0,000500	0,7641
P*A	9	0,003540	0,9469	0,008548	1,0000	0,006333	0,3423
Erro	60	0,009678		11,987942		0,005500	
CV (%)		10,21		93,97		7,40	

TABELA 22B. Resumo das análises de variância para a alcalinidade (A), cor e condutividade elétrica (CA) do fundo do reservatório de Camargos.

FV	GL	A (mg/L)		Cor (uT)		CA (μ)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,009803	0,9267	0,012625	0,0004	0,014944	1,0000
Ano (A)	1	0,045125	0,1763	0,000125	0,8422	0,098000	0,8332
P*A	9	0,001469	0,9999	0,014292	0,0001	0,021611	1,0000
Erro	60	0,024105		0,003125		2,191083	
CV (%)		18,08		5,60		6,26	

TABELA 23B. Resumo das análises de variância para o potencial hidrogeniônico (pH), fósforo total(F) e oxigênio dissolvido (OD) do fundo do reservatório de Camargos.

FV	GL	pH		F (mg/L)		OD (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,016722	0,1150	0,024500	0,9997	0,026889	0,7089
Ano (A)	1	0,300125	<,0001	0,512000	0,1818	0,053561	0,2433
P*A	9	0,010611	0,4027	0,007833	1,0000	0,015922	0,9235
Erro	60	0,009979		0,280583		0,038579	
CV (%)		1,41		8,16		3,03	

TABELA 24B. Resumo das análises de variância para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) da superfície do reservatório de Camargos.

FV	GL	DBO (mg/L)		DQO (mg/L)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Ponto (P)	9	0,004528	0,9997	0,073111	1,0000
Ano (A)	1	0,070211	0,2470	0,144500	0,7855
P*A	9	0,009506	0,9950	0,030333	1,0000
Erro	60	0,051374		1,933667	
CV (%)		8,93		6,45	

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)