

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

*“Avaliação da Influência do Entorno e do Canal de Pereira Barreto
na Qualidade da Água do Baixo São José dos Dourados”*

LUÍS FILIPE MILITÃO IGRECIAS

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Augusto Leite

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Ilha Solteira – SP
fevereiro/2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP – Ilha Solteira.

I24a Igracias, Luís Filipe Militão.
Avaliação da influência do entorno e do Canal de Pereira Barreto na
qualidade da água do Baixo São José dos Dourados / Luís Filipe Militão
Igracias. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2009.
117 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e
Tecnologias Ambientais, 2009

Orientador: Mauricio Augusto Leite
Bibliografia: p. 98-109

1. Água - Qualidade. 2. Eutrofização. 3. Solo – Uso. 4. Canal de
Pereira Barreto. 5. Ilha Solteira, Reservatório de (SP). 6. São José dos
Dourados, Rio (SP).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

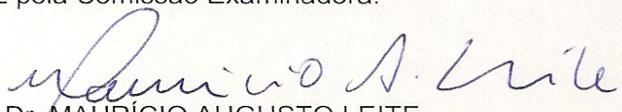
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO ENTORNO E DO CANAL DE PEREIRA BARRETO
NA QUALIDADE DE ÁGUA DO BAIXO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

AUTOR: LUÍS FILIPE MILITÃO IGRÉCIAS

ORIENTADOR: Prof. Dr. MAURÍCIO AUGUSTO LEITE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ENGENHARIA CIVIL pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MAURÍCIO AUGUSTO LEITE
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. ANDRÉ CORDEIRO ALVES DOS SANTOS
Departamento de Diversidade e Conservação / Universidade Federal de São Carlos

Data da realização: 27 de fevereiro de 2009.

Aos meus pais, José Luiz e Aparecida, pelo exemplo de determinação, perseverança e bondade, e pelo incondicional apoio e dedicação em todos os momentos.

Às minhas queridas irmãs e amigas, Daniela e Mariana, por compartilharem dos meus sonhos e acreditarem nos meus ideais.

À minha amada Ellen, pela confiança, amor e cumplicidade, pelas saudades e realidade da distância, e principalmente pela compreensão.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Mauricio Augusto Leite, pela orientação, pelo exemplo de competência e dedicação à pesquisa científica, pela amizade e compreensão.

Aos meus familiares, pelo apoio, confiança, amizade e por fazerem parte de mais esta conquista, e também aos amigos de infância, que compartilham desta realização e às grandes amizades que fiz em Ilha Solteira - SP.

Aos amigos Rafael e Gustavo Xavier, pelos auxílios nas coletas de campo e grande amizade, às amigas Daiane, Cylene, Marcela e Laine, pelo grande auxílio nas análises laboratoriais e pelos bons momentos e conselhos.

Aos amigos Alessandra Pereira, por fornecer o arquivo de fotos obtidas durante o vôo panorâmico sobre o reservatório de Ilha Solteira, e Vinícius Vasílio pelo pré-treinamento e transmissão de conhecimentos laboratoriais e sobre o IQA.

Aos docentes do Departamento de Engenharia Civil, pela amizade, por esclarecer minhas dúvidas e transmitir conhecimento, e por conceder o uso das dependências do Departamento e do Laboratório de Saneamento, bem como da embarcação utilizadas no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Setor de Transportes da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP e aos motoristas pela prontidão e ajuda prestada, concedendo os veículos utilizados nas coletas.

Aos técnicos dos laboratórios da Engenharia Civil, em especial ao Cavassano, meu amigo e piloto de todas as coletas, pelas histórias, piadas e imensa ajuda prestada.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, pelo convívio, momentos de descontração e grande amizade.

À Companhia Energética do Estado de São Paulo - CESP, pelo fornecimento de informações fluviométricas sobre o canal de Pereira Barreto, em especial ao pessoal de comunicações da empresa e ao Engº Sergio Cerminaro da Divisão de Gestão dos Recursos Hídricos pela atenção e ajuda prestada.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal e Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo fornecimento de insumos por meio do processo 03/07355-7.

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo desenvolvido no Baixo rio São José dos Dourados, localizado no Noroeste Paulista, durante o período de novembro de 2006 a setembro de 2007, para avaliar a influência do seu entorno e do canal de Pereira Barreto sobre a qualidade de suas águas. Foram selecionados quatro pontos de coleta ao longo do rio, onde foram efetuadas coletas trimestrais de amostras na superfície, meio e fundo da coluna d'água, para aferições do IQA proposto pela CETESB (2004) e do IET proposto por Toledo Jr. et al (1983) e Lamparelli (2004). Além disso, foram realizadas análises da condutividade, nitrato, nitrito e amônia para complementação das análises. As águas do reservatório foram classificadas predominantemente como Ótimas pelo IQA, apresentando a classificação Boa em alguns pontos analisados, principalmente no ponto localizado na transição entre rio e reservatório, recebendo influência direta da bacia. Com relação ao IET, foram classificadas predominantemente como Oligotróficas pelo IET proposto por Toledo Jr et al. e Mesotrófico pelo IET de Lamparelli, apresentando um padrão de melhora no grau de trofia no sentido longitudinal do reservatório, com o melhor IET médio situado próximo à sua foz. Para os parâmetros da água analisados, verificou-se a diferença espacial e temporal, as quais foram mais acentuadas nos períodos seco e chuvoso, recebendo influência direta do canal de Pereira Barreto ao transpor águas do rio Tietê, reduzindo a turbidez e a concentração de nutrientes, mas também reduzindo a concentração de oxigênio dissolvido e aumentando a concentração de clorofila-a. Também foi constatado o grande potencial do entorno promover alterações no sistema, com a substituição de áreas de pastagens pelo cultivo da cana-de-açúcar em solos com predominância de alta e muito alta suscetibilidade à erosão, em uma região que apresenta alto grau de degradação da vegetação natural, tornando o sistema mais vulnerável às ações antrópicas e variações climatológicas.

Palavras-chave: Reservatório de Ilha Solteira. Uso e ocupação do solo. Eutrofização. Erosão.

ABSTRACT

The present work shows the study developed in Low São José dos Dourados river, located at northwest of São Paulo State, from november 2006 to september 2007, to assess the influence of their surroundings and channel of Pereira Barreto on the quality of the water. Four sampling stations were selected along the river, where quarterly sampling were performed on the surface, middle and bottom of the water column, for measurements of Water Quality Index proposed by CETESB and Trophic Estate Index proposed by Toledo Jr. et al. (1983) and Lamparelli (2004). Also, analysis of conductivity, nitrate, nitrite and ammonia were performed for complementation analysis. The waters of the reservoir were classified predominantly as “Great” by WQI, showing the classification “Good” in some stations analyzed, mainly at the station located in the transition between the river and reservoir, receiving direct influence of the watershed. With respect to TEI, were classified predominantly as “Oligotrophic” by TEI proposed by Toledo Jr. et al. and “Mesotrophic” by Lamparelli’s TEI, showing a pattern of improvement in the trophic level in the longitudinal direction of reservoir, with the best average TEI located near your mouth. For the parameters of water analysis, the difference spatial and temporal was observed, which were more pronounced in drought and wet periods, receiving direct influence of the channel of Pereira Barreto transferring water from the Tietê river, reducing the turbidity and the concentration of nutrients, but also reducing the dissolved oxygen and improving the chlorophyll-a. It was also noted the great potential of promoting changes in the environment, with the replacement of areas of grassland by cultivation of sugar cane in soils with a predominance of high and very high susceptibility to erosion, in a region that shows high degree of degradation of natural vegetation, making the system more vulnerable to human actions and weather changes.

Key words: Reservoir of Ilha Solteira. Land use. Eutrophication. Erosion.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
3	JUSTIFICATIVA	13
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1	RESERVATÓRIOS	15
4.2	CANAL DE PEREIRA BARRETO	16
4.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	18
4.3.1	<i>PROCESSOS EROSIVOS.....</i>	<i>19</i>
4.4	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	21
4.5	ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)	23
5	MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
5.1.1	<i>CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....</i>	<i>28</i>
5.1.2	<i>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....</i>	<i>29</i>
5.1.2.1	Geologia	29
5.1.2.2	Geomorfologia	29
5.1.2.3	Pedologia	30
5.1.3	<i>CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS.....</i>	<i>30</i>
5.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	31
5.3	FATORES CLIMATOLÓGICOS.....	34
5.4	FATORES FLUVIOMÉTRICOS	34
5.5	AMOSTRAGEM DA ÁGUA	34
5.6	MÉTODO DE COLETA	35
5.7	MÉTODOS DE ANÁLISE	36
5.8	CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	37
5.9	CÁLCULO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET).....	38

6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
6.1	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	41
6.1.1	<i>EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA E VEGETAÇÃO</i>	41
6.1.2	<i>VEGETAÇÃO NATURAL</i>	45
6.1.3	<i>PROCESSOS EROSIVOS</i>	49
6.1.4	<i>AQUICULTURA</i>	54
6.2	CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA	57
6.3	DADOS FLUVIOMÉTRICOS	61
6.4	VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA	63
6.4.1	<i>TEMPERATURA DA ÁGUA</i>	63
6.4.2	<i>POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)</i>	65
6.4.3	<i>CONDUTIVIDADE</i>	66
6.4.4	<i>TURBIDEZ</i>	68
6.4.5	<i>RESÍDUOS TOTAIS</i>	69
6.4.6	<i>TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA</i>	71
6.4.7	<i>OXIGÊNIO DISSOLVIDO</i>	73
6.4.8	<i>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)</i>	75
6.4.9	<i>FÓSFORO TOTAL</i>	77
6.4.10	<i>ORTOFOSFATO</i>	79
6.4.11	<i>NITROGÊNIO TOTAL</i>	80
6.4.12	<i>NITRITO, NITRATO E AMÔNIA</i>	82
6.4.13	<i>COLIFORMES FECAIS</i>	85
6.4.14	<i>CLOROFILA</i>	86
6.5	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	88
6.6	ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)	91
7	CONCLUSÕES	96
	REFERÊNCIAS	98
	APÊNDICE	110
	ANEXO	114

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes metas mundiais neste início de século é a utilização racional dos corpos d'água, sejam eles lóticos (rios, córregos) ou lênticos (lagos, represas) e sua conservação com relação à qualidade de água de forma a atender o uso múltiplo de seus recursos. Porém, para a perfeita relação entre uso e conservação faz-se necessário conhecer os processos físicos, químicos e biológicos que interagem dentro desses ecossistemas, gerando informações, através de estudos mais aprofundados, de sua estrutura e funcionamento para a posterior implantação de planos de manejo mais adequados (LEITE, 1998).

Entre os diversos sistemas aquáticos estão os reservatórios, os quais apresentam uma importância fundamental pela sua própria característica de usos múltiplos, como também para produção de energia elétrica, irrigação, criação de peixes, abastecimento de água para consumo, navegação e recreação (LEITE, 2004).

Por se tratar de sistemas intermediários entre rios e lagos, os reservatórios apresentam características diferenciadas, como a formação de três regiões distintas (lacustre, intermediária e fluvial), que associadas à variabilidade temporal (decorrentes de variações climatológicas) e espacial (horizontal e vertical), às características morfométricas e geológicas, aos usos da bacia hidrográfica e ao mecanismo operacional da barragem, têm influência direta em sua dinâmica (DELELLO, 2008).

Diversos pesquisadores têm constatado um decréscimo na qualidade dos recursos hídricos para diversos usos, principalmente quando há interferência antrópica nos mesmos, assim como têm-se verificado conflitos devido a seus usos múltiplos (PRADO, 2002). A utilização desses recursos pode comprometer a qualidade e a quantidade da água para os demais usuários, resultando dessa forma em um fator de conflito entre suas utilizações.

Nas áreas rurais utilizadas para a agricultura, fontes difusas de poluição promovem a degradação dos mananciais com o deflúvio, carreando solo para os corpos hídricos, com uma elevação no aporte de nitrogênio e fósforo advindo da adubação das lavouras, provocando um aumento da produção primária das plantas macrófitas e algas. Nas áreas urbanas, com o aumento da população acompanhado do desenvolvimento industrial e da intensificação de outras atividades humanas, ocorre uma maior utilização dos recursos hídricos e a produção de resíduos, que muitas vezes são devolvidos aos corpos d'água sem o tratamento adequado, provocando sua poluição (MILANI, 2007).

Segundo Figueiredo (1997), é crescente a disputa entre os setores (agricultura, indústria e abastecimento humano) que tradicionalmente competem pelo uso da água, gerando sérios conflitos entre os usuários.

Jørgensen e Vollenweider (1989) mencionam que a maioria dos reservatórios apresenta usos múltiplos e seus problemas estão relacionados aos conflitos entre esses usos, como por exemplo, reservatórios utilizados para despejo de esgotos e área de recreação. Outros problemas relacionados aos reservatórios podem ser citados como: elevação da turbidez, assoreamento e decréscimo do volume útil, carreamento de defensivos agrícolas e eutrofização (STRAŠKRABA; TUNDISI, 1997).

A eutrofização dos reservatórios é atualmente um dos mais graves problemas sócio-ambientais a serem resolvidos no mundo, sendo que este processo ocorre de modo natural ou artificial, com sua velocidade intimamente relacionada com o uso e ocupação da bacia hidrográfica (LEITE, 2004).

Nas últimas décadas, muitos reservatórios no Brasil vêm sofrendo freqüentes descargas de despejos domésticos e industriais, principalmente nas regiões próximas aos grandes aglomerados urbanos. Nas demais regiões, o intenso desmatamento, associado à prática de monoculturas, como a cana-de-açúcar e a soja, tem favorecido o carreamento de solos para o interior dos corpos d'água, juntamente com uma série de subprodutos oriundos de atividades agropecuárias (MINILLO, 2005), causando enriquecimento artificial desses ecossistemas pelo aumento das concentrações de nutrientes na água, principalmente compostos nitrogenados e fosfatados, que resulta num aumento dos processos naturais da produção biológica em rios, lagos e reservatórios, segundo a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2003). Em detrimento destas alterações, tem-se verificado o aumento da eutrofização dos reservatórios (MINILLO, 2005).

A compreensão dos processos de degradação da qualidade da água implica no conhecimento sobre a bacia hidrográfica onde o reservatório está inserido, suas características naturais, as atividades que nela são desenvolvidas e os possíveis impactos nos cursos de água. As transformações nos padrões de uso da terra, as alterações na vegetação natural, os aumentos populacionais e o desenvolvimento industrial são alguns dos fatores responsáveis pela geração de fontes de poluição da água (KIRA; SAZANAMI, 1995).

Com a adoção da visão holística e da bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento (ROCHA et al, 2000), as pesquisas nos sistemas aquáticos passaram a ser desenvolvidas não somente nos corpos de água, mas também na área de entorno, procurando reconhecer os principais fatores antrópicos ou naturais que influenciavam a dinâmica dos

sistemas aquáticos. Neste sentido, os reservatórios são considerados como dependentes do sistema terrestre, sendo influenciados pelas atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, as quais são fatores determinantes para o estabelecimento de diferenças espaciais e temporais que ocorrem no sistema aquático (ARGENTON, 2004).

2 OBJETIVOS

Para a realização do presente trabalho foram escolhidos 4 pontos de amostragem no Baixo rio São José dos Dourados, visando observar a influência da área de entorno na qualidade da água. Para atingir esse objetivo, as seguintes metas foram propostas:

- a) diagnosticar o uso e ocupação do solo nos municípios limieiros ao rio em sua fase reservatório, bem como processos erosivos no trecho final do rio e correlacionar sua possível influência com os dados climatológicos e com os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, tendo como indicadores principais o Índice de Qualidade da Água - IQA e o Índice de Estado Trófico - IET;
- b) avaliar a influência do canal de Pereira Barreto nas características físicas, químicas e biológicas da água por meio de suas vazões afluentes.

3 JUSTIFICATIVA

O rio São José dos Dourados possui cerca de 285,0 km de extensão, apresentando seu trecho final represado como um dos braços do reservatório de Ilha Solteira, com foz no rio Paraná e cerca de 72,0 km de extensão (Baixo São José dos Dourados).

Este rio possui somente um ponto de monitoramento em sua fase rio, realizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, sendo este localizado a cerca de 50 km do seu trecho represado, sob a ponte na rodovia SP-463, no trecho Araçatuba-Jales, segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1999), não contemplando a sua fase reservatório e nem sua ligação com o reservatório de Três Irmãos (rio Tietê), por meio do Canal de Pereira Barreto.

Esta ligação do reservatório de Ilha Solteira com o reservatório de Três Irmãos tem contribuído para uma elevada entrada de águas com características diferenciadas neste sistema. Segundo Kuratani et al. (2001), foram adotados procedimentos para evitar a proliferação de plantas aquáticas no reservatório de Jupia, derivando dessa forma, uma vazão pequena, mas constante do reservatório de Três Irmãos para o canal de Pereira Barreto, atingindo dessa forma o reservatório de Ilha Solteira por intermédio do rio São José dos Dourados como seu afluente.

No trabalho desenvolvido por Sant'Anna e Azevedo (2000), pode-se observar a presença de *Microcystis aeruginosa* no reservatório de Ilha Solteira, assim como outras cianofíceas, tais como *Anabaena circinalis* e *Anabaena spiroides*, gerando uma preocupação atual com o reservatório de Ilha Solteira pelo fato deste apresentar uma bacia hidrográfica extremamente ampla e com os mais diversos usos, sendo uma região em franca expansão rural e urbana, fatos estes que podem contribuir para uma elevada entrada de nutrientes ao sistema, culminando com o processo de proliferação de cianobactérias.

Acoplado a este fato, o rio São José dos Dourados apresenta-se atualmente com usos múltiplos, praias, navegação (Hidrovia Tietê-Paraná), além de uma nova atividade de piscicultura (tanques-redes) para produção de Tilápia, o que pode ser um agente potencializador de degradação da qualidade da água, principalmente devido às condições citadas anteriormente.

Mudanças também ocorrem pela alteração do uso e ocupação do solo, com a diminuição de áreas de pastagem para o aumento de áreas com plantio de cana-de-açúcar,

devido à implantação de usinas de álcool e açúcar próximas às margens do rio São José dos Dourados, o que pode afetar a qualidade de suas águas devido à entrada de fontes difusas potencialmente eutrofizantes.

Segundo IPT (1999), na bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados não há nenhuma unidade de conservação ambiental instituída nos níveis federal ou estadual, contando com apenas cerca de 2% de suas áreas conservadas com vegetação nativa e de acordo com a CESP (2001), em toda a margem do Baixo São José dos Dourados existem grandes áreas com alta e muito alta vulnerabilidade à erosão. Esses fatores associados ao período de chuvas resultam em maiores contribuições alóctones devido a cargas difusas, gerando impactos nos cursos d'água, como valores elevados de turbidez (CETESB, 2007).

Segundo o Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo, elaborado pela Secretaria do Estado do Meio Ambiente - SMA, o rio São José dos Dourados, em sua fase rio, apresentou-se eutrófico e com Índice de Vida Aquática - IVA regular (SÃO PAULO, 2006). De acordo com a CETESB (2005, 2006), o curso médio do rio São José dos Dourados foi classificado como eutrófico, salientando que no mês de dezembro de 2005 as contribuições difusas impactaram suas águas de forma jamais registrada neste corpo hídrico, com as águas sendo classificadas como supereutróficas. Também demonstrou tendência ao decréscimo da qualidade de suas águas segundo o IQA, com qualidade boa a regular.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 RESERVATÓRIOS

A construção de reservatórios para diversos fins é uma das mais antigas e importantes intervenções humanas nos sistemas naturais (TUNDISI, 1999). Cronologicamente, reservatórios foram construídos para um determinado uso primário, como abastecimento de água, irrigação, pesca, controle de cheias, suprimento industrial de água e, mais recentemente, geração de energia elétrica (STRAŠKRABA et al., 1993), transcendendo posteriormente do uso primário aos usos múltiplos.

Para Margalef (1983), reservatórios são sistemas híbridos de rios e lagos. A taxa de renovação da água é mais lenta que nos rios e mais rápida que nos lagos. A organização horizontal dos rios e a vertical dos lagos são substituídas por outra organização intermediária e característica dos sistemas represados.

Segundo Vannote et al. (1980) apud (LIMA, 2004), um represamento altera os gradientes contínuos de uma curso d'água produzindo uma mudança longitudinal nas variáveis envolvidas. Segundo Argenton (2004), os reservatórios apresentam compartimentalização em unidades e sub-unidades representadas pelos braços de diferentes afluentes, além da diferenciação em três regiões principais: região lótica, região de transição e região lêntica; distintas por seus mecanismos de funcionamento hidráulico, transporte de sedimento, penetração de luz e características das comunidades, refletindo a diminuição da influência do tributário (KENNEDY, 1999). Para Kimmel et al. (1990), essas regiões podem ser assim caracterizadas:

- a) Região Lótica: apresenta alta vazão, baixo tempo de residência da água, alta disponibilidade de nutrientes, alta concentração de sólidos em suspensão, baixa penetração de radiação solar e fonte de matéria orgânica alóctone. É geralmente a região mais eutrófica do reservatório, tendo a produção primária limitada pela radiação;
- b) Região de Transição: apresenta alta produtividade de fitoplâncton, redução da vazão, aumento do tempo de residência da água, redução do material em suspensão, menor

turbidez e maior penetração da radiação solar. Devido à disponibilidade de luz e nutrientes para a fotossíntese, essa pode ser considerada a região mais fértil do reservatório;

- c) Região Lêntica: ocorre no baixo reservatório, próximo ao seu barramento, e geralmente tem o maior tempo de residência da água. É caracterizada pela menor concentração de nutrientes dissolvidos e de sólidos em suspensão, o que permite maior penetração da radiação solar. A produção primária é limitada pela concentração de nutrientes e esta é geralmente a região mais oligotrófica do reservatório.

A dinâmica de reservatórios é controlada não somente pelos fatores climatológicos como vento e chuvas, mas pela sua morfometria e sistema de operação de barragem que, por sua vez, é regulado pela disponibilidade de água e dos usos múltiplos da represa, gerando flutuações de vazão e nível de água no reservatório (TUNDISI et al., 1993).

Para Pereira (2003), a construção de reservatórios provoca o seccionamento no curso natural dos rios, formando ambientes com características hidrodinâmicas distintas do ambiente original e ocasionando modificações substanciais no sistema, quer seja pelo efeito direto da alteração do fluxo de água, quer seja pelos efeitos indiretos advindos da modificação física, a qual insere condições peculiares ao novo sistema, como aumento da área superficial, da zona litorânea e os mecanismos operacionais da barragem, visando atender aos usos múltiplos para o qual o reservatório foi construído, além da incorporação de áreas adjacentes, promovendo a entrada constante de materiais no sistema (nutrientes, sedimentos, material orgânico, etc.).

Deve-se ainda salientar o efeito adicional das atividades humanas que passam a ser desenvolvidas na bacia (pecuária, agricultura, aglomerados urbanos), contribuindo com a carga de material alóctone, que promove, em diferentes escalas espaciais (ao longo do curso d'água e coluna d'água) e temporais (inerentes às variações climáticas), o aumento da carga orgânica autóctone (PEREIRA, 2003).

4.2 CANAL DE PEREIRA BARRETO

Na região noroeste do estado de São Paulo, estão situados os rios Tietê e São José dos Dourados que, já próximos às suas desembocaduras, correm paralelos entre si até o rio

Paraná, na divisa com o estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1). As confluências desses rios com o rio Paraná estão situadas à jusante da usina hidrelétrica de Ilha Solteira (rio Tietê) e à montante da mesma, mais ao norte (rio São José dos Dourados).

A construção de um canal artificial ligando estes dois cursos d'água foi idealizada pela Companhia Energética de São Paulo - CESP para ligar o reservatório de Três Irmãos ao de Ilha Solteira e suas obras foram iniciadas em julho de 1980, contemplando 9,6 km de canal com 70,0 m de largura e 4,0 m de profundidade, promovendo a sua navegabilidade. Por estar situado no município de Pereira Barreto – SP, o referido canal recebeu o nome de Canal de Pereira Barreto.



Figura 1: Localização do canal de Pereira Barreto

A partir do ano de 1992, com o enchimento do reservatório de Três Irmãos, no rio Tietê, concluiu-se o processo de integração com o reservatório formado pelo barramento da usina hidrelétrica de Ilha Solteira, rio Paraná, por intermédio do canal artificial de Pereira Barreto e rio São José dos Dourados (LACERDA, 2004), propiciando a operação energética integrada dos dois aproveitamentos hidrelétricos, além de permitir a navegação entre os tramos norte e sul da hidrovia Tietê-Paraná (CESP, 2009).

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS (2009), o canal de Pereira Barreto possui fluxo com sentido variável devido aos processos operacionais dos reservatórios de Três Irmãos e Ilha Solteira, ambos com nível máximo útil projetado para a cota de 328,0 m com relação ao nível do mar (CESP, 2009), e recomendações restritivas em relação às suas operacionalidades foram instauradas devido à grande ocorrência de plantas aquáticas (*Egeria*) à jusante de Três Irmãos, no reservatório de Jupuí (ONS, 2007).

Nessas recomendações foram descritas as restrições na operação das usinas hidrelétricas de Três Irmãos e Ilha Solteira, devendo-se minimizar os vertimentos na UHE Três Irmãos de forma a diminuir o deslocamento de plantas aquáticas para a UHE Jupuí, evitando desta forma o entupimento nas grades da tomada d'água. Para tal procedimento recomendou-se a transferência de vazões não turbináveis de Três Irmãos para Ilha Solteira, principalmente no período chuvoso, através do canal Pereira Barreto, mantendo-se o nível de montante de Três Irmãos mais alto, considerando-se a velocidade da água no canal limitada entre de 2,0 m/s e 4,0 m/s, possibilitando a navegação, bem como a manutenção da estabilidade dos taludes (ONS, 2007).

4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O uso do solo se refere às atividades permitidas, incentivadas ou inibidas (residenciais, turísticas e institucionais), e a ocupação do solo diz respeito aos limites para a construção em lotes urbanos e são regulados pelos parâmetros ou índices urbanísticos (valores máximos ou mínimos). Portanto, a ocupação do solo, integrada ao ambiente natural, é a maneira indicada para a preservação da paisagem, tanto quanto para o controle da poluição visual resultante da desconfiguração do meio (QUEIROZ, 2000).

O uso e a ocupação do solo resultam direta ou indiretamente em impactos sobre recursos hídricos, assim, deve-se considerar que as águas superficiais recebam os rejeitos de fontes poluidoras pontuais e difusas (PEREIRA, 2006).

Como fontes difusas de poluição, têm-se a atividade agrícola como introdutora de defensivos e outros insumos agrícolas que são carregados para os sistemas aquáticos (BRITO et al. 2001). Os poluentes provenientes de fontes pontuais podem atingir os recursos hídricos pela descarga direta de efluentes industriais e domésticos sem tratamento, bem como pela

lavagem de equipamentos e embalagens agrícolas, principalmente se essas fontes estiverem próximas dos corpos receptores (DORES; DE-LA-MONICA-FREIRE, 2001).

Na falta de planejamento, a preservação destas áreas, pode ser conseguida através do controle de sua ocupação (MOTA, 1981), sendo que este modo de ocupação de um determinado local se dá a partir da necessidade de uma ação, seja de produzir, consumir, habitar ou viver. Entretanto, a realidade que se apresenta mostra que todo esse conhecimento tem sido de pouca ou nenhuma valia quanto ao uso e ocupação de solo e/ou intervenção em mananciais de água, quer urbano, quer rural (SERVILHA, 2003).

As diversas regiões que têm recursos hídricos próprios para balneabilidade, como as represas, entram num processo de expansão das atividades econômicas ligadas ao setor terciário e à demanda de lazer das populações urbanas. Além disso, as atividades relacionadas aos reservatórios são responsáveis por inúmeras transformações, como a instalação e expansão de loteamentos, além da implementação de infra-estrutura urbana e comércio, o que torna mais intenso o comprometimento da qualidade de água da represa (QUEIROZ, 2000).

Do ponto de vista qualitativo, a proteção dos recursos hídricos depende fundamentalmente de medidas disciplinadoras do uso do solo na bacia. A qualidade final da água no rio, lago ou reservatório reflete necessariamente as atividades que são desenvolvidas em toda a bacia, com cada um dos usos do seu espaço físico produzindo um efeito específico e característico (PORTO, 1991).

4.3.1 PROCESSOS EROSIVOS

Erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (IPT, 1989).

A erosão hídrica é ocasionada pela ação das águas da chuva ou irrigação, que atuam desagregando as partículas do solo através do impacto direto das gotas e transportando as partículas por arrastamento. O processo erosivo, quando presente em ambientes com cobertura vegetal natural e sem pressão de fatores antrópicos, é denominado erosão natural ou geológica e se manifesta de forma muito lenta, sendo perceptível somente com o decorrer de longos períodos de atividade (MARQUES, 1995).

A erosão antrópica ou acelerada é resultado da ocupação inadequada dos solos por atividades agrícolas ou urbanas, que aceleram e intensificam os processos erosivos devido às condições induzidas ou modificadas pelo homem ao solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990). As condições mais favoráveis estão presentes em solos sem cobertura vegetal, compactados e recentemente movimentados através do preparo moto-mecanizado, trazendo como efeitos o aumento do escoamento superficial (MARQUES, 1995).

De acordo com o Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe - CBH-AP (1997), a erosão acelerada pode ser do tipo laminar, quando causada por escoamento difuso das águas das chuvas, resultando na remoção progressiva dos horizontes superficiais do solo, e erosão linear, quando causada por concentrações de linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em incisões na superfície do terreno na forma de sulcos, ravinas e boçorocas e solapamento das margens dos cursos d'água.

A erosão laminar é dificilmente perceptível, porém é evidenciada pela tonalidade mais clara dos solos, exposição de raízes e queda da produtividade agrícola. É determinada a partir de cálculos que levam em conta a erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento de rampa, declividade do terreno, fator uso e manejo do solo e prática conservacionista adotada (IPT, 1999). Na erosão laminar, o solo é removido com certa uniformidade em camadas delgadas sobre toda uma área, sendo pouco visíveis sinais no solo, mas perceptível com o aumento da turbidez da água nos corpos hídricos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

As feições lineares ocorrem sob a forma de áreas de concentração, sendo induzidas pelo manejo agrícola inadequado, como o simples plantio sem obedecer as curvas de nível e sem a implantação de terraços e canais escoadouros vegetados, solos preparados de forma inadequada e culturas de má cobertura, e pela modificação do escoamento das águas pluviais condicionado por trilhas de gado, carreadores, cercas, divisas antigas e áreas de empréstimo, que aduzem e concentram as águas pluviais (IPT, 1999).

De acordo com IPT (1999), os terrenos de uma bacia hidrográfica podem ser classificados como áreas de menor e maior vulnerabilidade à erosão, com essa classificação padronizada da seguinte forma:

- a) Muito Alta: erosão linear com voçorocas de cabeceira de drenagem, ravinas e sulcos, com incidência muito alta e erosão laminar muito intensa;
- b) Alta: erosão linear com voçorocas de cabeceira de drenagem, ravinas e sulcos, com incidência alta e erosão laminar muito intensa;

- c) Média: erosão linear sob forma de ravinas e sulcos com incidência média e voçorocas de cabeceira de drenagem com incidência baixa. Erosão laminar moderada;
- d) Baixa: erosão linear sob forma de ravinas e sulcos com incidência média e erosão laminar moderada;
- e) Muito Baixa: erosão linear sob forma de sulcos com incidência muito baixa e erosão laminar fraca.

A estimativa de perda de solo por erosão para uma determinada área é o princípio para planejar ações corretivas, contudo, existem dificuldades para se avaliar de forma exata e precisa a extensão, magnitude e taxas de erosão acelerada, assim como seus impactos ambientais e econômicos (FUJIHARA, 2002). Além das dificuldades técnicas, a pesquisa em erosão é muito caro e morosa, pois os processos erosivos variam no tempo e espaço sobre a ação de numerosas variáveis físicas e de manejo, que determinam as condições específicas de um local (WEILL, 1999).

4.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

A qualidade do ambiente aquático pode ser determinada por meio de medidas quantitativas, com determinações físicas e químicas (na água, no material particulado e nos organismos) e testes bioquímicos/biológicos (medidas de DBO, testes de toxicidade, aspectos visuais, inventário de espécies, odor, etc.), ou por meio de medidas semi-quantitativas e qualitativas tais como índices bióticos, aspectos visuais, inventário de espécies, odor, etc., sendo estas determinações realizadas no campo e no laboratório, reproduzindo vários tipos de dados que fornecem diferentes interpretações técnicas (MEYBECK; HELMER, 1992).

Segundo Peláez-Rodríguez (2000) os índices de qualidade das águas vêm sendo propostos desde a metade do século XX, considerando um conjunto semelhante de variáveis físicas e químicas (incluindo o componente microbiológico dos coliformes), sendo a principal diferença entre eles a forma estatística de integrar e interpretar essas variáveis.

Os índices de qualidade das águas são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia da tendência de

evolução da qualidade ao longo do tempo, permitindo comparação entre diferentes cursos d'água (PORTO, 1991).

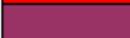
Os critérios para seleção do tipo mais adequado de índice a ser adotado devem atender:

- a) aplicação aos ecossistemas de interesse e usos pretendidos;
- b) consistência (aplicação por órgãos ambientais responsáveis pelo monitoramento, densidade de aplicação);
- c) disponibilidade dos dados (disponibilidade atual, dificuldade de ampliação);
- d) facilidade de aplicação.

Dessa forma, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental - CETESB, a partir de um estudo realizado em 1970 pela "*National Sanitation Foundation - NSF*" dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas – IQA, sendo que este vem sendo utilizado para avaliar a qualidade das águas do Estado de São Paulo. O IQA incorpora nove parâmetros, que são considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, é classificada para abastecimento público, segundo a gradação apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das águas segundo o IQA (CETESB, 2007).

<i>Classificação segundo CETESB / SP</i>		
<i>Valor</i>	<i>Categoria</i>	<i>Cor</i>
79<IQA≤100	Ótima	
51<IQA≤79	Boa	
36<IQA≤51	Regular	
19<IQA≤36	Ruim	
IQA≤19	Péssima	

4.5 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

A determinação do estado trófico do lago baseia-se em muitos dados, tais como a morfologia da bacia, parâmetros físico-químicos, parâmetros biológicos e várias taxas de metabolismo, sendo que adicionalmente, parâmetros hidrológicos são também indispensáveis (OVERBECK, 2000).

Segundo a CETESB (2004) o Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou o potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas.

Bina (2004) menciona que existem diversas classificações do estado trófico na literatura, como: Carlson (1977), modificado por Kratzer e Brezonik (1981), Carlson (1977) modificado por Toledo Jr et al. (1983), Salas e Martino (1991) e Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento – OECD (1982).

Para o presente trabalho, foi aplicado o índice proposto por Carlson (1977), nas versões modificadas por Toledo Jr et al. (1983) e por Lamparelli (2004), sob a forma proposta pela CETESB (2009).

Para a determinação deste índice segundo Toledo Jr et al. (1983), são necessárias as medidas do desaparecimento visual do Disco de Secchi (m), a concentração de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$), a concentração de ortofosfato ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e a concentração de clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$).

Para a classificação do grau de trofia de cada estação serão utilizados os seguintes critérios mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Graus de trofia e respectivos intervalos (TOLEDO JR. et al., 1983)

Categoria de Estado Trófico	Ponderação
Oligotrófico	$\text{IET} \leq 44$
Mesotrófico	$44 < \text{IET} \leq 54$
Eutrófico	$54 < \text{IET} \leq 74$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 74$

Com base em dados de diversos cursos d'água do estado de São Paulo, Lamparelli (2004) desenvolveu novos equacionamentos para o IET e intervalos de classificação dos graus de trofia, com distinção entre rios e reservatórios. No presente estudo foi utilizado o equacionamento específico para reservatórios.

Segundo a CETESB (2009), das três variáveis citadas por Lamparelli (2004) para o cálculo do Índice do Estado Trófico para reservatórios, escolheu-se aplicar apenas duas: clorofila e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos. Na presente pesquisa este método foi utilizado para tornar possível a comparação entre os dados gerados e os obtidos pela CETESB em outros cursos d'água.

Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(PT), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila, IET(Chla), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. Deve-se ter em conta que num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila-a certamente coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo (CETESB, 2009).

Já nos corpos hídricos em que o processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou a baixa transparência, o índice relativo à clorofila irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Além disso, caso sejam aplicados algicidas, a conseqüente diminuição das concentrações de clorofila resultará em uma redução na classificação obtida a partir do seu índice (CETESB, 2009).

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia para reservatórios estão descritos na Tabela 3:

Tabela 3: Graus de trofia para reservatórios e respectivos intervalos (LAMPARELLI, 2004)

Categoria de Estado Trófico	Ponderação
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados foi definida como a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos Nº18 - UGRHI-18 pela Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994 (IPT, 1999), e está localizada no extremo noroeste do Estado de São Paulo, possuindo 6.825 km² de extensão territorial segundo São Paulo (1997), sendo definida pelo rio São José dos Dourados e seus tributários, além de proporções de áreas drenadas diretamente para o rio Paraná, situadas na porção oeste da bacia. Abrange 41 municípios, sendo 25 sediados em seu território (IPT, 1999), de acordo com a Figura 2.

Na Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados, a cota máxima corresponde a 570 m, na região de Neves Paulista, no extremo leste da bacia, e a cota mínima é ligeiramente inferior a 300 m, na confluência do rio São José dos Dourados com o rio Paraná, no extremo oeste da bacia (IPT, 1999).

A área da Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados foi objeto de divisão em seis sub-bacias, as quais foram designadas com o nome do curso d'água principal ou com nomes das drenagens principais (IPT, 1999). A Tabela 4 bem como a Figura 3 apresentam a relação (número, nome e área) das sub-bacias.

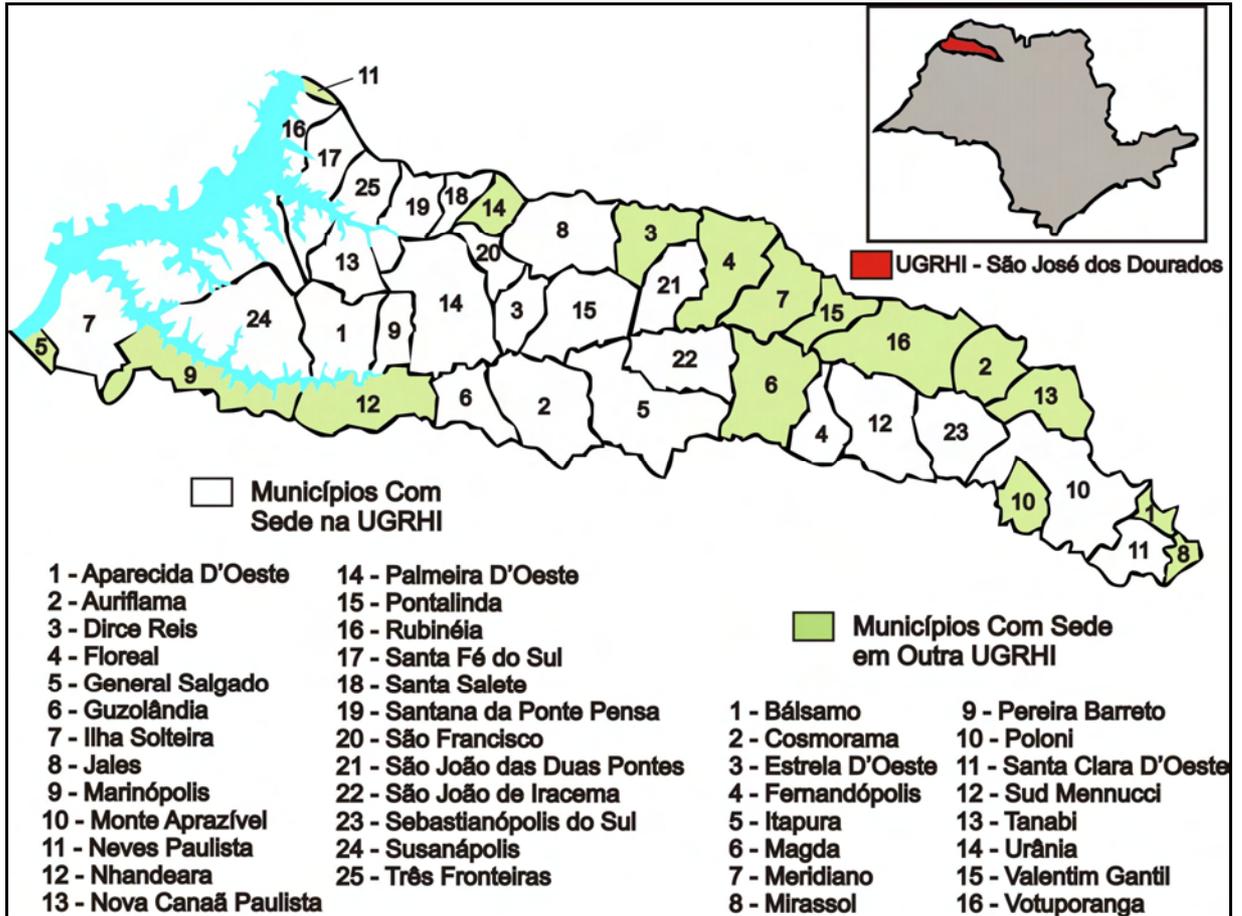


Figura 2: Localização da UGRHI São José dos Dourados e seus municípios
Fonte: IPT, 1999 (Modificado).

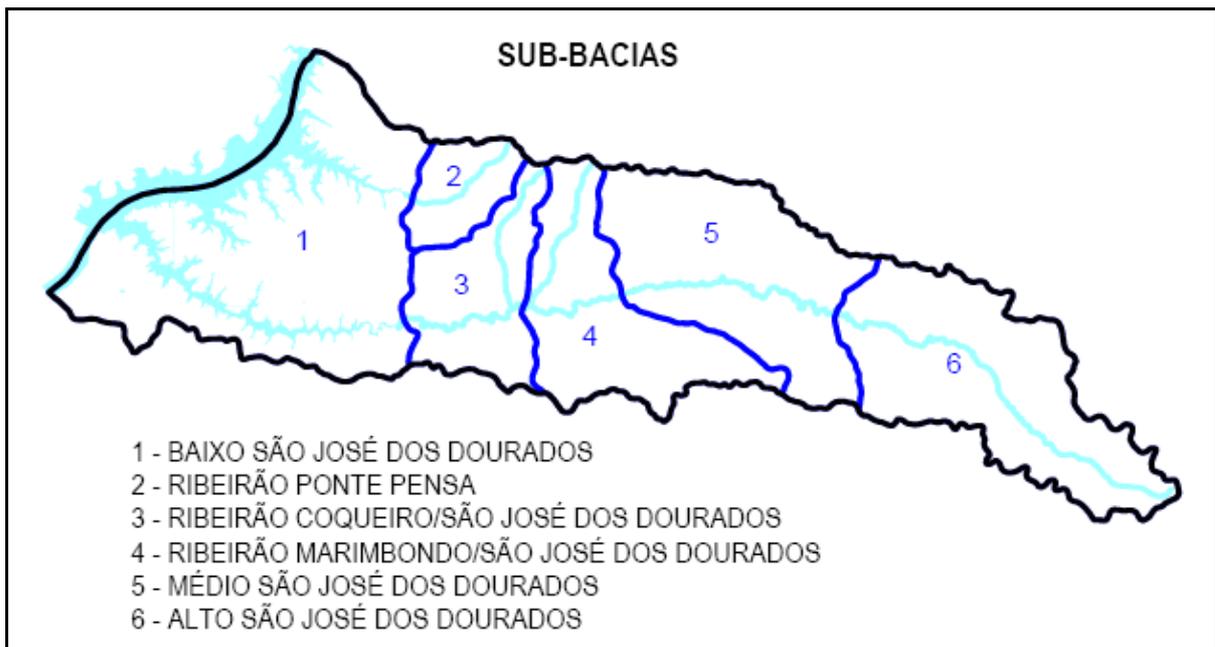


Figura 3: Localização das Sub-Bacias da UGRHI São José dos Dourados.
Fonte: IPT, 2008 (Modificado).

Tabela 4: Sub-Bacias da UGRHI-18 e respectivas áreas. (Fonte: IPT, 2008)

Nº	Sub-bacia	Área (km ²)
1	Baixo São José dos Dourados	2.243,5
2	Ribeirão Ponte Pensa	305,6
3	R.Coqueiro/ S.J.Dourados	639,5
4	R.Marimbondos/ S.J.Dourados	937,0
5	Médio São José dos Dourados	1.285,2
6	Alto São José dos Dourados	1.394,4

A sub-bacia de número 1, denominada Baixo São José dos Dourados, abrange toda a faixa oeste da UGRHI-18 que drena diretamente para o reservatório de Ilha Solteira, de forma que sua área também compreende uma parte coberta pelas águas desse reservatório, destacando-se também o canal de Pereira Barreto, que liga os rios São José dos Dourados e Tietê, parte integrante da hidrovía Tietê-Paraná. Abrange uma área de 2.243,5 km², ocupando as terras de menor altitude da área da UGRHI (IPT, 1999).

A área de estudo considerada neste trabalho agrega apenas os municípios da sub-bacia Baixo São José dos Dourados que têm suas vertentes voltadas ao Baixo rio São José dos Dourados, já que os demais municípios têm suas vertentes voltadas ao ribeirão Ponte Pensa. Os municípios inseridos nessa área de estudo (Figura 4) são Aparecida D'Oeste, Ilha Solteira, Marinópolis, Pereira Barreto, Sud Menucci e Suzanápolis e suas áreas estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5: Áreas dos municípios que formam a área de estudo (Fonte: IPT, 1999)

Municípios	Área Inserida na Bacia						Total (km ²)
	Emersa (km ²)	%	Submersa (km ²)	%	Total (km ²)	%	
Aparecida D'Oeste	177,59	13,27	3,55	1,53	181,14	11,55	181,14
Ilha Solteira	400,10	29,91	166,03	71,94	566,13	36,12	651,14
Marinópolis	77,08	5,76	0,35	0,15	77,43	4,93	77,43
Pereira Barreto	189,30	14,15	22,37	9,69	211,67	13,49	987,99
Sud Menucci	195,73	14,63	6,64	2,87	202,37	12,90	980,68
Suzanápolis	297,73	22,28	31,82	13,82	329,55	21,01	329,55
Total	1.337,53	100,00	230,76	100,00	1.568,29	100,00	3.207,93

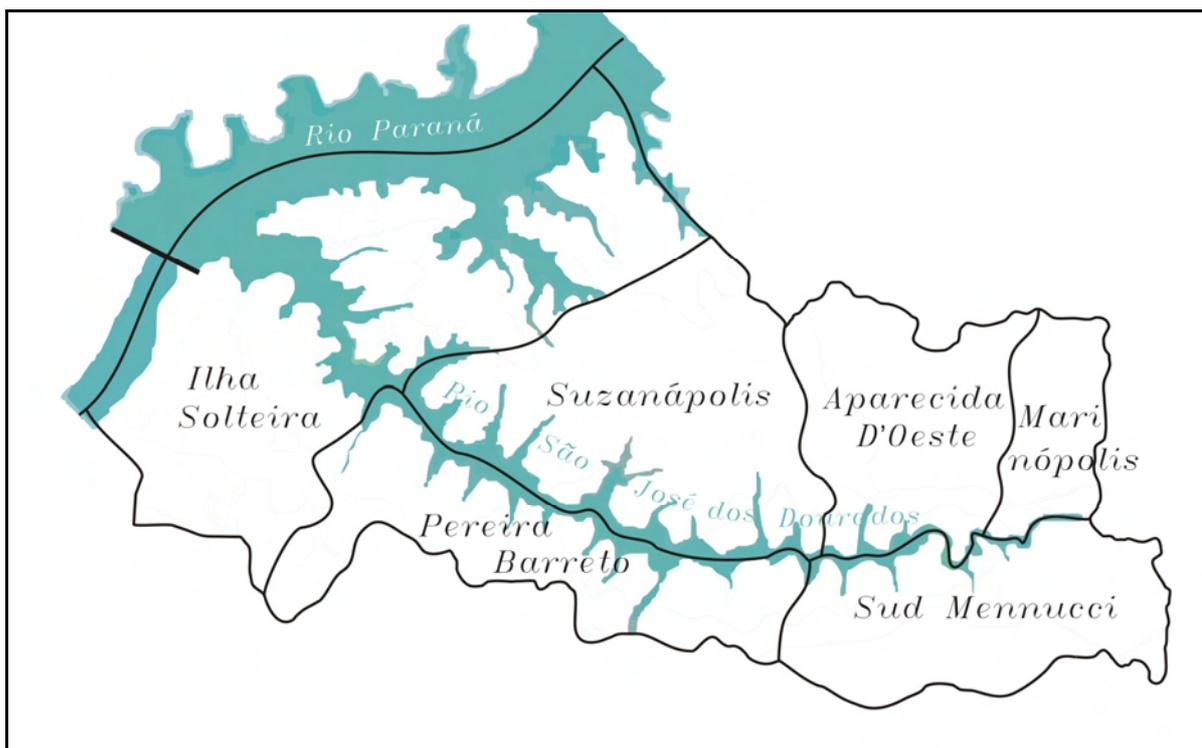


Figura 4: Municípios da área de estudo.

Esses municípios localizam-se em uma região com baixa densidade demográfica, tendo no setor primário sua principal atividade, destacando-se a pecuária, cana-de-açúcar, laranja, café e culturas temporárias como milho, arroz, etc. Os usos da água estão destinados para abastecimento público, afastamento de efluentes domésticos, irrigação de plantações e para as principais atividades industriais como usinas, destilarias, curtumes, frigoríficos e laticínios (CETESB, 2001).

5.1.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Segundo a classificação climática de Köppen (1948), a região apresenta um clima tropical (Aw), ou seja, temperaturas elevadas com chuva no verão e seca no inverno. As temperaturas médias anuais variam de 22 a 23°C (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994), com as médias máximas em janeiro entre 31 a 32°C e as médias mínimas em julho entre 13 a 14°C (IPT, 1999).

A região foi classificada pela efetividade da precipitação como um clima úmido, variando com precipitações de menos de 60 mm nos meses de seca, a precipitações mensais

com mais de 260 mm nos meses com maior precipitação, apresentando média anual de 1.250 a 1.353 mm (SETZER, 1966).

5.1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

5.1.2.1 Geologia

As unidades geológicas que afloram na área da Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados são as rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral, as rochas sedimentares dos Grupos Caiuá e Bauru (pertencentes à Bacia Bauru) e os sedimentos quaternários associados à rede de drenagem (IPT, 1999).

Os basaltos da Formação Serra Geral acham-se dispostos em sucessivos derrames com espessuras individuais de até 50 metros, mas podem, no conjunto, ultrapassar a 1.200 metros. Expõem-se principalmente na porção oeste da UGRHI e ao longo dos vales do rio São José dos Dourados e do ribeirão Ponte Pensa. Servem de substrato rochoso para a Barragem de Ilha Solteira (IPT, 1999).

A Bacia Bauru é constituída de uma extensa capa sedimentar, cuja deposição se deu no Cretáceo Superior (90 a 65 milhões de anos atrás), sobre os basaltos da Formação Serra Geral (IPT, 1999).

5.1.2.2 Geomorfologia

A Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados apresenta-se inteiramente incluída na Província do Planalto Ocidental Paulista, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo proposta por Almeida (1964) e adotada no mapa geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981).

As características do Planalto Ocidental Paulista desenham em geral uma paisagem de relevo suave, monótono, levemente ondulado, predominando colinas e morrotes.

As colinas médias constituem a unidade predominante na área da bacia, exceto na sua porção oeste, nas proximidades do reservatório de Ilha Solteira e do baixo vale do rio São José dos Dourados, onde ocorre relevo de colinas amplas (IPT, 1981).

5.1.2.3 Pedologia

São quatro os tipos de solos que estão individualizados na área da UGRHI, sendo eles Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Escuros e Podzólicos Vermelho Amarelos (IPT, 1999), enumerados nas alíneas a seguir:

- a) Latossolos Roxos: são solos de textura argilosa a muito argilosa, de perfil normalmente profundo, onde o teor de argila diminui lentamente com o aumento da profundidade. Tratam-se de solos desenvolvidos, ácidos a fortemente ácidos em sua maioria. Originam-se da desagregação e alteração dos basaltos da Formação Serra Geral e ocorrem apenas no extremo oeste da área da UGRHI;
- b) Latossolos Vermelho Escuros: são solos arenosos, muito profundos, cujos horizontes são pouco diferenciados, observando-se teores de argila entre 15% e 85%. Ocorrem na porção oeste e extremo noroeste da UGRHI;
- c) Podzólicos Vermelho Escuros: são solos arenosos com perfil bem desenvolvido, profundidade mediana (1,5 m a 2,0 m) e horizontes bem demarcados, associados a relevo de colinas médias e amplas, ocorrendo no terço oeste da UGRHI;
- d) Podzólicos Vermelho Amarelos: constituem, individualmente, uma classe de solos normalmente ácidos, arenosos, bem desenvolvidos e com boa drenagem. Ocorrem em diversas manchas nas porções topograficamente mais elevadas, junto aos divisores ao norte e sul.

5.1.3 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2005), os municípios incluídos na área de estudo possuíam juntos uma população de 66.309 habitantes

no ano 2000 e a ocupação dos municípios em questão é atribuída à expansão da cafeicultura e da ferrovia nas primeiras décadas deste século. Das culturas iniciais de arroz, milho e algodão, plantadas basicamente para a sobrevivência, passou-se para a monocultura de café até meados de 1975. Posteriormente, a possibilidade de exploração agropecuária foi a principal razão para o deslocamento e assentamento de populações nesta região (SÃO PAULO, 1999).

Segundo Tomazelli (2003), a decadência do café trouxe como consequência a busca de outras culturas e a criação de gado. Ainda hoje, a agropecuária é predominante como atividade econômica desenvolvida, destacando-se a pecuária, cana-de-açúcar, laranja e culturas temporárias como milho e arroz. Nos últimos anos tem ocorrido uma tendência no aumento dos empreendimentos agroindustriais do setor sucro-alcooleiro, com incremento na produção de cana-de-açúcar em substituição das áreas de pastagens (CETESB, 2008), contando também com atividades comerciais e industriais de menor expressão.

5.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Dentre as diversas atribuições conferidas aos usos e formas de ocupação dos solos nos municípios inclusos na área de estudo, foram considerados de maior relevância no contexto da presente pesquisa a exploração agrícola da zona rural, bem como o estado de conservação da vegetação nativa, correlacionados à potenciabilidade de ocorrência dos processos erosivos e a crescente atividade de aquicultura na região, verificando dessa forma as suas influências na dinâmica do Baixo São José dos Dourados e na qualidade das suas águas.

A caracterização do uso e ocupação do solo da sub-bacia do Baixo São José dos Dourados pela agricultura tem a finalidade de contribuir para um melhor entendimento da distribuição espacial das principais atividades agrícolas da região e suas consequências e influências nos processos responsáveis pela degradação do meio físico, principalmente dos recursos hídricos, tais como, desmatamentos e erosões.

Os dados apresentados nesse trabalho foram obtidos através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (SÃO PAULO, 2007, 2008) em levantamentos censitários elaborados anualmente

pelo Projeto de Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo - PROJETO LUPA.

De acordo com São Paulo (1995), a unidade básica utilizada em seus levantamentos agrários é nomeada Unidade de Produção Agropecuária (UPA), sendo esta o imóvel que apresenta exploração de seu potencial agropecuário. São levadas em consideração todas as UPAs, mesmo aquelas que se encontram no perímetro urbano dos municípios.

O potencial dos imóveis é geralmente aproveitado com finalidade econômica, porém, no caso de haver explorações apenas para consumo próprio, são contabilizadas somente as UPAs que ocupem área igual ou superior a 0,1 ha. Não são cadastrados ou levantados os imóveis utilizados somente para lazer, tais como, chácaras de lazer, rancho de pesca e similares (SÃO PAULO, 1995).

No estudo da ocupação do solo da área da bacia do Baixo São José dos Dourados pela agricultura, os parâmetros aferidos para a classificação foram:

- a) Área em Descanso - Conjunto de áreas que não estão sendo aproveitadas, mas que apresentam potencial para isso. Incluem áreas ocupadas com várzeas, brejos e similares, localizados às margens dos córregos, rios e lagos.
- b) Áreas Complementares – São as áreas ocupadas com benfeitorias (casas, currais, represas, estradas, etc.).
- c) Cultura Perene – As culturas perenes, também chamadas de culturas permanentes, são aquelas que crescem de ano para ano, sendo muitas vezes necessário um período de vários anos para que se tornem produtivas. Elas não perecem necessariamente após a colheita. São culturas perenes: café, citrus, seringueira, amora para sericicultura e outras frutíferas.
- d) Cultura Temporária – são as culturas que completam normalmente todo seu ciclo de vida durante uma única estação, perecendo após a colheita. Como exemplo, tem-se: Abacaxi, banana, cana-de-açúcar, mamão, mandioca, maracujá, etc.
- e) Pastagens – Constituem a área de maior recobrimento na bacia e ocorre em diversos padrões, com áreas visivelmente organizadas para a pecuária, apresentando pastos com diversas fases de crescimento, indicando um rodízio de uso, ou como áreas que aparentemente encontram-se abandonadas, sem qualquer tratamento.
- f) Reflorestamento – constitui-se as formações florestais artificiais, disciplinadas e homogêneas, com predomínio da espécie Eucaliptus (*Eucalyptus spp*). Os reflorestamentos no Baixo São José dos Dourados são pequenos e dispersos por toda a região.

g) Vegetação Natural – a vegetação natural refere-se às florestas ainda intocadas, bem como àquelas em adiantado grau de regeneração.

As informações relativas à vegetação natural remanescente no entorno do Baixo São José dos Dourados foram extraídas do mapa intitulado Áreas da Categoria Vegetação Natural elaborado por Pereira (2006), com base em mapas cadastrais disponibilizados pela Companhia Energética de São Paulo - CESP, obtidos no formato vetorial digital. Para selecionar e mensurar as áreas cadastradas de vegetação natural foi utilizado o programa computacional *AutoCAD*, elaborando e implementando uma rotina na linguagem *AutoLisp* que possibilitou o cálculo, bem como a soma automática das áreas delimitadas por linhas, após a devida transformação dessas para entidades gráficas do tipo *polylines*.

Para a obtenção de informações sobre os processos erosivos na área de estudo foi utilizado o mesmo procedimento, a partir do Mapa de Suscetibilidade à Erosão da Bacia do rio São José dos Dourados, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1999) em parceria com o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados – CBH-SJD.

Na bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados são coletados e tratados 98% do total do esgoto gerado (CETESB, 2008), apresentando os melhores índices de saneamento do estado de São Paulo, onde as médias de coleta e tratamento dos efluentes gerados dentre todos os municípios do estado são de 84% e 38% respectivamente, conforme elucida o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo - CERHI (2006). Apresenta ainda 24,3% de disposição de resíduos sólidos classificada como adequada, 60,4% como controlada e apenas 15,3% considerada inadequada (CETESB, 2008), com a demanda dos municípios que necessitam de intervenções para adequar as respectivas destinações finais de resíduos sólidos de 5.519 t/ano, representando apenas 0,24% da demanda de todo o estado (CERHI, 2006).

Dessa forma estes fatores urbanos não foram contemplados no estudo de uso e ocupação dos solos devido às boas características apresentadas e à baixa densidade demográfica da região, tendo em vista que as principais atividades econômicas desenvolvidas são agropecuárias segundo a CETESB (2008).

5.3 FATORES CLIMATOLÓGICOS

Os dados de pluviosidade, temperatura atmosférica e intensidade de ventos foram obtidos no banco de dados climáticos do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Universidade Estadual Paulista - DEFERS-UNESP, aferidos no município de Ilha Solteira-SP.

5.4 FATORES FLUVIOMÉTRICOS

Os dados de vazão e diferenças de níveis do canal de Pereira Barreto foram solicitados e disponibilizados pela Companhia Energética de São Paulo – CESP, através da Divisão de Gestão dos Recursos Hídricos, utilizando o correio eletrônico *inform@cesp.com.br*, em janeiro de 2008. Os dados de níveis do reservatório de Ilha Solteira foram obtidos no banco de dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS (2009).

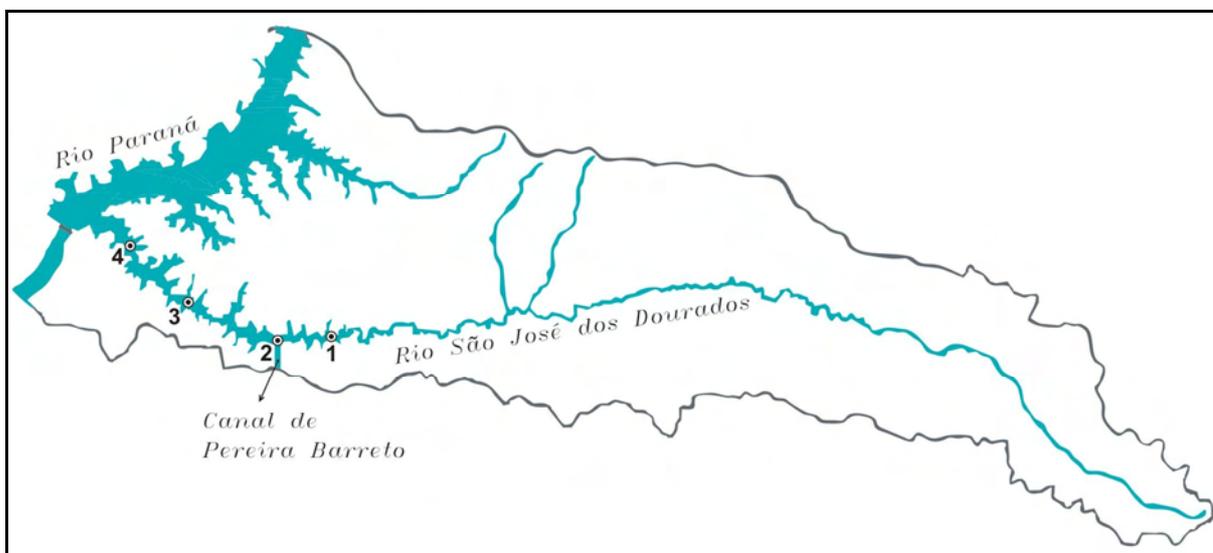
5.5 AMOSTRAGEM DA ÁGUA

Foram escolhidos quatro (04) pontos de coleta ao longo do Baixo São José dos Dourados, sendo eles descritos e demonstrados na Tabela 6 e Figura 5.

Esta distribuição dos pontos de coleta foi considerada de forma a contemplar entradas diretas e difusas no trecho represado do curso d'água em questão (pontos 1 e 2), seu intermédio (ponto 3) e proximidades de sua confluência com o rio Paraná (ponto 4), possibilitando posterior discussão entre os resultados obtidos e um melhor entendimento quanto à sua dinâmica ao longo de seu percurso.

Tabela 6: Descrição e localização dos pontos de coleta no Baixo São José dos Dourados

Ponto	Descrição	Coordenada S	Coordenada W	Profundidade (m)
1	Início do trecho represado, representando a fase de transição entre rio e reservatório.	20°33'66"	50°58'89"	6,0 ±1
2	Em frente ao canal de Pereira Barreto, recebendo influência direta de suas vazões.	20°33'67"	51°03'99"	9,0 ±1
3	Parte central do reservatório, representando a fase intermediária do braço.	20°30'05"	51°10'39"	19,0 ±1
4	Próximo à ponte da rodovia SP-595, mais à jusante do reservatório e próximo à confluência com o rio Paraná.	20°26'07"	51°15'47"	29,0 ±1

**Figura 5:** Localização dos pontos de coleta no Baixo São José dos Dourados.

Fonte: IPT, 1999 (Modificado).

5.6 MÉTODO DE COLETA

As coletas foram realizadas trimestralmente de forma a contemplar os períodos seco e chuvoso no decorrer de um ano, efetuadas nos dias 10 de novembro de 2006 e 05 de fevereiro, 18 de maio e 06 de setembro de 2007, usando de garrafa de Van Dorn com capacidade para cinco litros (Figura 5), na água sub-superficial, intermediária e de fundo,

correspondendo respectivamente a um (01) metro abaixo da superfície, meio da coluna d'água e dois (02) metros acima do leito.

A coleta de água em profundidades intermediárias não foram efetuadas nos pontos de coleta que apresentaram pequena profundidade, sendo eles o ponto 1 e ponto 2. Também foi realizada a determinação da transparência da água por meio do Disco de Secchi (Figura 6), sendo a leitura obtida em função da média da profundidade de desaparecimento e ressurgimento do disco imerso verticalmente na água, avaliando-se, posteriormente, a extensão da zona eufótica (COLE, 1975).



Figura 6: Garrafa de Van Dorn de 5 litros e Disco de Secchi
Fonte: Leite, 2005.

5.7 MÉTODOS DE ANÁLISE

Os parâmetros analisados e os métodos que foram aplicados nesta pesquisa estão demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7: Parâmetros analisados e os métodos relacionados

PARÂMETROS ANALISADOS	MÉTODO
Temperatura	EATON et al. (1995) N°2550 B1
pH	EATON et al. (1995) N°4500-H ⁺ B
Condutividade	EATON et al. (1995) N°2510 B
Turbidez	EATON et al. (1995) N°2130 B
Oxigênio Dissolvido	EATON et al. (1995) N°4500-O C
Coliformes Fecais	Chromocult
Demanda Bioquímica de Oxigênio	WINKLER Mod. (EATON et al., 1995)
Resíduos Totais	EATON et al. (1995) N°2540 B
Fósforo Total	EATON et al. (1995) N°4500-P E
Ortofosfato	EATON et al. (1995) N°4500-P E
Nitrogênio Total	EATON et al. (1995) N°4500-N C
Nitrato	EATON et al. (1995) N°4500-NO ₃ B
Nitrito	EATON et al. (1995) N°4500-NO ₂ B
Amônia	EATON et al. (1995) N°4500-NH ₃ F
Clorofila	NUSCH; PALME (1975), MOED; HALLEGRAEF (1978), NUSCH (1980) e MARKER et al. (1980)
Transparência da Água	COLE (1975)

5.8 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS - IQA

O IQA foi calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliforme fecal, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez (CETESB, 2001).

As equações utilizadas no cálculo do IQA foram baseadas nas curvas originais usando aproximações pelo método dos mínimos quadrados e teoria dos erros, descrito em CETESB (1977) e as curvas correspondentes a cada parâmetro encontram-se no Anexo. Para a ponderação do IQA foram utilizadas as seguintes equações:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

IQA → Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i → qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

w_i → peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Equação 2

n → número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Tabela 8: Pesos de cada parâmetro relativo ao IQA (CETESB, 2001).

<i>Pesos Relativos ao IQA</i>	
<i>Parâmetro</i>	<i>Peso</i>
Oxigênio Dissolvido	17%
Coliformes Fecais	15%
pH	12%
DBO	10%
Fósforo Total	10%
Nitrogênio Total	10%
Temperatura	10%
Turbidez	8%
Sólidos Totais	8%

5.9 CÁLCULO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

Para o cálculo do Índice do Estado Trófico (IET) foram utilizados os métodos descritos em Carlson (1977), modificados por Toledo Jr. et al. (1983), e também modificados por Lamparelli (2004), na forma proposta pela CETESB (2009).

Para o método modificado por Toledo Jr. et al. (1983), foram consideradas as seguintes equações:

$$IET(Z_{DS}) = 10 \cdot \left\{ 6 - \left[\frac{(0,64 + \ln Z_{DS})}{\ln 2} \right] \right\} \quad \text{Equação 3}$$

$$IET(PT) = 10 \cdot \left\{ 6 - \left[\frac{\ln \left(\frac{80,32}{PT} \right)}{\ln 2} \right] \right\} \quad \text{Equação 4}$$

$$IET(PO_4) = 10 \cdot \left\{ 6 - \left[\frac{\ln \left(\frac{21,67}{PO_4} \right)}{\ln 2} \right] \right\} \quad \text{Equação 5}$$

$$IET(Chla) = 10 \cdot \left\{ 6 - \left[\frac{2,04 - 0,695 \cdot (\ln Chla)}{\ln 2} \right] \right\} \quad \text{Equação 6}$$

$$IET = \frac{IET(Z_{DS}) + 2 \cdot [IET(PT) + IET(PO_4) + IET(Chla)]}{7} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

Z_{DS} → leitura da transparência da água pela profundidade do disco de Secchi (m)

PT → concentração de fósforo total na superfície (mg.L^{-1})

PO_4 → concentração de fosfato inorgânico (ortofosfato) na superfície (mg.L^{-1})

$Chla$ → concentração de clorofila na superfície (mg.L^{-1})

IET → Índice de Estado Trófico Médio

Para o método modificado por Lamparelli (2004), na forma proposta pela CETESB (2009), foram consideradas as seguintes equações específicas para reservatórios:

$$IET(PT) = 10 \cdot \left\{ 6 - \left[1,77 - \frac{0,42 \cdot (\ln PT)}{\ln 2} \right] \right\} \quad \text{Equação 8}$$

$$IET(Chla) = 10 \cdot \left\{ 6 - \left[\frac{0,92 - 0,34 \cdot (\ln Chla)}{\ln 2} \right] \right\} \quad \text{Equação 9}$$

$$IET = \frac{IET(PT) + IET(Chla)}{2}$$

Equação 10

Onde:

PT → concentração de fósforo total na superfície ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Chla → concentração de clorofila na superfície ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

IET → Índice de Estado Trófico Médio

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente estudo sobre o Baixo rio São José dos Dourados, foram avaliados o uso e ocupação do solo na região do seu entorno, contemplando informações regionais sobre agricultura, pecuária, aquicultura, incidência de erosão e vegetação ciliar, assim como foram avaliados, durante um período anual (novembro de 2006 a setembro de 2007), variáveis climatológicas (pluviosidade, temperatura atmosférica e incidência de ventos), algumas variáveis físicas, químicas e biológicas (temperatura da água, potencial hidrogeniônico, condutividade, transparência da água, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total, nitrito, nitrato, amônia, coliformes fecais e clorofila) e índices de caracterização das águas (Índice de Qualidade das Águas – IQA e Índice de Estado Trófico – IET), para compreender alguns dos processos e mecanismos de funcionamento desse reservatório. Os resultados obtidos estão apresentados em Tabelas e Figuras ao longo do texto e no apêndice.

Com a finalidade de facilitar o desenvolvimento do texto e o melhor entendimento das discussões sobre os resultados, foi utilizada a sigla BSJD, referindo-se à área de estudo no Baixo rio São José dos Dourados.

6.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

6.1.1 EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA E VEGETAÇÃO

Os dados obtidos junto à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (SÃO PAULO, 2008) referentes às atividades agrícolas desenvolvidas na zona rural dos municípios inclusos na área de estudo, para o ano de 2007, estão indicados na Tabela 9.

Dentre as formas de exploração das áreas rurais, as pastagens ocuparam maior área nos municípios, com 55,97% da área total das Unidades de Produção Agropecuária - UPAs, seguido pelas áreas de manejo de culturas temporárias, com 33,28%, e 2,71% de culturas

perenes. As áreas das UPAs ocupadas por vegetação natural e vegetação de brejo e várzea totalizaram 6,24%. Os reflorestamentos demonstraram-se quase que inexistentes nos municípios de Aparecida D'Oeste, Ilha Solteira e Pereira Barreto e no geral representam 0,25% de toda a área ocupada por UPAs.

Em termos de percentual de áreas com o manejo de pastagens, o município de Aparecida D'Oeste se destacou apresentando 75,55% das áreas de suas UPAs. Com relação às áreas ocupadas, o município de Pereira Barreto demonstrou-se com 33.091,6 ha de pastagens. Nas culturas temporárias, Pereira Barreto apresentou o maior percentual de suas áreas dentre os outros municípios (41,70%) e maior área ocupada (27.535,5 ha).

Tabela 9: Exploração agrícola nos municípios da área estudada

Aparecida D'Oeste	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	393	2.163,6	13,31
Reflorestamento	416	10,2	0,06
Vegetação Natural	413	519,9	3,21
Área Complementar	406	122,5	0,75
Cultura Temporária	389	1.072,0	6,59
Pastagens	421	12.282,5	75,55
Área em Descanso	407	22,0	0,13
Vegetação de Brejo e Várzea	427	65,3	0,40
Área Total das UPAs	429	16.258,0	100,00
Ilha Solteira	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	288	434,3	0,96
Reflorestamento	291	21,1	0,04
Vegetação Natural	290	1.007,7	2,21
Área Complementar	292	349,3	0,77
Cultura Temporária	280	17.786,6	39,19
Pastagens	291	23.629,3	52,05
Área em Descanso	290	10,0	0,02
Vegetação de Brejo e Várzea	291	2.163,6	4,76
Área Total das UPAs	293	45.401,9	100,00
Marinópolis	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	192	1.382,3	18,20
Reflorestamento	192	31,6	0,41
Vegetação Natural	192	205,7	2,71
Área Complementar	192	159,7	2,10
Cultura Temporária	192	85,1	1,13
Pastagens	192	5.525,2	72,76
Área em Descanso	192	191,8	2,53
Vegetação de Brejo e Várzea	192	12,2	0,16
Área Total das UPAs	192	7.593,6	100,00

Tabela 9: Continuação

Pereira Barreto	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	455	579,7	0,89
Reflorestamento	500	53,1	0,08
Vegetação Natural	511	2.514,9	3,80
Área Complementar	541	850,0	1,28
Cultura Temporária	499	27.535,5	41,70
Pastagens	515	33.091,6	50,12
Área em Descanso	515	0,0	0,00
Vegetação de Brejo e Várzea	530	1.404,9	2,13
Área Total das UPAs	556	66.029,7	100,00
Sud Mennucci	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	302	1.040,0	2,21
Reflorestamento	318	249,3	0,53
Vegetação Natural	310	1.080,9	2,30
Área Complementar	312	395,5	0,84
Cultura Temporária	299	15.211,3	32,38
Pastagens	310	27.327,9	58,17
Área em Descanso	309	168,3	0,35
Vegetação de Brejo e Várzea	318	1.507,2	3,22
Área Total das UPAs	321	46.980,4	100,00
Suzanápolis	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	405	204,1	0,64
Reflorestamento	408	182,4	0,57
Vegetação Natural	408	2.605,0	8,21
Área Complementar	408	1.059,3	3,34
Cultura Temporária	403	9.517,3	29,99
Pastagens	405	17.908,9	56,43
Área em Descanso	408	0,0	0,00
Vegetação de Brejo e Várzea	408	257,8	0,82
Área Total das UPAs	408	31.734,8	100,00
Municípios da Área de Estudo	Nº UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	2.035	5.804,0	2,71
Reflorestamento	2.125	547,7	0,25
Vegetação Natural	2.124	7.934,1	3,71
Área Complementar	2.151	2.936,3	1,37
Cultura Temporária	2.062	71.207,8	33,28
Pastagens	2.134	119.765,4	55,97
Área em Descanso	2.121	392,1	0,18
Vegetação de Brejo e Várzea	2.166	5.411,0	2,53
Área Total das UPAs	2.199	213.998,4	100,00

Fonte: São Paulo, 2008.

Atualmente, as áreas com o cultivo de pastagens estão sendo substituídas por plantações de cana-de-açúcar (Figura 7), devido à implantação de diversas usinas de fabricação de álcool e açúcar na região (PEREIRA, 2006).



Figura 7: Foto aérea demonstrando áreas de cultivo da cana-de-açúcar no entorno do BSJD.
Fonte: Pereira, 2006.

No ano de 2006 as pastagens ocupavam em torno de 162.000ha, representando 73% da área total das UPAs e no ano de 2007, as pastagens passaram a ocupar apenas cerca de 120.000ha ou 56% da área das UPAs (SÃO PAULO, 2007). Em contrapartida, a cultura da cana-de-açúcar passou de 22.000ha ocupados em 2006, com 10% da área total das UPAs, para 62.000ha em 2007, atingindo o percentual de 29% das áreas das UPAs (SÃO PAULO, 2008).

Os municípios de Aparecida D'Oeste e Marinópolis mostraram-se diferenciados com relação aos outros municípios estudados, com a predominância de Pastagens, em média 74,15%, e culturas perenes, com percentual médio de 15,75%, relacionado à cultura da laranja. Os demais municípios cederam espaço para a cultura da cana-de-açúcar, impulsionados pelo setor agroindustrial que a utilizam como matéria-prima na fabricação de álcool e açúcar, destacando-se Pereira Barreto e Sud Mennucci, com 24.187,1 ha e 14.839,4 ha ocupados por esta cultura.

O município que apresentou maior mudança no período estudado foi Ilha Solteira, que passou da quase inexistência da cultura de cana-de-açúcar, com apenas 57,1 ha no ano de 2006, para 13.863,5 ha em 2007. Apenas o município de Suzanápolis apresentou um pequeno decaimento nas áreas ocupadas por cana-de-açúcar, passando de 9.479,7 ha em 2006 a 8.102,5 ha em 2007, sendo essas áreas ocupadas novamente por pastagens.

Segundo Lombardi Neto e Drugowich (1994), a ocupação por culturas temporárias tem causado sérios problemas de erosão, mesmo em áreas aptas, uma vez que pressupõe o uso intensivo de máquinas, tendência de monocultura, baixa cobertura vegetal no período crítico, e, em alguns casos, dois cultivos por ano, sem observar condições ideais para preparo de solo e mobilização excessiva do solo, coincidindo com período de alta erosividade, acarretando

problemas de poluição das águas decorrentes do sedimento, dos nutrientes químicos e dos defensivos agrícolas transportados. Os autores ainda comentam sobre a contribuição direta na poluição dos mananciais do manejo inadequado de pulverizadores e do descarte incorreto das embalagens vazias e discorrem sobre o setor sucro-alcooleiro, associando o grande volume produzido de vinhaça, resíduo de industrialização, como causa problemas na qualidade da água.

Segundo Milani (2007), na bacia do ribeirão Baguaçu, localizada na região de Araçatuba-SP, houve uma tendência muito forte quanto ao aumento da área de cultivo de cana-de-açúcar, motivado pela alta dos preços internacionais do açúcar e aumento do consumo de álcool veicular (etanol) no ano de 2006, da mesma forma ocorrida na região do Baixo São José dos Dourados, com a área de plantio substituindo as pastagens muito rapidamente, tornando tal fato preocupante, em face à grande degradação do solo produzida por essa cultura, produzindo o carreamento para os corpos hídricos de parcela do solo e excesso de adubos por meio do escoamento superficial das chuvas.

6.1.2 VEGETAÇÃO NATURAL

Considerada um importante indicador das condições ambientais de uma região, a vegetação propicia proteção ao solo, reduzindo o transporte de sedimentos para os corpos hídricos, bem como o assoreamento dos mesmos (PEREIRA, 2006). De acordo com o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo - CERHI (2006), a UGRHI do rio São José dos Dourados não apresenta unidades de conservação ambiental regulamentadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e apenas 2,34% de suas áreas estão preservadas por vegetação nativa, sendo a UGRHI com menor índice de vegetação natural do estado de São Paulo (CETESB, 2008).

Na região de entorno do BSJD foram identificados quatro tipos de vegetação natural predominantes (CESP, 2001):

- a) Floresta Estacional Semidecídua: formação com fisionomia arbustivo-arbórea, em grande parte recoberta por emaranhados de lianas finas e densas;

- b) Mata Ciliar: formação florestal ribeirinha que associa espécies típicas do cerrado e da floresta estacional semidecídua;
- c) Campo Arbustivo: formação com cobertura de gramíneas e subarbustos, com arbustos e pequenas árvores esparsas;
- d) Estádios Sucessionais de Regeneração: formações de cerrado e floresta estacional semidecídua em estádios inicial a médio de regeneração.

A Tabela 10 e a Figura 8 apresentam os tipos e a distribuição espacial de vegetação natural em número e tamanho de áreas remanescentes.

Tabela 10: Distribuição de vegetação natural na área de estudo (AE)

Vegetação Natural	Nº de Áreas	Área (ha)	Área (%)	Percentual da AE (%)
Mata Ciliar	485	3.468	60,54	2,59
Floresta Estacional Semidecídua	62	2.217	38,69	1,65
Estádios Sucessionais de Regeneração	3	35	0,61	0,04
Campo Arbustivo	2	9	0,16	0,01
Total	552	5729	100,0	4,29

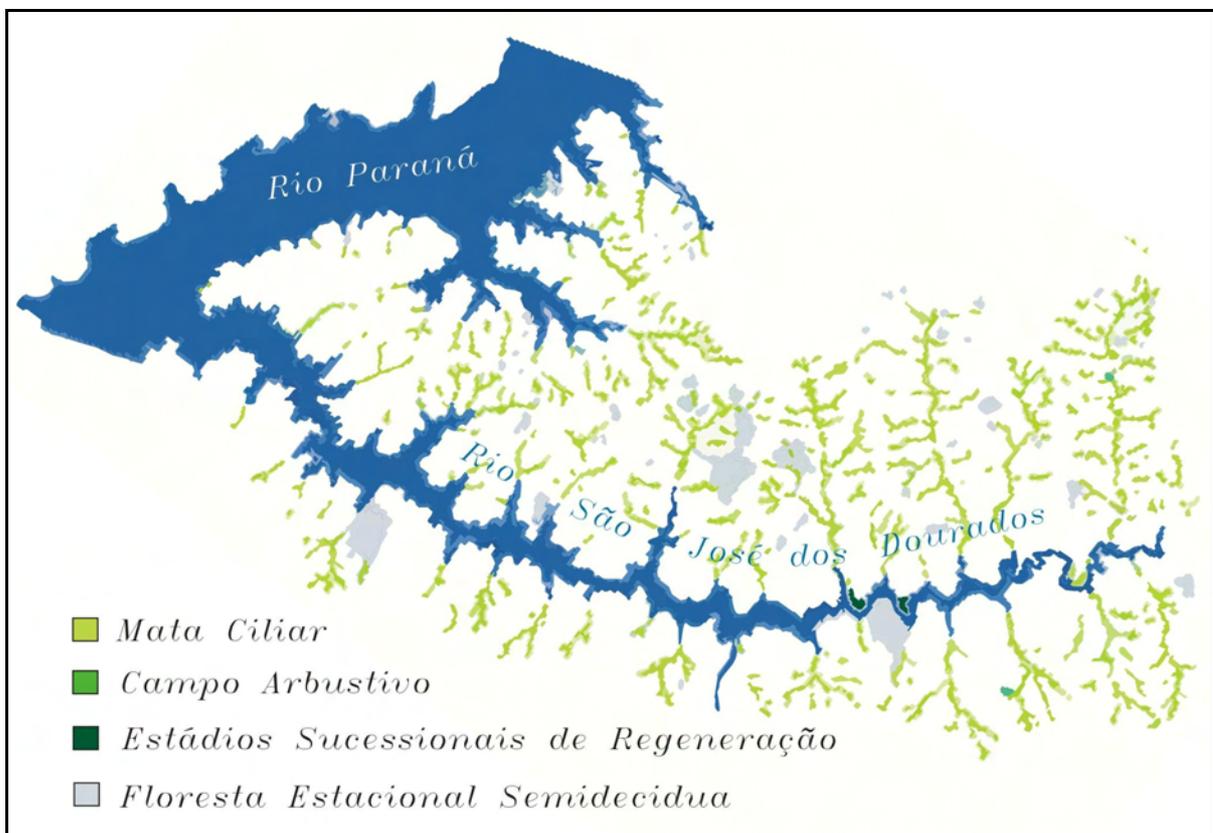


Figura 8: Tipos e distribuição espacial de áreas remanescentes de vegetação natural na área de estudo.
Fonte: Pereira, 2006 (Modificado).

De acordo com os resultados apresentados, verificou-se a presença de 5.729 ha de áreas cobertas por vegetação nativa, o que corresponde a 4,29% de toda a área de influência do BSJD, percentual quase quatro vezes inferior ao exigido por lei (Figura 9). Segundo a Agência Nacional das Águas – ANA (2002), o percentual mínimo de cobertura vegetal é de 20%, sem incluir as áreas de preservação permanente (nascentes, margens de rios, topos de morros, etc.), definido pelo Código Florestal, Lei nº 4.771/65 (BRASIL, 2006) para a manutenção mínima de área de reserva legal.

Verificou-se ainda a predominância de duas séries fisionômicas, sendo elas mata ciliar, com 3.468 ha das áreas recobertas com vegetação natural (60,54% da vegetação nativa), distribuídos ao longo dos pequenos afluentes do reservatório (Figura 10), apresentando-se muitas vezes degradadas e descontínuas (PEREIRA, 2006) e floresta estacional semidecídua, contando com 2.217 ha (38,69% da vegetação nativa), apresentando-se em manchas densas de árvores de grande porte (Figura 11). Ainda foram detectadas raríssimas áreas de estádios sucessionais de regeneração e campo arbustivo, ocupando áreas de 35 ha e 9 ha respectivamente, com menos de 1% da área total recoberta por vegetação nativa.



Figura 9: Foto aérea sobre o BSJD demonstrando a baixa densidade de vegetação natural no seu entorno.
Fonte: Pereira, 2006.



Figura 10: Foto aérea sobre o BSJD ilustrando ocorrência de pequenas áreas de mata ciliar em um de seus afluentes.

Fonte: Pereira, 2006 (Modificado).

De acordo com a Resolução 302/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (2002), é definido como sendo área de proteção permanente (APP) a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de 100,0 m para os mesmos situados em áreas rurais. No presente estudo foi constatada a quase inexistência de vegetação em APPs dessa natureza (Figura 12), pois as matas ciliares remanescentes ocorrem acompanhando os córregos e ribeirões afluentes, aumentando o potencial de erodibilidade das margens do reservatório e não oferecendo o anteparo natural ao escoamento superficial.



Figura 11: Foto aérea sobre o BSJD caracterizando a ocorrência de floresta estacional semidecídua.

Fonte: Pereira, 2006 (Modificado).



Figura 12: Foto aérea ilustrando região litorânea do BSJD desprovida de vegetação nativa.
Fonte: Pereira, 2006.

6.1.3 PROCESSOS EROSIVOS

Nas Figuras 13 e 14 podem ser observadas as áreas de incidência dos diferentes níveis de suscetibilidade à erosão, bem como a proporção dessas incidências nas áreas incluídas na bacia correspondentes aos municípios do entorno do Baixo São José dos Dourados, através de informações obtidas em IPT (1999).

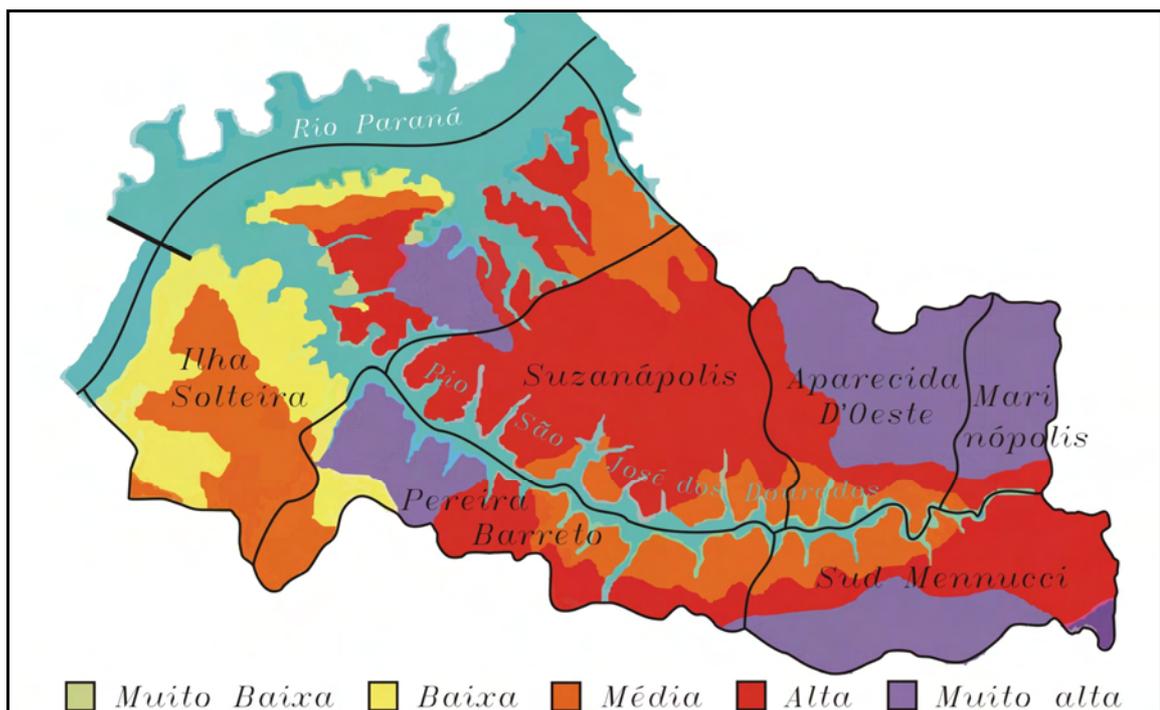


Figura 13: Mapa de suscetibilidade à erosão no BSJD.

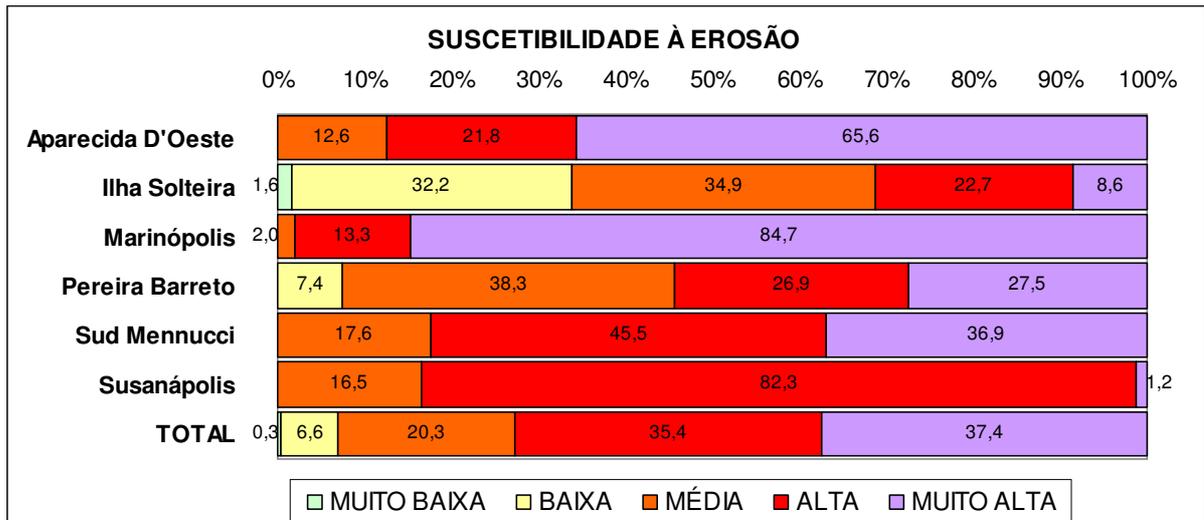


Figura 14: Percentual de suscetibilidade à erosão por área de município inclusa na bacia.

A partir desses resultados, pôde-se observar a predominância de áreas suscetíveis à erosão nos municípios envolvidos neste estudo, onde 37,4% das terras foram classificadas como áreas de alta suscetibilidade à erosão, seguida de 35,4% de terras de muito alta suscetibilidade à erosão. Os municípios onde foram constatados os maiores riscos de erosão foram Marinópolis e Aparecida D'Oeste, com 84,7% e 65,6% de suas terras classificadas como muito alta suscetibilidade à erosão respectivamente.

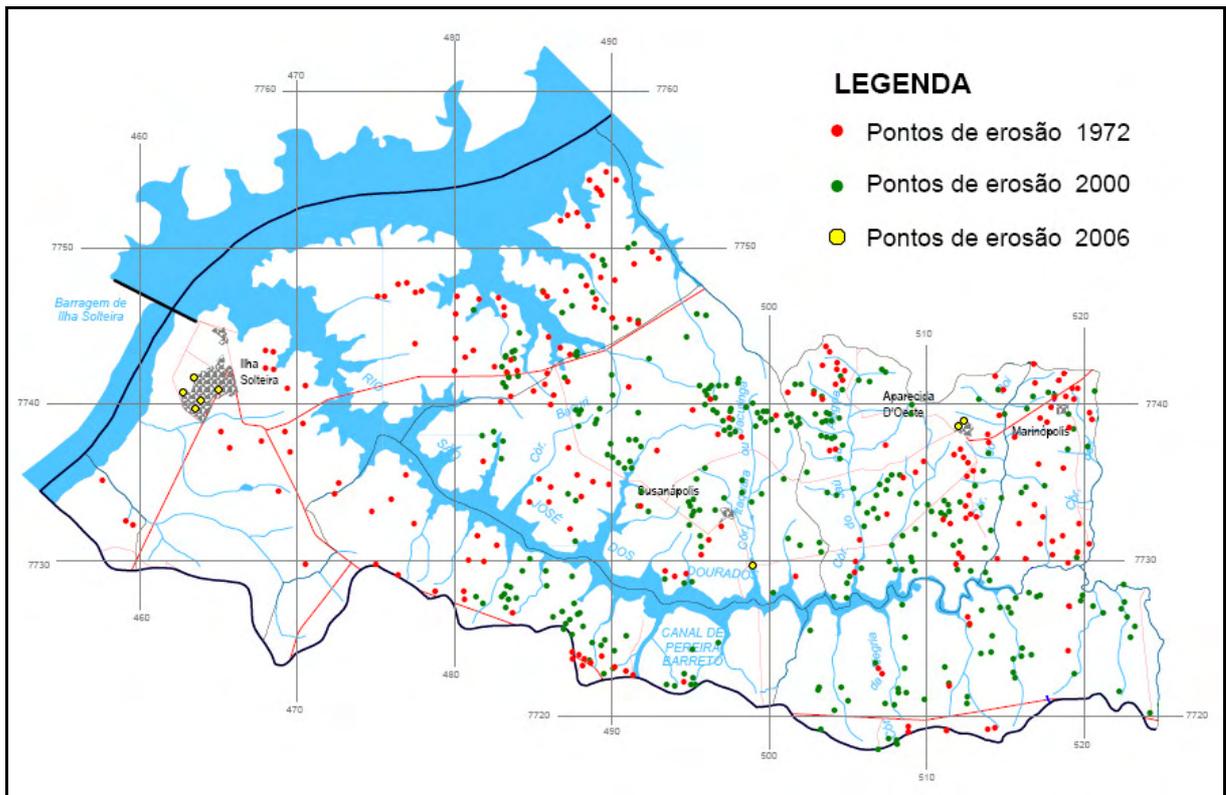
Em contrapartida, o município de Ilha Solteira foi o que apresentou menor risco de erosão, com 34,9% de suas áreas classificadas como tendo média suscetibilidade à erosão, seguido de 32,2% sob a classificação de baixa suscetibilidade à erosão e 1,6% de áreas com muito baixa suscetibilidade à erosão.

Em um estudo realizado por IPT (2008), foram confrontados levantamentos de pontos de erosão elaborados a partir de fotografias aéreas nos anos de 1972 e 2000, bem como novos pontos cadastrados em campo no ano de 2006, levando em conta apenas as ocorrências dentro da bacia do rio São José dos Dourados, com número de ocorrências e distribuição espacial mostradas na Tabela 11 e na Figura 15.

Com base nestes dados, foi verificado um grande aumento no número de ocorrências de erosão nos municípios da área de estudo no período que se estendeu do ano de 1972 ao ano 2000, passando de 207 para 322 ocorrências, representando um adicional de 55% no número de processos erosivos, com destaque para os municípios de Suzanápolis, que teve um aumento de 64 pontos de erosão e atingiu o número de 97 ocorrências, e Ilha Solteira, que apresentou uma redução de 66 pontos para 32.

Tabela 11: Ocorrências de processos erosivos nos municípios da área de estudo (IPT, 2008)

Município	Ocorrências (1972)	Ocorrências (2000)	Ocorrências (2006)
Aparecida D'Oeste	42	84	85
Ilha Solteira	66	32	32
Marinópolis	31	17	15
Pereira Barreto	24	39	39
Sud Mennucci	11	53	53
Suzanápolis	33	97	97
Total	207	322	321

**Figura 15:** Ocorrências de processos erosivos no entorno do BSJD
Fonte: IPT, 2008 (Modificado).

Comparando o número de processos erosivos registrados nos anos 2000 e 2006, foi observada a redução de apenas um ponto de ocorrência do montante geral, o que gera a impressão de que houve a estabilização na evolução dos processos desse gênero. Na realidade, os problemas de erosão foram contornados em nove dos pontos cadastrados na zona rural em 2000, com o emprego de técnicas apropriadas, à medida que outros oito pontos afetados pela erosão surgiam, com sete nos perímetros urbanos desses municípios e um na zona rural. A maior parte dessas alterações ocorreu no município de Ilha Solteira, com a extinção de cinco dos seus pontos mais antigos localizados na zona rural e o surgimento de novos cinco pontos

urbanos. Na figura 16 está demonstrado um dos pontos de ocorrência de erosão às margens do BSJD.

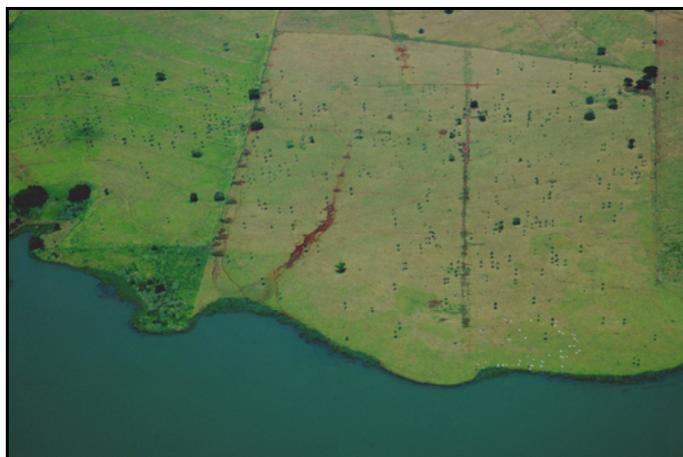


Figura 16: Foto aérea sobre o BSJD ilustrando processo erosivo no seu entorno.
Fonte: Pereira, 2006.

Segundo Bellinazzi et al. (1981) apud (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994), os processos erosivos incorrem em perdas de solo, as quais cerca de 25% chegam aos mananciais sob a forma de sedimentos transportados, causando assoreamento e poluição dos mesmos, e essas perdas variam de acordo com o tipo de uso agrícola (Tabela 12).

Tabela 12: Perdas de solo associadas ao uso agrícola no estado de São Paulo

Culturas		Perda de Solos (t/ha/ano)
Anuais	Algodão	24,8
	Arroz	25,1
	Feijão	38,1
	Milho	12,0
	Soja	20,1
Temporárias	Cana-de-açúcar	12,4
	Mandioca	33,9
Perenes	Banana	0,9
	Café	0,9
	Laranja	0,9
Outros	Reflorestamento	0,9
	Pastagem	0,4
	Vegetação Natural	0,4

Fonte: Bellinazzi et al., apud Lombardi Neto; Drugowich, 1994.

Embasado nestes coeficientes de perda de solos e nas quantificações de áreas por tipo de ocupação agrícola (Item 6.1.1) pôde-se obter uma estimativa simplificada do aumento

de perda de solos ocasionado pela substituição de áreas de pastagem pela cultura de cana-de-açúcar no entorno do BSJD, nos anos de 2006 e 2007, indicadas na Tabela 13.

Tabela 13: Estimativa de perda de solo em áreas de pastagem e cultivo de cana-de-açúcar no BSJD nos anos de 2006 e 2007

Ano	Cultura	Área (ha)	Perda de solo (t/ha/ano)	Perda de solo (t/ano)
2006	Pastagem	162.000	0,4	64.800
	Cana-de-açúcar	22.000	12,4	272.800
	Total			337.600
2007	Pastagem	120.000	0,4	48.000
	Cana-de-açúcar	62.000	12,4	768.800
	Total			816.800

Dessa forma, foi estimada grande influência do aumento na produção de cana-de-açúcar em substituição das áreas de pastagens na região, com as perdas de solos associadas a essas culturas, passando de 337.600 toneladas de solo no ano de 2006 para 816.800 toneladas de solo em 2007, gerando um adicional de perda de solos da ordem de 142% nas áreas ocupadas por essas culturas, que constituem cerca de 85% de toda a área ocupada por UPAs.

De acordo com o IPT (1999), a degradação da área da bacia do BSJD pelos processos erosivos mobilizou milhões de metros cúbicos de solos, destruindo terras agriculturáveis, equipamentos urbanos e obras civis, impactando de forma expressiva os recursos hídricos da bacia, com a formação de depósitos de assoreamento ao longo dos cursos d'água e do reservatório.

Fato semelhante ocorre nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe, onde a degradação dos terrenos das bacias pelos processos erosivos urbanos e rurais impacta seus recursos hídricos, com desmatamentos, atividades agrícolas, abertura de estradas e expansão urbana sendo responsáveis por alterações no equilíbrio da paisagem, que resultam em altos índices de feições erosivas lineares e erosão laminar, acarretando intenso assoreamento dos rios Aguapeí, Peixe e seus principais afluentes (CERHI, 2006).

No Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo de 2007, elaborado pela CETESB (2008), encontram-se recomendações ao Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí/Peixe - CBH-AP para promover uma melhor gestão dessas bacias, como: priorizar a recuperação da vegetação marginal do rio Aguapeí, uma vez que os níveis de alumínio, ferro e manganês, indicativos de carga difusa, mantiveram-se muito elevados no período de chuvas; promover projetos que trabalhem com a contenção de erosão e remediação de voçorocas, bem como priorizar estudos sobre os impactos do uso e manejo

do solo agrícola nos corpos d'água, gerar incentivos para projetos de contenção e ações para minimizar estes impactos.

Para a bacia do rio São José dos Dourados, a CETESB (2008) recomendou ao Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados - CBH-SJD a promoção de projetos que trabalhem com o reflorestamento das margens dos corpos hídricos, uma vez que elevados valores de turbidez e concentrações de alumínio e manganês foram constatados em suas águas, associados à contribuição de cargas difusas.

6.1.4 AQÜICULTURA

Nas águas do trecho represado do rio São José dos Dourados existem várias localidades possíveis de instalações de tanques-rede (PEREIRA, 2006), onde se encontram dois empreendimentos desta natureza em atividade, localizados no município de Ilha Solteira, nas proximidades da ponte na rodovia SP-595, “Rodovia dos Barrageiros” (Figuras 17 e 18).

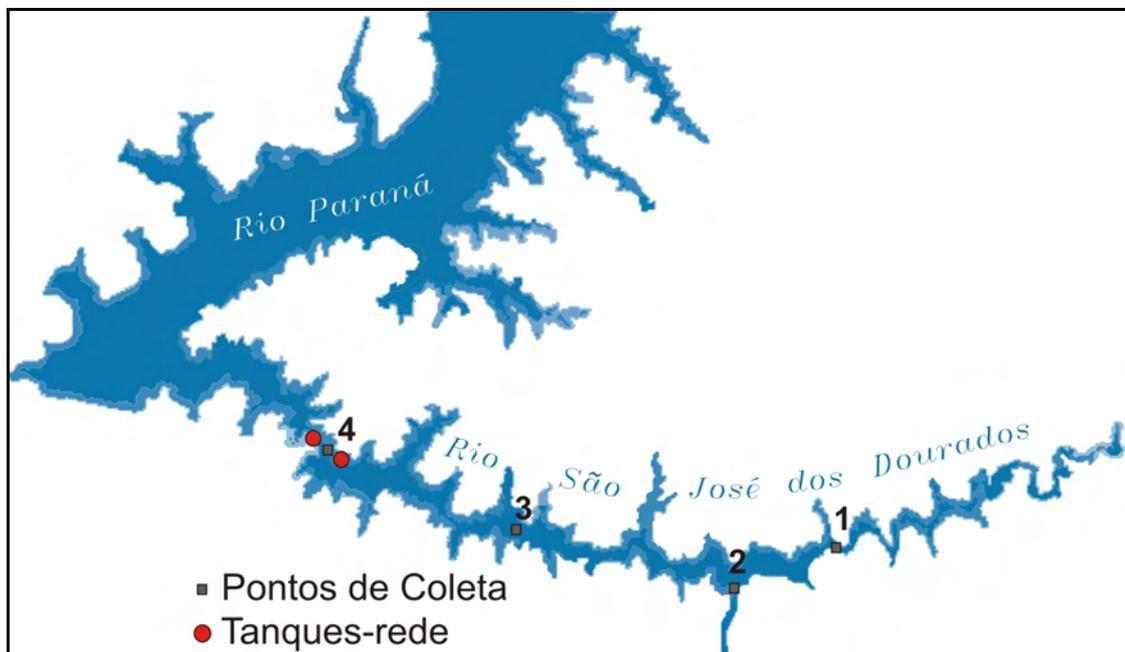


Figura 17: Ocorrências de tanques-rede no BSJD.

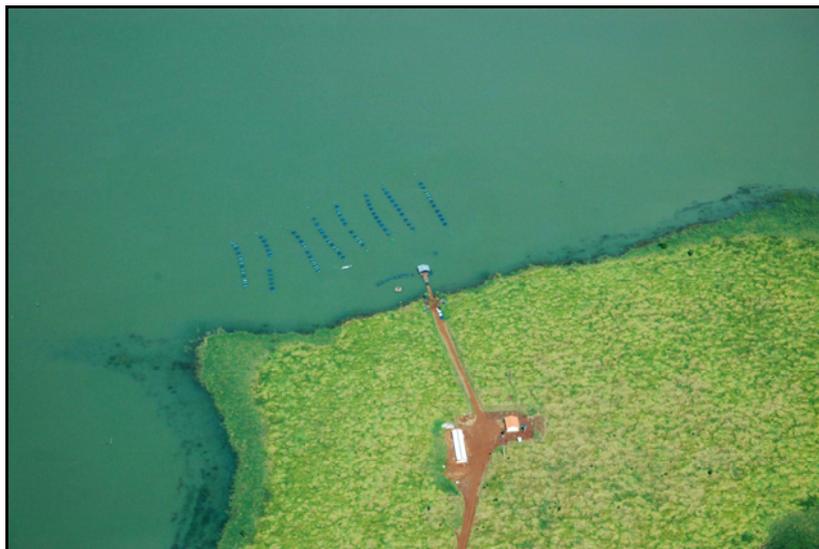


Figura 18: Foto aérea sobre o BSJD ilustrando a aqüicultura em tanques-rede.
Fonte: Pereira, 2006.

Nos tanques-rede situados no BSJD é realizado o manejo da espécie *Oreochromis niloticus*, mais conhecida como tilápia do Nilo, com produção média de 25 ton/mês utilizando de tanques-rede de 14 m³ e 18 m³, onde o monitoramento das águas é voltado para a produtividade, com aferições de oxigênio dissolvido na água e pH como forma correlata de se verificar a toxicidade da amônia (SABBAG et al., 2007).

A aqüicultura, apesar de representar importante atividade econômica para a região, tem despertado a atenção da comunidade científica pelos problemas ambientais gerados, mais especificamente no que se refere à poluição dos corpos hídricos. Além do corpo d'água enriquecido por nutrientes, provenientes de fezes e ração não consumida, há também o lançamento de resíduos de produtos químicos utilizados na desinfecção de doenças, hormônios para induzir a reprodução e a reversão sexual, anestésico para transporte, dentre outros (PÁDUA, 1993).

Desta forma, faz-se necessário o manejo adequado destes empreendimentos a fim de se reduzir os impactos e as alterações ambientais no sistema. Tanto a escolha das localidades a serem utilizadas para estes fins quanto as espécies de peixe escolhidas são de grande relevância. Na escolha dos locais de manejo, deve ser levado em conta a hidrodinâmica do reservatório, evitando-se zonas de baixa circulação do curso d'água, favorecendo os processos de autodepuração do mesmo e conseqüentemente reduzindo naturalmente as taxas de matéria orgânica e nutrientes.

Na escolha das espécies a serem utilizadas, pode-se obter situações de melhoria na qualidade da água, como descrito por Starling (1998), que ao utilizar peixes herbívoros como

a carpa prateada em tanques-rede e sem alimentação suplementar, alcançou grandes índices no controle de algas, grande fixação de fósforo e redução dos sólidos em suspensão. No seu país de origem, a China, a carpa prateada tem sido frequentemente utilizada no controle da eutrofização (XIÉ; LIU, 2001).

Para que esta atividade possa se tornar perene, deve estar apoiada em três pilares essenciais e indissociáveis: produção lucrativa, preservação ambiental e desenvolvimento social (VALENTI et al, 2000).

No período de 2006 a 2007 foi efetuada a identificação de áreas adequadas para implantação de Parques Aquícolas e Áreas de Preferências no Reservatório de Ilha Solteira, contemplando inclusive o trecho final do Baixo São José dos Dourados (Figura 19).

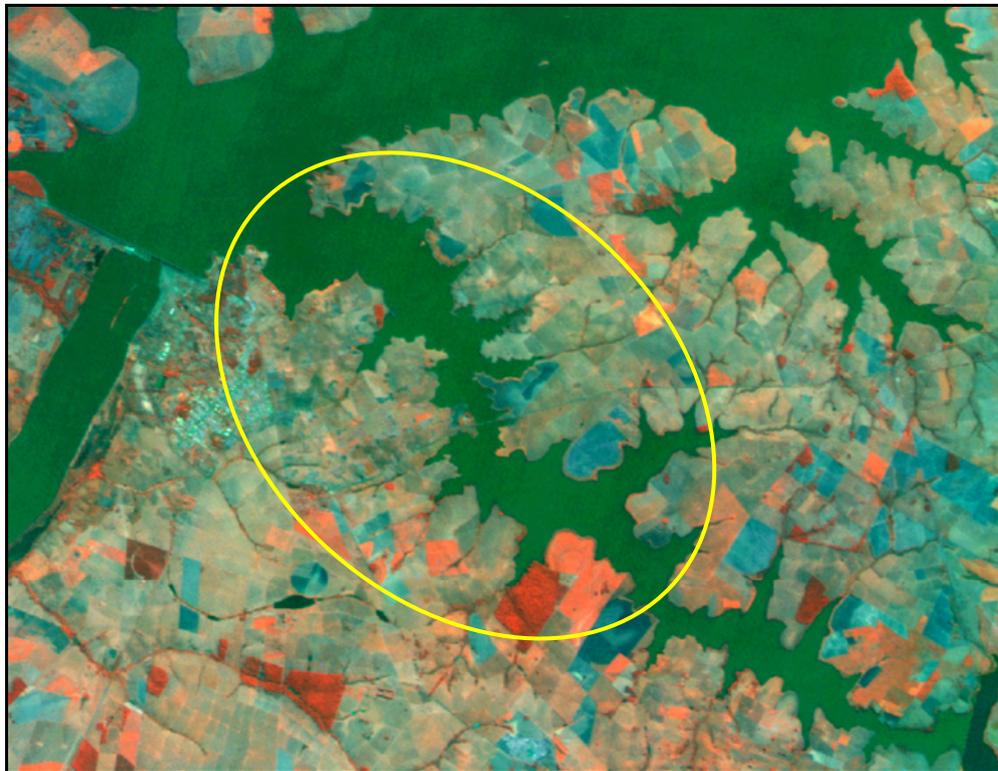


Figura 19: Delimitação do parque aquícola no Baixo São José dos Dourados.
Fonte: UNESP, 2009.

A Instituição realizadora do trabalho foi a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista - FEIS-UNESP em parceria com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República - SEAP/SP, dando enfoque na forma mais eficiente e participativa para demarcar parques aquícolas e áreas de preferência, imprimindo maior agilidade e atendendo à crescente demanda dos produtores que passarão a implantar seus projetos na região, evitando um crescimento desordenado da atividade, com

riscos de extrapolação da capacidade suporte, evitando-se processos de eutrofização das águas pelo aporte de nutrientes e conflitos pela ocupação das áreas (UNESP, 2009).

6.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

Os dados médios mensais de pluviosidade e temperatura atmosférica para o período de outubro de 2006 a setembro de 2007 foram obtidos no banco de dados climatológicos da UNESP (2008) e estão indicados na Figura 20, evidenciando um ciclo sazonal bem definido, com período de verão mais quente e chuvoso, e um período de inverno com temperaturas mais amenas e redução da pluviosidade, sendo registrado um total anual de 1.670,1 mm de chuva.

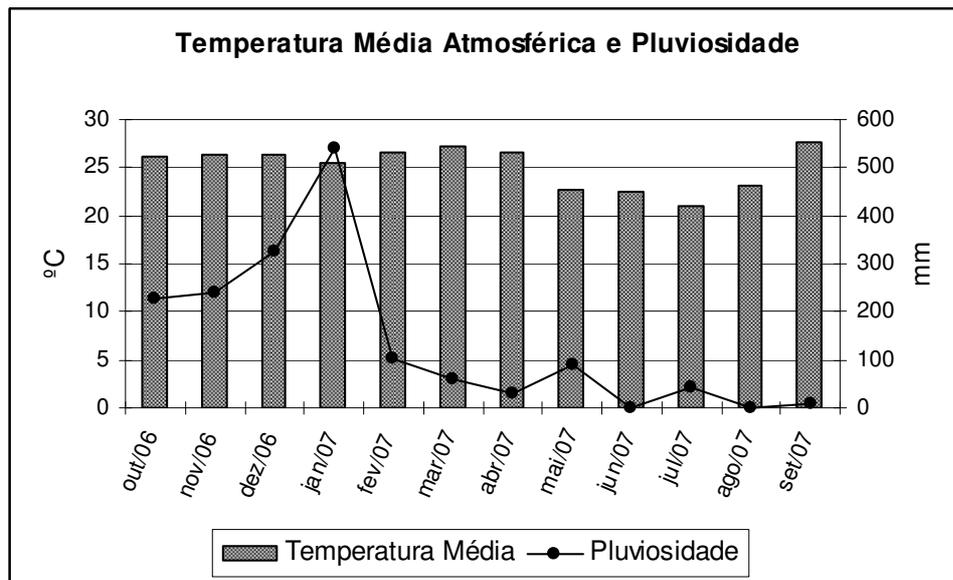


Figura 20: Valores médios mensais de temperatura atmosférica e valores de pluviosidade.

A variação das temperaturas médias atmosféricas foi de aproximadamente 7°C, com mínima de 20,9°C no mês de julho e máxima de 27,7°C em setembro, refletindo o esperado de variações climáticas para o BSJD. Com relação à pluviosidade, foi constatada intensa precipitação no mês de janeiro de 2007, sendo ela a mais elevada dos últimos dez anos de observações (CETESB, 2008). Nos meses da estação seca, a estiagem foi intensa, com destaque para junho, agosto e setembro, com precipitações nulas ou próximas a zero.

De um modo geral, os valores de temperatura atmosférica apresentaram influência direta sobre os valores aferidos de temperatura da água durante o período de estudo, apresentando temperaturas da água mais elevadas na estação quente e temperaturas mais baixas nos meses de inverno. As intensidades de chuva registradas para o período estudado também evidenciou influência sobre a qualidade das águas do BSJD, incorrendo em aumentos de turbidez, resíduos totais, DBO e nutrientes, bem como a diminuição da transparência das águas, uma vez que a chuva provoca a desagregação de partículas sólidas e o carreamento de matéria orgânica alóctones para o reservatório provenientes das suas áreas adjacentes.

Os valores de temperatura atmosférica e intensidade de chuva dos dias em que foram efetuadas as coletas e dias anteriores estão relacionados na Tabela 14 (UNESP, 2008).

Tabela 14: Temperatura e chuva nos dias de coleta e dias anteriores

Data	Temp. Média (°C)	Temp. Máxima (°C)	Chuva (mm)
07/11/2006	25,7	32,2	0,0
08/11/2006	22,6	26,1	0,2
09/11/2006	22,8	25,8	0,3
10/11/2006	22,1	27,3	0,0
02/02/2007	28,2	33,4	0,3
03/02/2007	27,2	32,6	0,8
04/02/2007	27,4	32,6	0,0
05/02/2007	26,7	32,9	9,1
15/05/2007	27,2	34,0	0,0
16/05/2007	26,0	33,4	0,0
17/05/2007	25,7	32,8	0,0
18/05/2007	25,2	33,4	0,0
03/09/2007	27,1	35,0	0,0
04/09/2007	27,6	34,3	0,0
05/09/2007	27,7	33,8	0,0
06/09/2007	27,3	33,6	0,0

Os dados médios mensais e média dos valores máximos de velocidade dos ventos para o período de outubro de 2006 a setembro de 2007 conforme aferições da UNESP (2008) estão indicados na Figura 21. A partir destes dados pôde ser constatado que os meses com maior incidência de ventos foram outubro e novembro de 2006 e maio, julho, agosto e setembro de 2007, com velocidades médias iguais ou acima de 5,0 km/h. Já nos meses de dezembro de 2006 e fevereiro, março, abril e junho de 2007, as velocidades médias dos ventos ficaram entre 3,0 e 4,0 km/h.

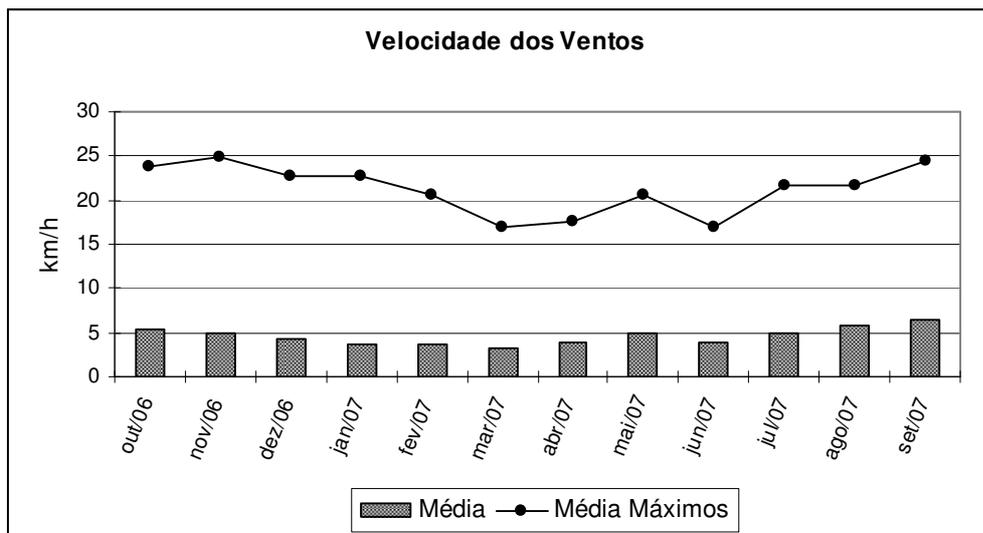


Figura 21: Valores médios mensais e média dos valores máximos de velocidade dos ventos.

O mês com maior incidência de ventos registrada foi setembro de 2007, o qual apresentou valor médio de velocidade de 6,5 km/h e média dos valores máximos de 24,5 km/h, velocidade classificada como brisa moderada pela escala de Beaufort (Tabela 15), e o mês com menor incidência de ventos foi março de 2007, com valor médio de velocidade de 3,2 km/h e média dos valores máximos de 16,9 km/h (brisa fraca). Ainda pôde ser constatado que o mês de maio de 2007 teve uma média de velocidade alta (5,0 km/h), mesmo apresentando baixa média de valores máximos (20,5 km/h), caracterizando-se como o mês com maior homogeneidade na intensidade dos ventos.

Tabela 15: Escala de Beaufort de velocidade dos ventos

Nº Beaufort	Condição	Vel. Vento (Km/h)
0	Calmaria	< 1,0
1	Aragem	1,0 – 5,0
2	Brisa Leve	6,0 – 11,0
3	Brisa Fraca	12,0 – 19,0
4	Brisa Moderada	20,0 – 28,0
5	Brisa Forte	29,0 – 38,0
6	Vento Fresco	39,0 – 49,0
7	Vento Forte	50,0 – 61,0
8	Ventania	62,0 – 74,0
9	Ventania Forte	75,0 – 88,0
10	Tempestade	89,0 – 102,0
11	Tempestade Violenta	103,0 – 117,0
12	Furacão	< 118,0

Fonte: CPTEC - INPE, 2009.

Os valores de velocidade média e valores máximos dos ventos registrados nos dias em que foram efetuadas as coletas estão relacionados na Tabela 16.

Tabela 16: Velocidade dos ventos nos dias de coleta

Velocidade dos Ventos		
Data	Média (km/h)	Máxima (km/h)
10/11/2006	5,0	20,1
05/02/2007	5,0	25,2
18/05/2007	2,5	12,6
06/09/2007	5,7	23,0

As direções predominantes dos ventos para os meses de coleta e para todo o período de estudo, que se estendeu de outubro de 2006 a setembro de 2007, conforme aferições da UNESP (2008) estão indicadas na Figura 22, havendo predominância de incidência de ventos na direção nordeste (NE), com 38,5% de frequência durante o período estudado, seguido de 26,5% na direção leste (E).

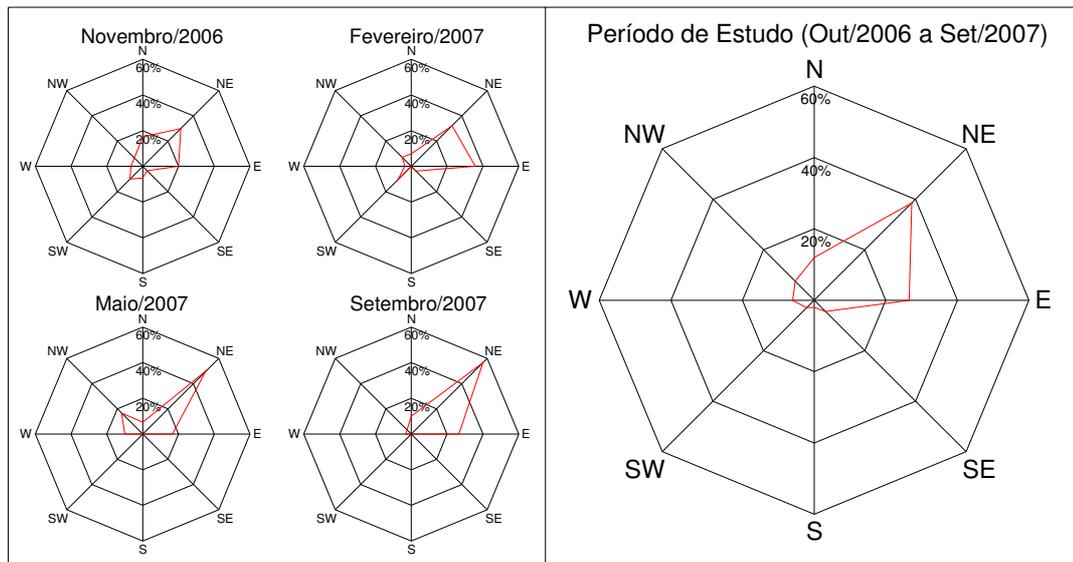


Figura 22: Direções médias mensais dos ventos e direção média para o período de estudo.

A alta incidência dos ventos associa-se à geração de ondas, que podem atuar ao longo da coluna d'água, movimentando e promovendo sua mistura, provocando ressuspensão de sedimentos, e atuar nas margens do reservatório, provocando a abrasão de rochas e incorporação dos materiais nelas dispostas, promovendo o aumento da turbidez e das concentrações de nutrientes na água.

6.3 DADOS FLUVIOMÉTRICOS

Os dados de vazão do canal de Pereira Barreto para o período de estudo, bem como as variações de nível do referido canal, estão indicados na Figura 23. Estes dados foram cedidos pela Companhia Energética de São Paulo – CESP no ano de 2008.

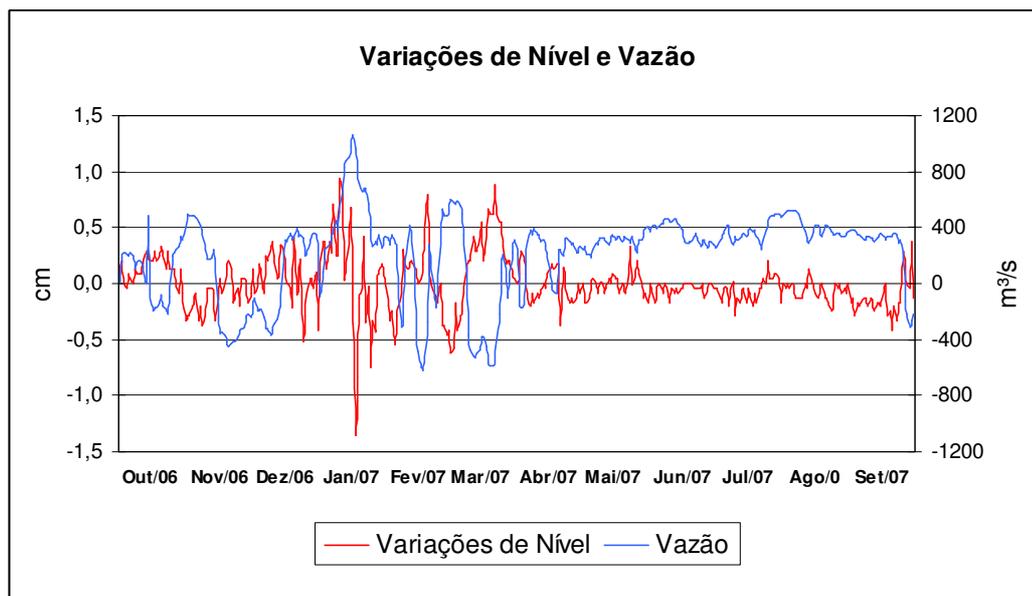


Figura 23: Variações de nível e vazão do canal de Pereira Barreto no período de estudo.

Os valores positivos de vazão do canal de Pereira Barreto indicam vazão afluente no Baixo São José dos Dourados e os valores negativos de vazão indicam vazão defluente do Baixo São José dos Dourados para o canal de Pereira Barreto.

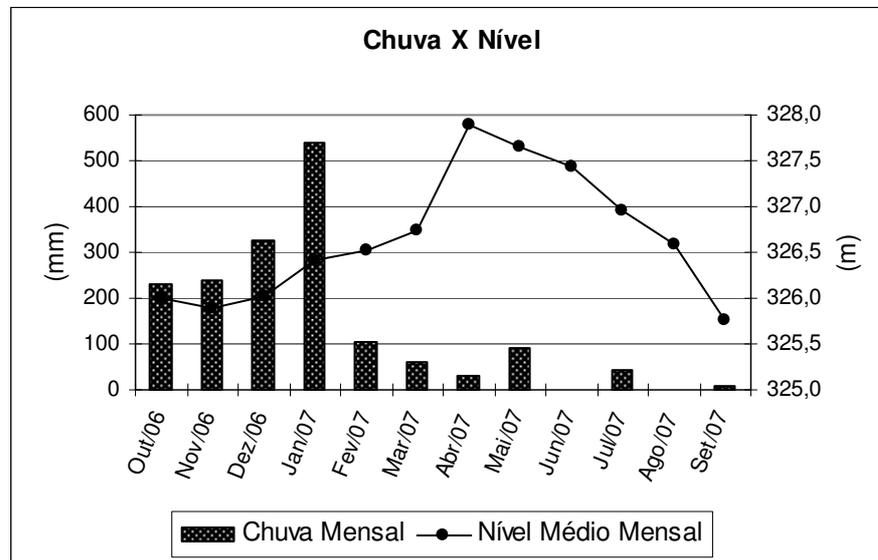
Desta forma, pôde ser observado que houve vazão afluente ao BSJD, por parte do canal de Pereira Barreto, na maior parte do período, com 78% do tempo, sendo predominante nos meses de novembro de 2006, janeiro de 2007 e no período que se estendeu de abril a setembro de 2007, provavelmente associada à geração de energia elétrica na usina hidrelétrica de Ilha Solteira na época de estiagem (abril a setembro de 2007). Em contrapartida, predominou a vazão defluente nos meses de dezembro de 2006 e fevereiro e março de 2007. A vazão máxima afluente foi atingida em janeiro de 2007, com o valor de 1.057,9 m³/s e a vazão máxima defluente em fevereiro de 2007, com -627,5 m³/s.

Em todas as datas que foram efetuadas coletas, evidenciaram-se vazões afluentes no reservatório do rio São José dos Dourados, conforme indicado na Tabela 17.

Tabela 17: Vazão no canal de Pereira Barreto nos dias de coleta

Data	Vazão Média CPB (m ³ /s)
10/11/2006	170,42
05/02/2007	237,13
18/05/2007	332,71
06/09/2007	329,79

A Figura 24 contém os dados para o período de estudo, referentes aos níveis do reservatório de Ilha Solteira, sistema da qual o Baixo São José dos Dourados é parte integrante, obtidos pelo Operador Nacional de Energia Elétrica – ONS (2009) em comparação com os valores de chuvas mensais (UNESP, 2008).

**Figura 24:** Comparativo entre os níveis do reservatório de Ilha Solteira e chuvas mensais.

Com base nos dados de nível do reservatório apresentados, constatou-se uma variação máxima de 2,13 m durante o ano, com cota máxima atingida em abril de 2007 (327,88 m) e mínima em setembro de 2007 (325,75 m). Notou-se ainda que o reservatório se manteve com menores níveis durante o período de chuvas (outubro de 2006 a janeiro de 2007) e com maiores níveis no período de estiagem (fevereiro a setembro de 2007).

Este aumento constatado no nível do reservatório relaciona-se diretamente com o aumento do volume útil e espelho d'água do mesmo, promovendo o recobrimento das áreas litorâneas que permaneceram expostas anteriormente por suas águas, propiciando a reincorporação de matéria orgânica e nutrientes no sistema. O aumento do nível do reservatório ainda promove o aumento do seu perímetro ou área litorânea, que em associação

com as maiores intensidades de ventos constatadas nesse período podem ter provocado maior incorporação de sedimentos.

Os níveis do reservatório registrados nos dias em que foram efetuadas as coletas estão relacionados na Tabela 18.

Tabela 18: Níveis do reservatório nos dias de coleta

Data	Nível do Reservatório (m)
10/11/2006	325,85
05/02/2007	326,22
18/05/2007	327,6
06/09/2007	326,11

6.4 VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA

6.4.1 TEMPERATURA DA ÁGUA

Os valores obtidos *in situ* para a variável temperatura da água estão indicados na Figura 25, apresentando as variações de temperatura nas quatro estações de coleta, bem como nas quatro coletas de amostras realizadas durante o período de estudo. De um modo geral, as temperaturas na superfície do reservatório se mostraram superiores às observadas no fundo, onde os resultados obtidos demonstraram baixa variação entre valores de superfície, meio e fundo, apresentando uma diferença máxima de 3,0 °C no mês de fevereiro no ponto 4, chegando a caracterizar leve estratificação térmica.

Minillo (2005), estudando os reservatórios do rio Tietê, observou que os valores registrados de temperatura da água mantiveram um padrão de isotermita, sendo comum a formação de gradientes suaves, sem uma termoclina acentuada nos reservatórios investigados. O mesmo comportamento foi observado por Pinto-Coelho et al. (2005), com o reservatório de São Simão (rio Paranaíba) apresentando grande homogeneidade na estrutura vertical da coluna d'água notadamente em relação aos valores de temperatura da água.

Notou-se uma similaridade nas temperaturas do ar entre amostras de água do presente estudo, com a temperatura máxima de superfície atingida em fevereiro de 2007 (32,0 °C), nas amostras das estações 2 e 4, e a mínima observada no término do inverno, em

setembro de 2007 (22,0 °C), na amostra da estação 2, acompanhando a sazonalidade da região. Foi observado que a temperatura máxima observada apresentou influência direta da temperatura do ar (32,9°C) na data da coleta, ressaltando que as coletas foram realizadas em horários diferentes, variando principalmente entre 8:00 e 12:00 horas. Desta forma, a influência da radiação solar foi decisiva na variação térmica entre os pontos analisados.

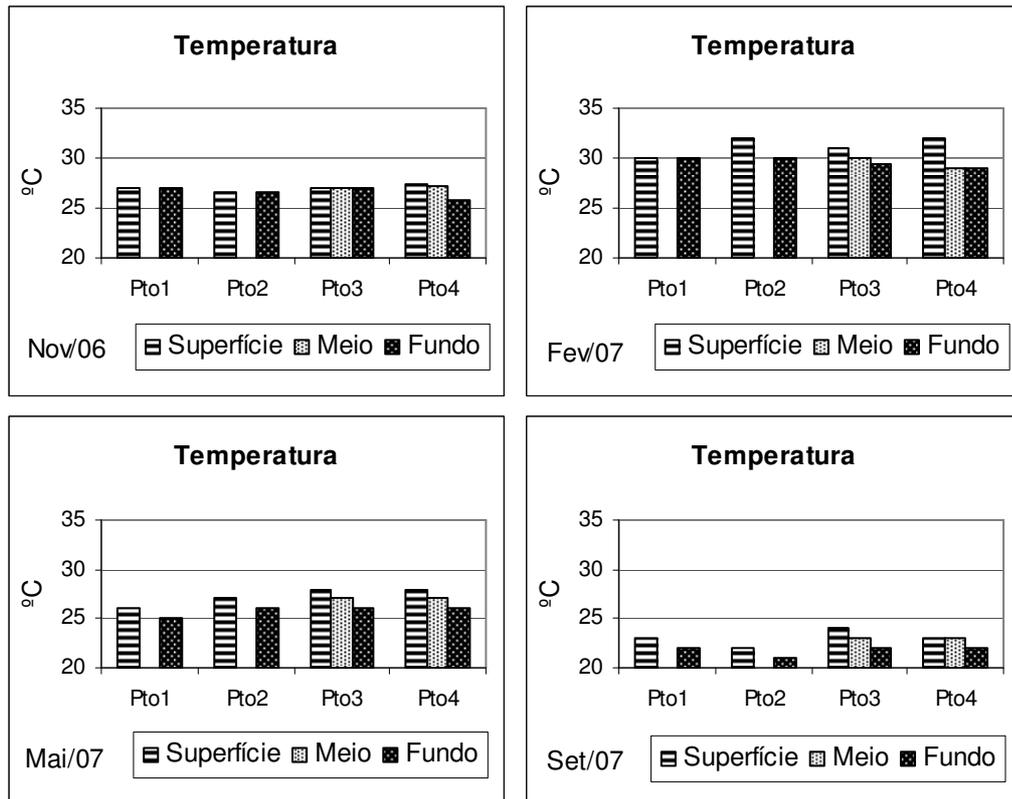


Figura 25: Valores de Temperatura obtidos durante o período de estudo.

Valores inferiores foram verificados pela CETESB (2007) em seu ponto de amostragem situado no município de General Salgado, em um trecho em que o curso d'água comporta-se como rio, durante o mesmo período deste estudo, onde a temperatura máxima da água obtida na superfície foi de 27,5°C no mês de fevereiro de 2007 e a mínima de 21,5°C no mês de agosto do mesmo ano. Esta variação pode estar relacionada ao fato das águas de rios serem normalmente mais frias que as de reservatórios (ARGENTON, 2004).

6.4.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Em relação ao pH (Figura 26), houve variação entre amostras de superfície, meio e fundo, apresentando uma diferença em torno de 0,5, com a diferença máxima constatada no mês de fevereiro, quando ocorreu a variação de 0,57 entre os valores de superfície e fundo.

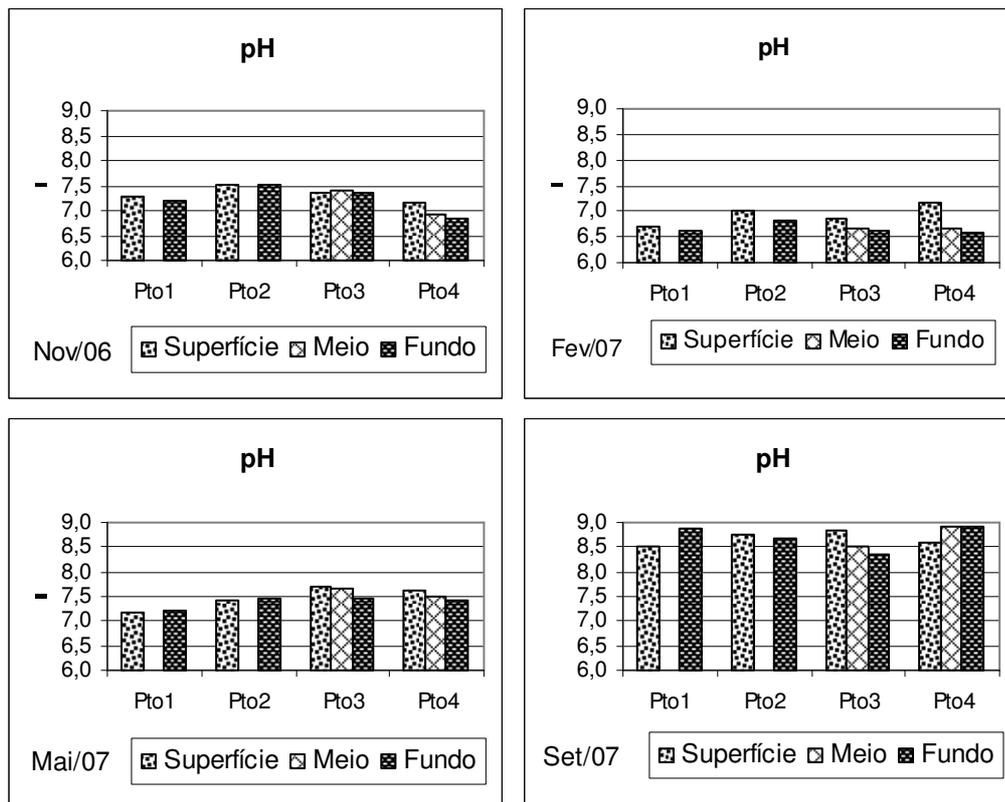


Figura 26: Valores de pH obtidos durante o período de estudo.

Os valores máximos ocorreram na coleta efetuada no mês de setembro, onde chegou-se ao valor de 8,92 na amostra de fundo do ponto 4 e os valores mínimos ocorreram na coleta no mês de fevereiro, com o valor de 6,59 na amostra de fundo do ponto 4. Notou-se ainda que os valores de pH observados encontram-se dentro da faixa ideal (entre 6,0 e 9,0) para mananciais de classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA (2005).

O pH das águas manteve-se acima do valor 7,0, mostrando-se ligeiramente alcalinas em todos os meses em que foram feitas amostragens, exceto em fevereiro de 2007, onde os valores foram em sua maioria abaixo do valor 7,0. Esta diminuição do pH pode estar associada à acidez de solos encontrados nas adjacências, relatada por IPT (1999), que são carregados ao corpo d'água no período chuvoso. Tundisi (1977) associou os baixos valores de

pH encontrados na represa do Lobo (Broa), sendo eles próximos de 6,0, com a contribuição dos solos circundantes, os quais são extremamente ácidos.

Também pode ter ocorrido a elevação do pH nos períodos de níveis mais baixos do reservatório, com a maior contribuição de escoamento básico para o curso d'água, uma vez que as águas subterrâneas da região apresentam altos teores de carbonatos.

No reservatório de Ilha Solteira, sistema da qual o rio São José dos Dourados é parte integrante, com amostragens coletadas nos rios Paraná, Grande e Paranaíba, foram observados por Leite (2005) valores de pH entre 6,0 e 8,0, apresentando grande similaridade com os dados aqui apresentados.

Além da influência das áreas adjacentes constatada no período de chuvas, também foi identificado um aumento nos valores de pH nos pontos onde a vazão afluyente do canal de Pereira Barreto exerceu influência (pontos 2, 3 e 4) ao incorporar no sistema águas provenientes do reservatório de Três Irmãos, com valores sempre maiores do que os registrados no ponto 1. Segundo Minillo (2005), as águas do reservatório de Três Irmãos (rio Tietê) demonstraram-se alcalinas no ano de 2003, com valor médio de 7,54, chegando a 8,46 em outubro de 2003.

6.4.3 CONDUTIVIDADE

Nos resultados obtidos para a condutividade da água, indicados na Figura 27, observa-se que os valores mais elevados ocorreram no período de estiagem, com valores entre $150,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a $200,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Verificou-se grande variação entre as estações amostradas, com diferenças em torno de $90,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ entre o ponto 1, com valores maiores (em torno de $150,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), e o ponto 4, com valores menores (da ordem de $60,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), em quase todas as coletas efetuadas, excetuando-se a coleta do mês de setembro de 2007, onde essa situação se inverteu e as amostras do ponto 4 atingiram seus maiores valores (em torno de $180,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Segundo Margalef (1983) apud Argenton (2004), existe uma relação inversa entre concentração de nutrientes e o fluxo d'água, que se manifesta com a redução geral na concentração iônica quando as chuvas atingem seu pico. O valor de condutividade é proporcional à concentração iônica e fornece uma indicação preliminar da qualidade da água.

Pelos valores de condutividade apresentados, verifica-se que essa relação se manteve no padrão esperado.

De maneira geral, os valores de condutividade da água estiveram sempre próximos entre superfície, meio e fundo, excetuando-se o ponto 4 que chegou a apresentar até $30,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ de diferença entre superfície e fundo, constatada no mês de novembro de 2006.

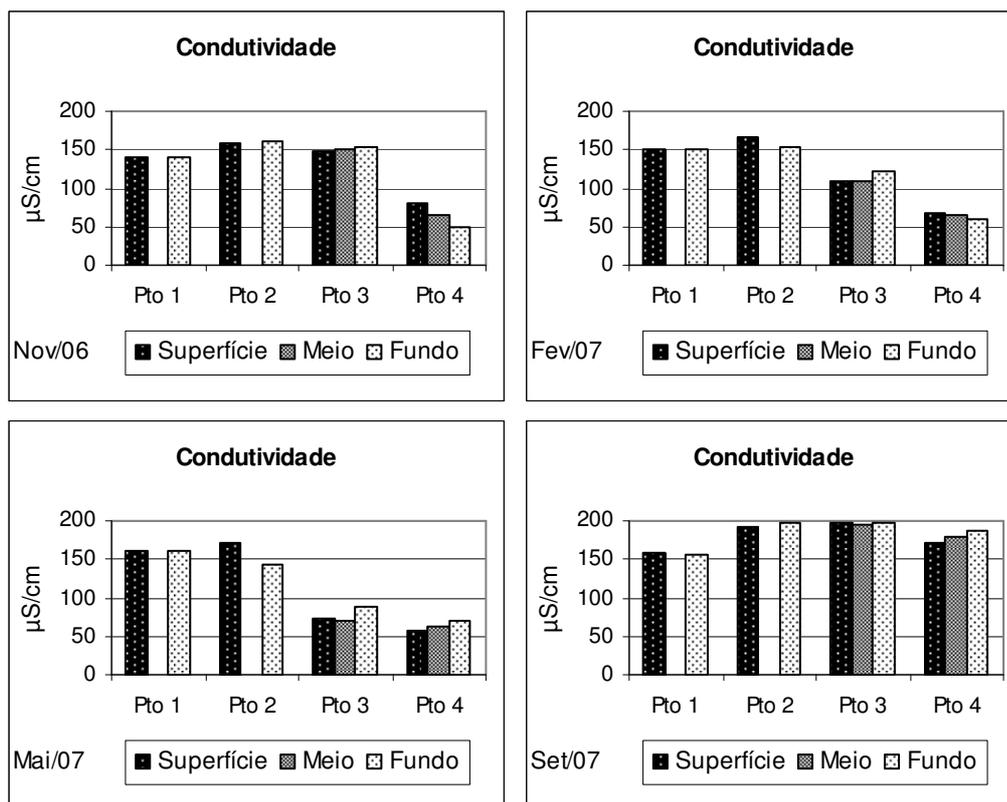


Figura 27: Valores de condutividade obtidos durante o período de estudo.

Constatou-se ainda no ponto 2 os maiores valores de condutividade em todos os meses avaliados, fato associado à entrada de águas do sistema Tietê por meio do canal de Pereira Barreto. Minillo (2005) encontrou nas amostras de água obtidas no reservatório de Três Irmãos, rio Tietê, valores de condutividade próximos a $125,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, no ano 2003.

Valores inferiores foram aferidos por Argenton (2004) e Pinto-Coelho et al. (2005), variando entre $4,0$ e $24,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e entre $40,0$ e $60,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente nos reservatórios do Lobo (Broa), situado em Itirapina/Brotas-SP e reservatório de São Simão-GO.

6.4.4 TURBIDEZ

A turbidez da água é indicada pela Figura 28, onde se pôde observar os maiores valores no mês de fevereiro de 2007, no ponto 1 de amostragem, com valores de 150 NTU na superfície e 206 NTU no fundo, sendo esta a estação que apresentou os maiores valores durante o período de estudo, mesmo nos outros meses, ultrapassando o limite de 100 NTU estabelecido pela resolução 357/05 do CONAMA (2005) para águas doces de classe II, lembrando que este ponto é mais raso, com cerca de 6,0 m de profundidade, apresentando ainda uma transição entre rio e reservatório.

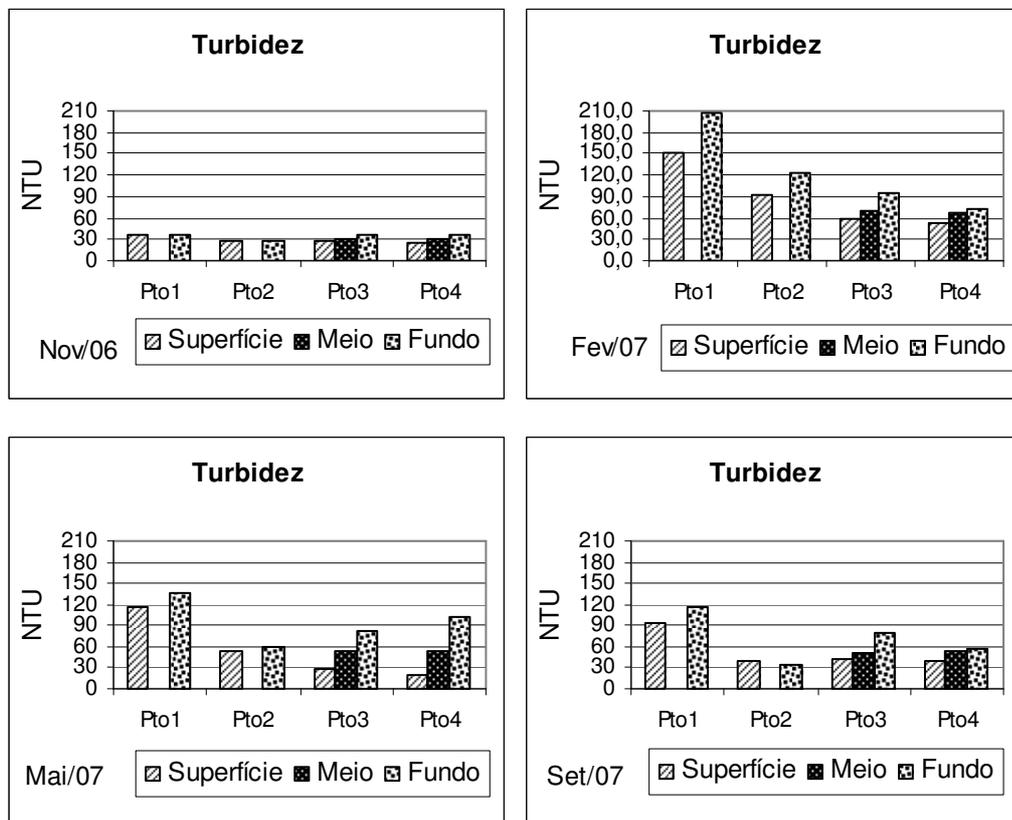


Figura 28: Valores de turbidez obtidos durante o período de estudo.

Acompanhando o regime de chuvas, o mês de fevereiro de 2007 apresentou os maiores valores de turbidez em todos os pontos de coleta durante o período de estudo e os menores valores foram observados no mês de novembro de 2006, com valores próximos a 30 NTU. Variações associadas à sazonalidade também foram verificadas por Pinto-Coelho et al.

(2005) ao obter em amostragens no reservatório de São Simão – MG/GO valores de turbidez em torno de 15 NTU no término da estação seca e 145 NTU na estação chuvosa.

O ponto 2 em especial demonstrou baixos valores de turbidez no período de estudo, se comparado aos outros pontos de amostragem, fato relacionado à influência do canal de Pereira Barreto, uma vez que a CETESB (2008) encontrou o valor médio de turbidez de 1,5 NTU no ano de 2007 no seu ponto de monitoramento no reservatório de Três Irmãos, (TITR 02800), o qual é o último de um sistema de seis reservatórios em cascata no rio Tietê, o que traz grandes reduções na turbidez de suas águas. Segundo Pereira (2003), essa disposição dos reservatórios no rio Tietê contribui para a melhoria da qualidade da água, retendo materiais carregados pelos rios Tietê e Piracicaba, no seu trecho inicial, como resultado dos processos físicos, químicos e biológicos.

Nos meses de maio e setembro de 2007, mesmo fazendo parte do período de estiagem, foram observados valores mais elevados de turbidez nas amostras de fundo nos pontos 3 e 4, sendo estes valores até quatro vezes maiores que as amostras de superfície, e as amostras do meio da coluna também se mantiveram com valores relativamente mais altos. Pôde-se associar esse fato a uma possível ressuspensão dos sedimentos, por tratar-se de meses com as maiores intensidades de ventos registradas (intensidade média de ventos de 5,0 e 5,7 km/h) e também pela manutenção da contribuição de águas com elevados valores de turbidez do rio São José dos Dourados (maio de 2007), como principal tributário do reservatório, sendo as partículas em suspensão depositadas ao longo do BSJD em função do processo de sedimentação.

6.4.5 RESÍDUOS TOTAIS

A Figura 29 contém os valores de resíduos totais nas estações de superfície, meio e fundo do reservatório do rio São José dos Dourados. Notou-se que as menores concentrações de resíduos totais foram observadas no mês de maio de 2007, com valores entre 45,0 mg/L⁻¹ e 87,0 mg/L⁻¹, e os maiores valores no mês de fevereiro de 2007, final do período chuvoso, com concentrações variando entre 79,0 mg/L⁻¹ e 213,0 mg/L⁻¹, acompanhando os efeitos da sazonalidade, assim como nos valores obtidos para turbidez.

Notou-se um decréscimo nos valores de resíduos totais do primeiro ponto de amostragem para o quarto ponto nos meses amostrados, exceto no mês de maio de 2007. Cavenaghi et al. (2003) observou no reservatório de Barra Bonita, rio Tietê, situação similar, com reduções de até $30,0 \text{ mg/L}^{-1}$ do ponto de montante para o de jusante, associando o fato à sedimentação nas áreas de transição de ambiente lótico para lântico, incorrendo em maior proliferação de plantas aquáticas marginais e flutuantes.

Foi verificada uma tendência a maiores valores de resíduos totais nas amostras coletadas no fundo do reservatório, com a maior diferença entre concentrações evidenciada em fevereiro de 2007 no ponto 1, com diferença de $79,0 \text{ mg/L}^{-1}$.

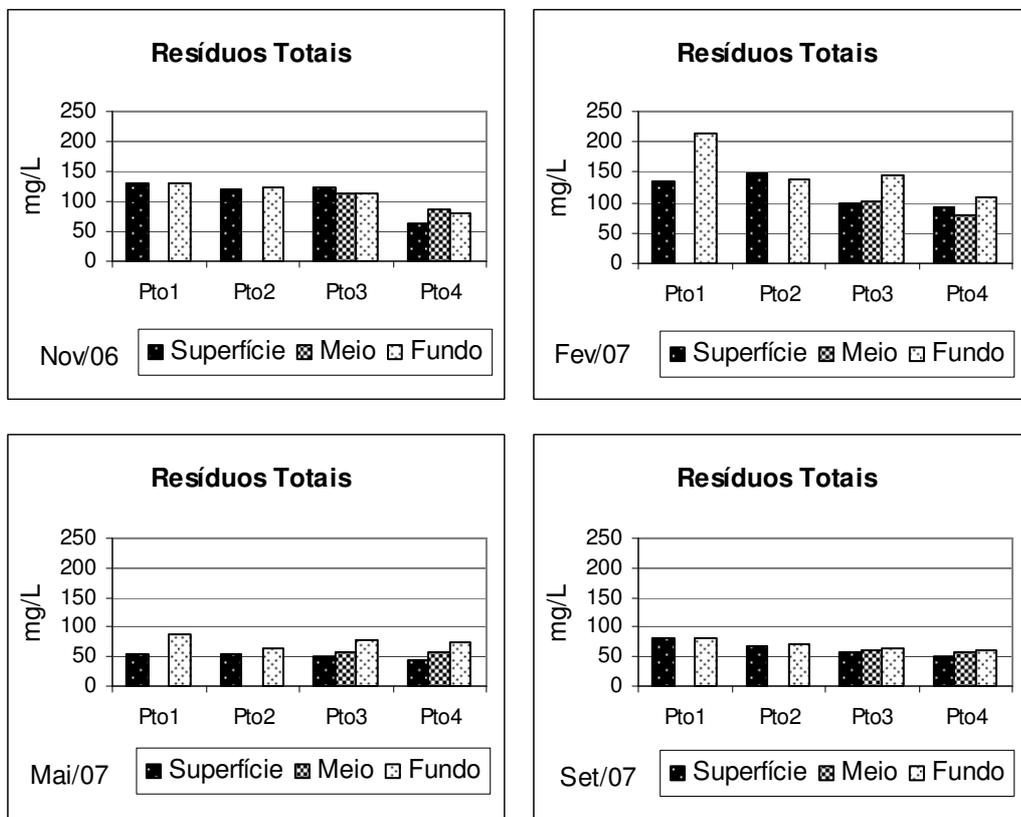


Figura 29: Valores de resíduos totais obtidos durante o período de estudo.

Foram encontradas pequenas diferenças entre montante (ponto 1) e entrada do canal de Pereira Barreto (ponto 2), com o último referido apresentando sempre menores concentrações de resíduos totais. Mesmo assim as contribuições alóctones da bacia à jusante do ponto 1 podem ter sido responsáveis pelas maiores alterações do sistema durante o período chuvoso (novembro de 2006 e fevereiro de 2007). De acordo com a CETESB (2008), foram encontradas concentrações superiores de resíduos totais em seu ponto de monitoramento

localizado no Médio São José dos Dourados, apresentando no ano de 2007 valor médio de $157,0 \text{ mg/L}^{-1}$ na estação chuvosa e $110,0 \text{ mg/L}^{-1}$ na estação seca.

Vasílio (2006), avaliando a qualidade das águas de praias artificiais no município de Ilha Solteira – SP, utilizando amostras coletadas às suas margens no ano de 2005, encontrou resultados bem maiores que os apresentados no presente trabalho, com valor mínimo de resíduos totais de $48,0 \text{ mg.L}^{-1}$ nas praias situadas no reservatório de Ilha Solteira (próximo à barragem) e de $53,0 \text{ mg.L}^{-1}$ para o ponto de coleta no reservatório do rio São José dos Dourados (na confluência com o rio Paraná). Os valores máximos foram para os mesmos pontos de $593,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e $458,0 \text{ mg.L}^{-1}$ respectivamente. Segundo o autor, a influência das margens é refletida nos dados, tanto pelo processo de carreamento de material das margens (escoamento superficial), quanto pela ação dos ventos, que contribuem para o processo de ressuspensão do sedimento (Figura 30).



Figura 30: Ressuspensão do sedimento ocasionada pela ação dos ventos.
Fonte: Vasílio, 2006.

6.4.6 TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA

Os valores de transparência da água para o trecho represado do rio São José dos Dourados, referentes às medidas com o disco de secchi e aos limites da zona eufótica posteriormente calculados, estão indicados na Figura 31, verificando-se um aumento na transparência da água no sentido montante-jusante em todos os meses amostrados.

Os maiores valores de limite da zona eufótica foram observados no mês de setembro de 2007, no período de estiagem, correspondendo ao total da coluna d'água nos dois primeiros pontos de coleta, com profundidades de 6,0 m e 9,0 m, respectivamente, quase a totalidade do ponto 3, chegando à profundidade de 16,0 m, faltando apenas 3,0m para atingir o leito, e o maior valor obtido em todo período de pesquisa no ponto 4, alcançando 21,0 m de profundidade na coluna d'água. Já no mês de fevereiro de 2007, inserido na estação com maior regime de chuvas, a profundidade da zona eufótica não ultrapassou os 5,0 m em todos os pontos observados.

Os altos valores apresentados de turbidez nos meses de maior precipitação conferiram às águas do BSJD menor transparência, dificultando a penetração da luz solar e evidenciando uma relação inversa entre os dois parâmetros, uma vez que este reservatório recebeu contribuições de solos das áreas adjacentes nesses meses.

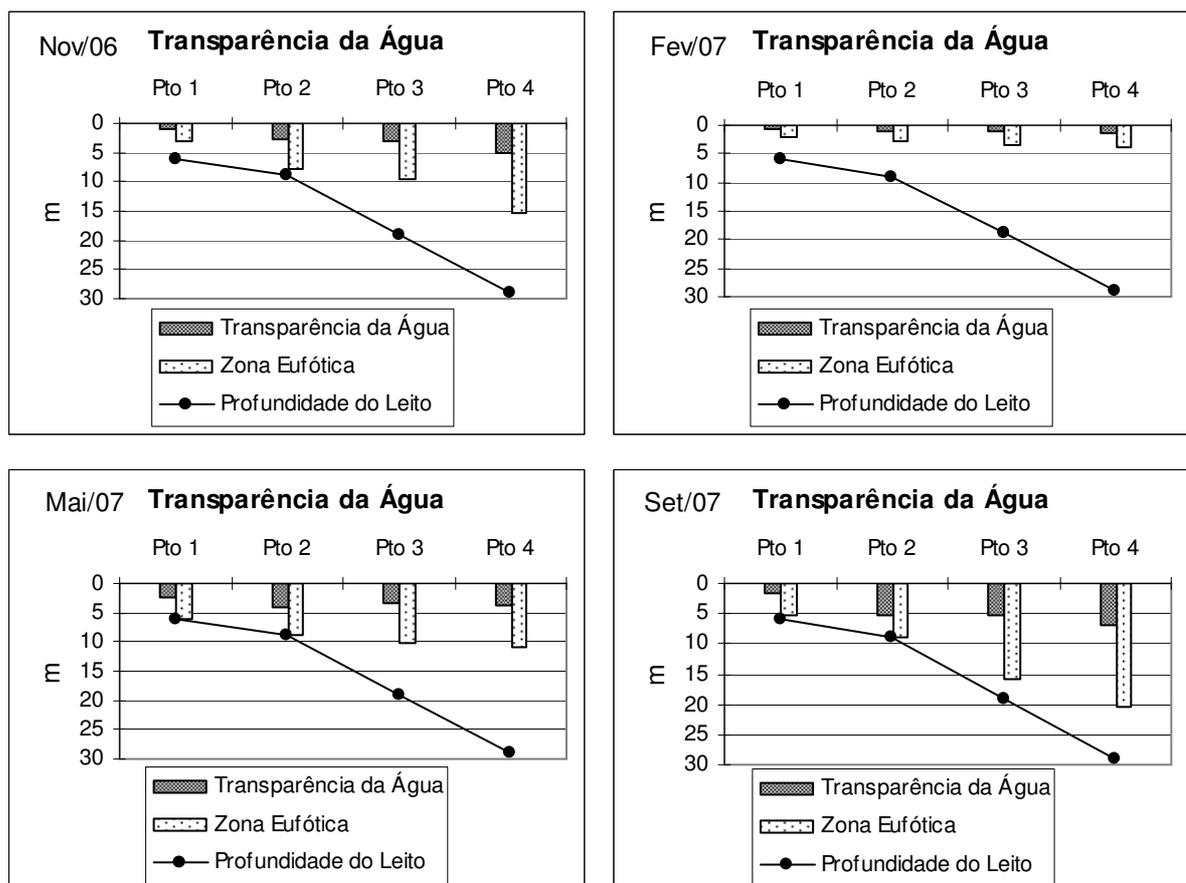


Figura 31: Valores de transparência da água, extensão da zona eufótica e profundidade do leito obtido durante o período de estudo.

No reservatório de Serra da Mesa (GO), durante o período de enchimento do lago, Felippo et al. (1999) encontraram uma relação direta entre os períodos climáticos e a variação

da zona eufótica. Os autores associaram a redução da zona eufótica, no verão, a maior precipitação e ao aumento de material em suspensão na coluna d'água, decorrentes principalmente do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Foram obtidos no ponto 2 (entrada do canal de Pereira Barreto) valores de transparência da água sempre maiores do que no ponto 1 (montante do reservatório no rio São José dos Dourados), fato que pode ser associado à contribuição de vazão de entrada no sistema por meio do canal. Foram observados no ano de 2000 por Pereira (2003) no reservatório de Três Irmãos, no rio Tietê, valores de limite da zona eufótica em torno de 12,0 m em fevereiro, 18,0 m em maio, 30,0 m em junho e 14,0 m em outubro, caracterizando estas águas como mais transparentes que as do São José dos Dourados, uma vez que o reservatório de Três Irmãos situa-se no final de uma cadeia de reservatórios no rio Tietê, o que contribui para a melhoria da qualidade da água, com os primeiros reservatórios funcionando como depositores de material em suspensão (LIMA, 2004). Para o mesmo reservatório, foram encontrados no ano de 2003 por Minillo (2005), valores de limite da zona eufótica com média de 9,5 m no período chuvoso e 18,6 m no período de seca.

6.4.7 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As Figuras 32 e 33 contém os valores de oxigênio dissolvido nas estações de coleta de superfície, meio e fundo, em termos de mg.L^{-1} e percentual de saturação (% Sat.), onde se pôde observar que o reservatório do rio São José dos Dourados apresentou uma coluna d'água bem oxigenada, sendo que os valores mínimos não são inferiores a $4,1 \text{ mg.L}^{-1}$. Na maioria das estações de coleta durante o período amostrado, os valores permaneceram entre $5,0$ e $8,0 \text{ mg.L}^{-1}$, o que demonstrou um sistema que fornece boas condições de desenvolvimento às comunidades biológicas, mesmo nas regiões mais profundas do reservatório. Barbosa et al. (1999) encontrou valores próximos de oxigênio dissolvido no reservatório de Jupia, com valores entre $7,6$ e $8,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

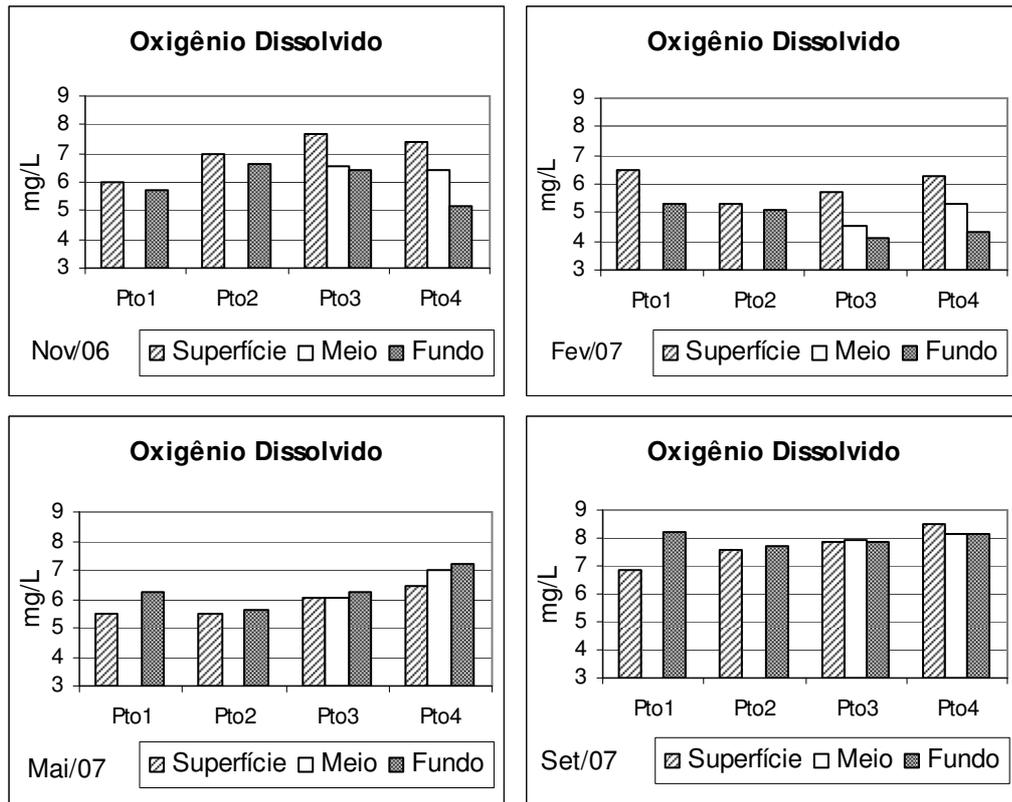


Figura 32: Valores de oxigênio dissolvido em mg.L⁻¹ obtidos durante o período de estudo.

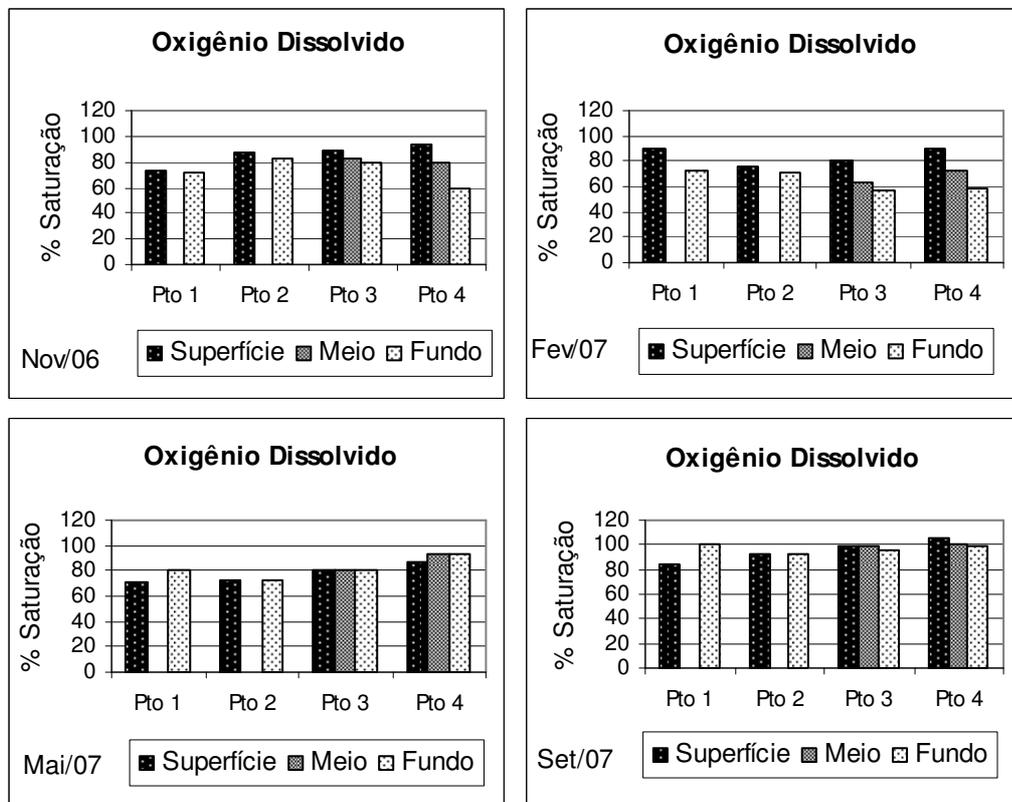


Figura 33: Valores de oxigênio dissolvido em % Sat. obtidos durante o período de estudo.

Notou-se que nos meses de novembro de 2006 e fevereiro de 2007, houve indícios da ocorrência de estratificação da coluna d'água, tendo uma variação próxima de $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de oxigênio entre amostras de superfície e fundo nas estações de coleta cujas colunas d'água são mais profundas, representadas pelos pontos 3 e 4, e que se encontram mais próximas da confluência com o rio Paraná. Em contrapartida, nos meses de maio e setembro, houve variações menores que $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de oxigênio dissolvido entre superfície e fundo, o que evidencia uma tendência à homogeneidade da coluna d'água.

Os maiores valores de oxigênio dissolvido foram observados no mês de setembro de 2007, onde na maioria das estações de coleta, os valores estiveram próximos de $8,0 \text{ mg.L}^{-1}$, e o valor máximo ocorreu na estação 4, com $8,5 \text{ mg.L}^{-1}$ na superfície, o que pode ser o resultado da elevada transparência da água, que fornece condições para uma produção de oxigênio dissolvido pela comunidade fitoplanctônica, atingindo 105,48% em termos de percentual de saturação do oxigênio dissolvido na água. Também se associa a esse fato a constatação das menores temperaturas da água no mês de setembro de 2007, o que propicia uma maior facilidade de dissolução desse gás no meio líquido.

Segundo a CETESB (2008), foram encontradas em seu ponto de monitoramento localizado no curso médio do rio São José dos Dourados, concentrações médias de oxigênio dissolvido de $7,7 \text{ mg/L}^{-1}$ na estação fria e $6,4 \text{ mg/L}^{-1}$ na estação quente, no ano de 2007.

Valores menores de oxigênio dissolvido foram observados no ponto 2 (em frente ao canal de Pereira Barreto) em relação ao ponto 1 (à montante da confluência do referido canal) nos meses de fevereiro, maio e setembro de 2007, fato provavelmente relacionado à vazão afluyente do canal. Concentrações menores que as registradas no presente estudo para OD foram obtidas no reservatório de Três Irmãos no rio Tietê, por Minillo (2005), o qual foi verificado valor médio de $7,1 \text{ mg/L}^{-1}$, no ano de 2003.

6.4.8 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Os valores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ao longo do reservatório estão indicados na Figura 34, nas estações superficiais, de meio e de fundo. A partir desses resultados, consegue-se perceber que as aferições nas amostras dos meses avaliados conferem valores relativamente baixos, estando entre $0,18 \text{ mg.L}^{-1}$ (ponto de superfície 2) e $1,56 \text{ mg.L}^{-1}$

(ponto de fundo 1), não ultrapassando o limite de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, estabelecido pela resolução 357 do CONAMA (2005), para águas doces de Classe 2.

Valores semelhantes foram obtidos por Leite (2005) no reservatório de Ilha Solteira, contemplando pontos de coleta dos rios Paraná, Paranaíba e Grande, variando entre $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente, nos meses de fevereiro, maio, setembro e novembro de 2005. Nota-se ainda que os menores resultados de DBO ocorreram no mês de novembro de 2006, com os valores em torno de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ e os maiores no mês de setembro de 2007, com resultados variando entre $0,49 \text{ mg.L}^{-1}$ e $1,56 \text{ mg.L}^{-1}$.

O ponto 1 foi o que apresentou os maiores valores de DBO em todos os meses de coleta, evidenciando conseqüentemente que o rio São José dos Dourados apresenta maiores cargas de matéria orgânica afluentes ao reservatório do que o canal de Pereira Barreto ao transpor águas provenientes do reservatório de Três Irmãos. A CETESB (2008) encontrou valores de DBO de até $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ no trecho médio do rio São José dos Dourados em 2007, enquanto que no reservatório de Três Irmãos nenhum valor ultrapassou $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ no mesmo ano.

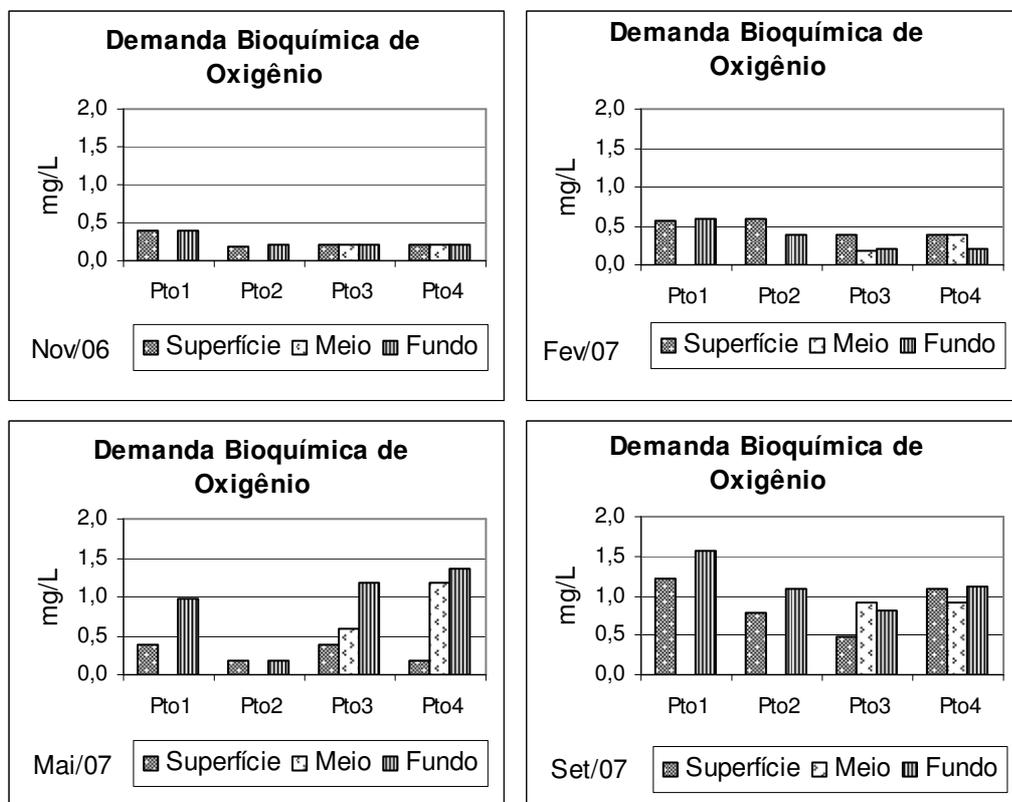


Figura 34: Valores de demanda bioquímica de oxigênio obtidos durante o período de estudo.

Valente et al. (1997), mencionam que a DBO, é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microorganismos através da respiração. Esse metabolismo é controlado dentre alguns fatores pela temperatura. Dessa forma, em temperaturas menores existe uma diminuição destes processos de respiração, o que resulta em valores menores de DBO durante o inverno, fato não observado no BSJD, pois as temperaturas obtidas no sistema são geralmente elevadas, minimizando os efeitos de suas variações sobre o metabolismo dos microorganismos.

Nos meses de novembro de 2006 e fevereiro de 2007, os menores valores de DBO podem ser decorrentes do efeito diluidor do acréscimo de águas provenientes das chuvas no sistema.

Nos meses de maio e setembro de 2007, período com temperaturas mais amenas, as amostras demonstraram de maneira geral resultados relativamente altos nas amostras de meio e fundo quando comparados às amostras obtidas nos meses mais quentes, fato provavelmente relacionado à ressuspensão de sedimentos pela ação dos ventos, que segundo Bina (2004), são responsáveis pelo aumento da concentração do material em suspensão na coluna d'água e, conseqüentemente, acarretam um incremento nos teores de matéria orgânica, aumentando a demanda por oxigênio nos processos de decomposição dessa matéria.

Também possivelmente se relacionaram as maiores demandas por oxigênio das águas apresentadas nesses meses, à elevação do nível do reservatório ocorrida no mesmo período, com conseguinte incorporação de carga orgânica das regiões litorâneas, sobretudo das regiões com vegetação de várzea e brejos. Segundo Esteves (1998), nos períodos de elevação nível de um curso d'água também se verifica um aumento da concentração de matéria orgânica dissolvida e particulada, associado à incorporação de biomassa pela grande produtividade de comunidades de macrófitas aquáticas submersas existentes nos brejos, como fonte importante de matéria orgânica para os sistemas aquáticos.

6.4.9 FÓSFORO TOTAL

A Figura 35 mostra os valores de fósforo total nas estações de coleta de superfície, meio e fundo, onde se pôde observar que no reservatório do rio São José dos Dourados estes

valores variaram entre $2,7 \mu\text{g.L}^{-1}$, ocorrido em novembro de 2006 na amostra de meio do ponto 4, e $39,3 \mu\text{g.L}^{-1}$, em fevereiro de 2007 na amostra de fundo do ponto 1.

O valor médio dos teores de fósforo total no período estudado foi $14,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ sendo que no mês de fevereiro de 2007, as concentrações variaram de $17,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ a $39,3 \mu\text{g.L}^{-1}$, com incremento provavelmente associado à estação do ano com maior pluviosidade, demonstrando grande influência do deflúvio da bacia no aumento deste nutriente. Notou-se também que as concentrações de fósforo total nas amostras do ponto 2 conservaram-se com valores abaixo dos demais pontos de amostragem, caracterizando influência do canal de Pereira Barreto.

Lima (2004) observou no reservatório de Três Irmãos no ano 2000 o valor médio de $32,9 \mu\text{g.L}^{-1}$, em um ponto de coleta situado no meio do reservatório, à montante da entrada do canal de Pereira Barreto. Minillo (2005) observou valores entre $20,79$ e $46,87 \mu\text{g.L}^{-1}$ de fósforo total para o mesmo reservatório no ano de 2003 e a CETESB (2008) registrou valores inferiores a $20,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ na maior parte do ano de 2007.

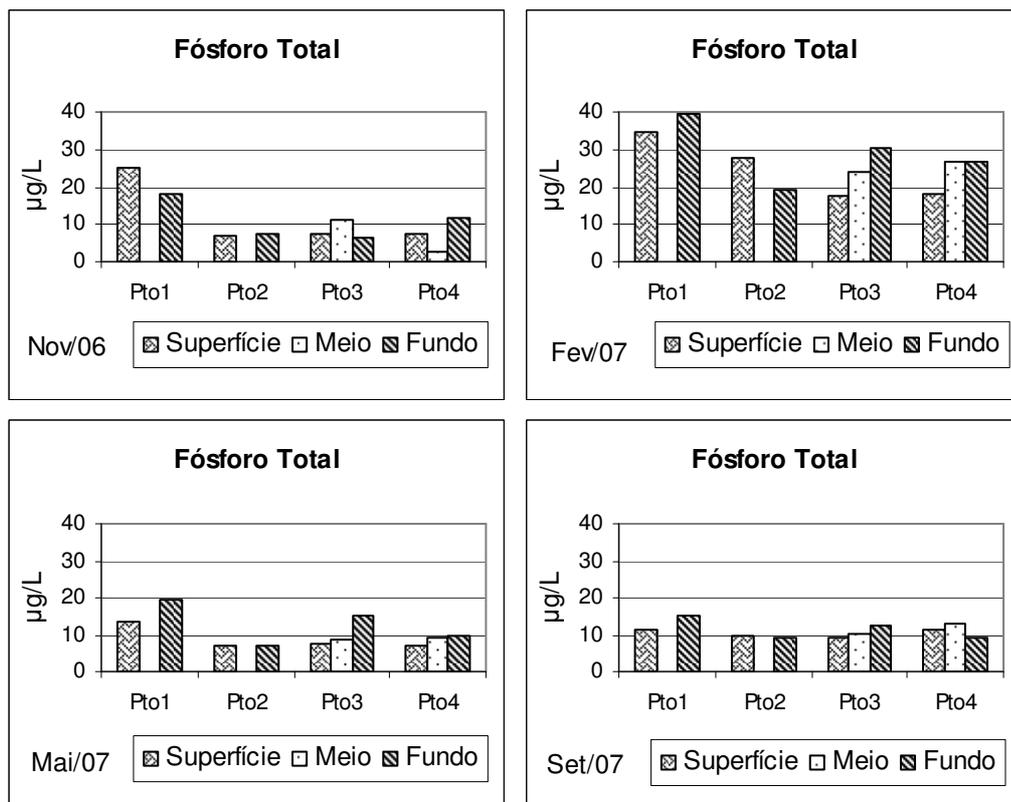


Figura 35: Valores de fósforo total obtidos durante o período de estudo.

Os maiores teores de fósforo total foram verificados no ponto 1 em todos os meses avaliados, com valor médio de $22,0 \mu\text{g.L}^{-1}$. Segundo a CETESB (2007, 2008), foram

apresentados valores médios de $68,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ durante o mesmo período desta pesquisa no seu ponto de amostragem no rio São José dos Dourados situado no município de General Salgado - SP (à montante do reservatório). Segundo Pinto-Coelho et al. (2005), o reservatório de São Simão apresentou teores de fósforo total pouco maiores que os demonstrados na presente pesquisa, com valor médio de $21 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Com base nos dados obtidos para fósforo total, a presença de tanques-rede no reservatório não demonstrou ter grande influência nas concentrações do ponto 4, que está localizado próximo a estes empreendimentos.

6.4.10 ORTOFOSFATO

Os valores registrados para ortofosfato (Figura 36) nas amostras coletadas no BSJD evidenciaram um padrão similar ao observado para o fósforo total. As maiores concentrações foram obtidas no ponto de coleta 1, especialmente no período de chuvas, com destaque para o mês de novembro de 2006, com o valor de $24,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ na amostra de superfície.

De forma geral, o mês de fevereiro de 2007 foi o que apresentou os maiores teores de ortofosfato ao longo de todo o reservatório, com valor médio de $10,33 \mu\text{g.L}^{-1}$ considerando todos os pontos de amostragem, associado ao período chuvoso. Em contrapartida, as menores concentrações foram registrados no mês de setembro de 2007, inserido na estação de seca da região, com valor médio de $6,59 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Todos os valores observados para ortofosfato nas amostras de água foram inferiores aos de fósforo total, representando na maioria delas parcela correspondente a 60% de todas as formas fosfatadas. Também se evidenciou a influência do canal de Pereira Barreto na redução de ortofosfato, com o ponto 2 mostrando-se sempre com os menores valores.

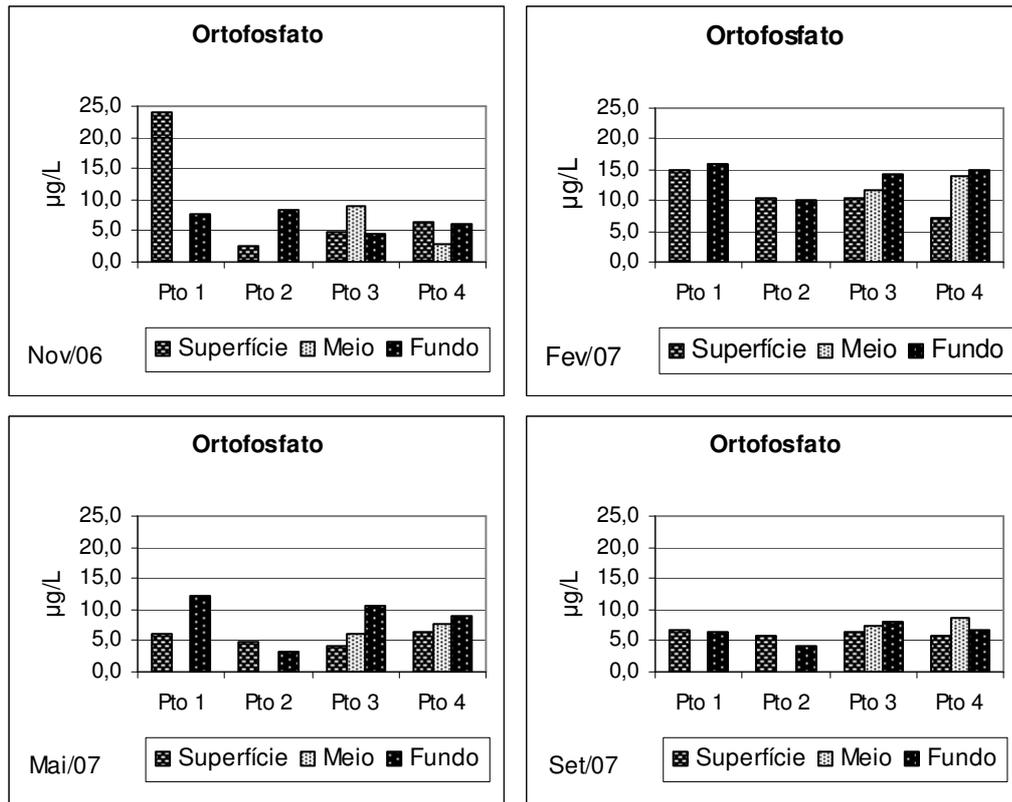


Figura 36: Valores de ortofosfato obtidos durante o período de estudo.

Segundo Minillo (2005), foram registrados concentrações de ortofosfato no reservatório de Três Irmãos, rio Tietê, ligeiramente inferiores aos demonstrados nesta pesquisa, com concentração média de $5,05 \mu\text{g.L}^{-1}$ nas amostras obtidas ao longo do ano de 2003. Os valores registrados na presente pesquisa são pequenos se comparados a outros reservatórios do estado de São Paulo, como no reservatório de Salto Grande, com valor médio de $31,70 \mu\text{g.L}^{-1}$ aferido por Dornfeld (2002), ou no reservatório de Barra Bonita, com valor médio de $19,50 \mu\text{g.L}^{-1}$ obtido por Fracácio (2001).

6.4.11 NITROGÊNIO TOTAL

Os valores de nitrogênio total encontram-se na Figura 37, onde se observou que as maiores concentrações foram determinadas em fevereiro e setembro de 2007, apresentando teores entre $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ na maioria das amostras. O maior valor registrado foi obtido na amostra de fundo do ponto 4, com $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ no mês de setembro de 2007. Para os demais meses, as concentrações de nitrogênio total ficaram próximas ou abaixo de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$,

na maioria das estações de coleta, e o menor valor registrado ocorreu nas amostras do ponto 3 e 4, com $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$, nesses mesmos meses.

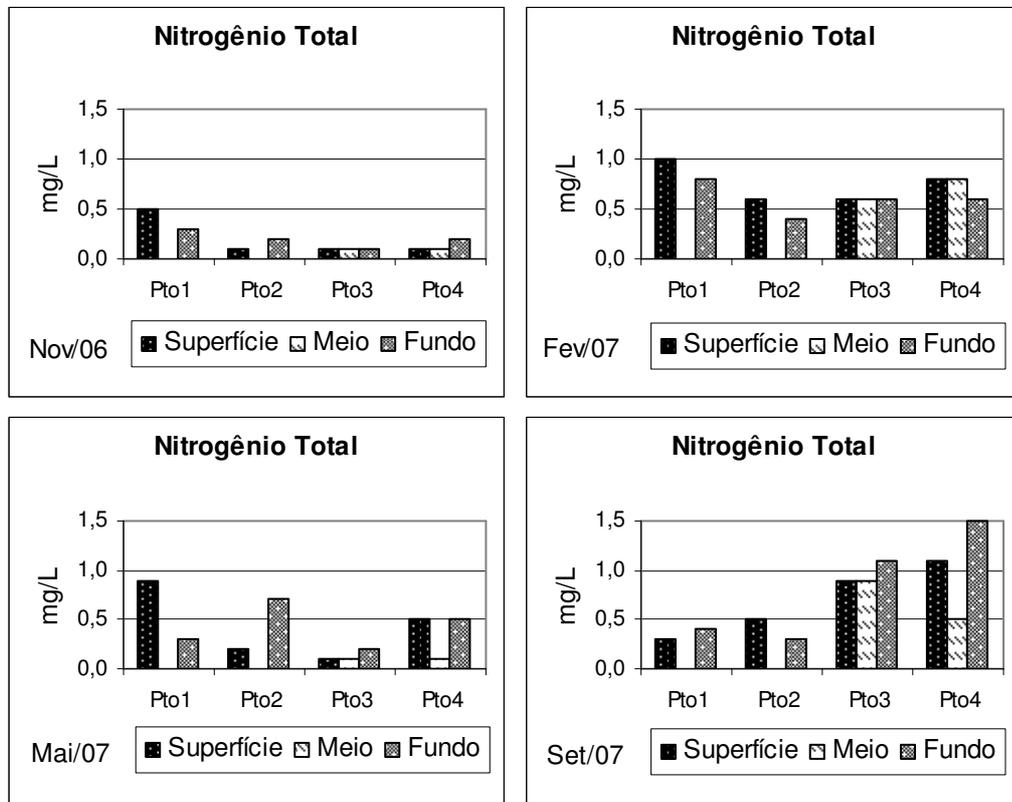


Figura 37: Valores de nitrogênio total obtidos durante o período de estudo.

O aumento registrado nas concentrações de nitrogênio total no mês de fevereiro foi associado ao regime de chuvas para o período, que provoca o deflúvio da bacia de contribuição, carreando nutrientes para o reservatório. Ainda pôde ser observado que os valores de nitrogênio total no presente estudo se apresentaram menores no ponto 2 na maioria dos meses, quando comparados aos valores registrados para o ponto 1, fato relacionado à influência do canal de Pereira Barreto no BSJD.

No mês de setembro de 2007, período com as águas mais frias, ocorreram maiores valores de nitrogênio total nos pontos 3 e 4, fato que pode estar relacionado ao período de cheia no reservatório nos meses anteriores, encobrendo uma grande área das suas margens e incorporando nitrogênio total no sistema.

Leite (1998) também observou o aumento nas concentrações de nitrogênio total nos meses de inverno no reservatório de Salto Grande, Americana-SP, com valores de nitrogênio total de $17,74 \text{ mg.L}^{-1}$ em agosto de 1996. O autor ainda cita ocorrência semelhante

na Lagoa da Pampulha verificada por Barbosa et al. (1998), com $6,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de nitrogênio total, no período seco e frio, e $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$, no período quente e chuvoso.

Os baixos valores de nitrogênio total obtidos nas amostras de meio do ponto 4 nos meses de maio e setembro de 2007 podem estar relacionados às propriedades hidrodinâmicas do sistema, uma vez que a vazão do BSJD é supostamente muito inferior à vazão do rio Paraná nesses períodos, sem o acréscimo de vazão ocasionado pelas chuvas, alterando o perfil de velocidade nas proximidades de sua confluência.

As instalações de tanques-rede nos arredores do ponto 4 de amostragem aparentemente não conferiram alterações visíveis nas concentrações de nitrogênio total, uma vez que este ponto apresentou valores semelhantes ao seu ponto mais próximo à montante (ponto 3).

Barbosa et al. (1999) analisando a represa de Jupuíá, determinou valores médios de $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$ de nitrogênio total, um pouco abaixo dos valores encontrados na presente pesquisa. Valores ainda mais inferiores foram encontrados por Bina (2004) na barragem dos Pequenos Libombos, situada em Moçambique, África Oriental, com média de $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ no mês de dezembro de 2002.

Leite (2005), analisando as águas do reservatório de Ilha Solteira, em pontos de amostragem localizados nos rios Paraná, Paranaíba e Grande, observou que as maiores concentrações de nitrogênio total foram determinadas em agosto de 2004, com $5,6 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação do rio Paranaíba e $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$ nas estações do rio Grande e do final do reservatório no rio Paraná. Para os demais meses, as concentrações de nitrogênio total ficaram próximas ou abaixo de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

6.4.12 NITRITO, NITRATO E AMÔNIA

A Figura 38 indica as concentrações das formas nitrogenadas nitrato e amônia no BSJD obtidas durante o período de estudo, onde foram utilizadas as siglas S, M e F, indicando respectivamente superfície, meio e fundo. O nitrato apresentou valores sempre maiores que $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$, com as concentrações elevadas em fevereiro de 2007, com valor médio acima de $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$, mas foi em setembro de 2007 que o nitrato atingiu seu maior valor, com $0,20$

mg.L⁻¹ no ponto 2F. Os menores valores de nitrato ocorreram no mês de novembro de 2006 nos pontos 2S, 2F e 3S, com 0,03 mg.L⁻¹.

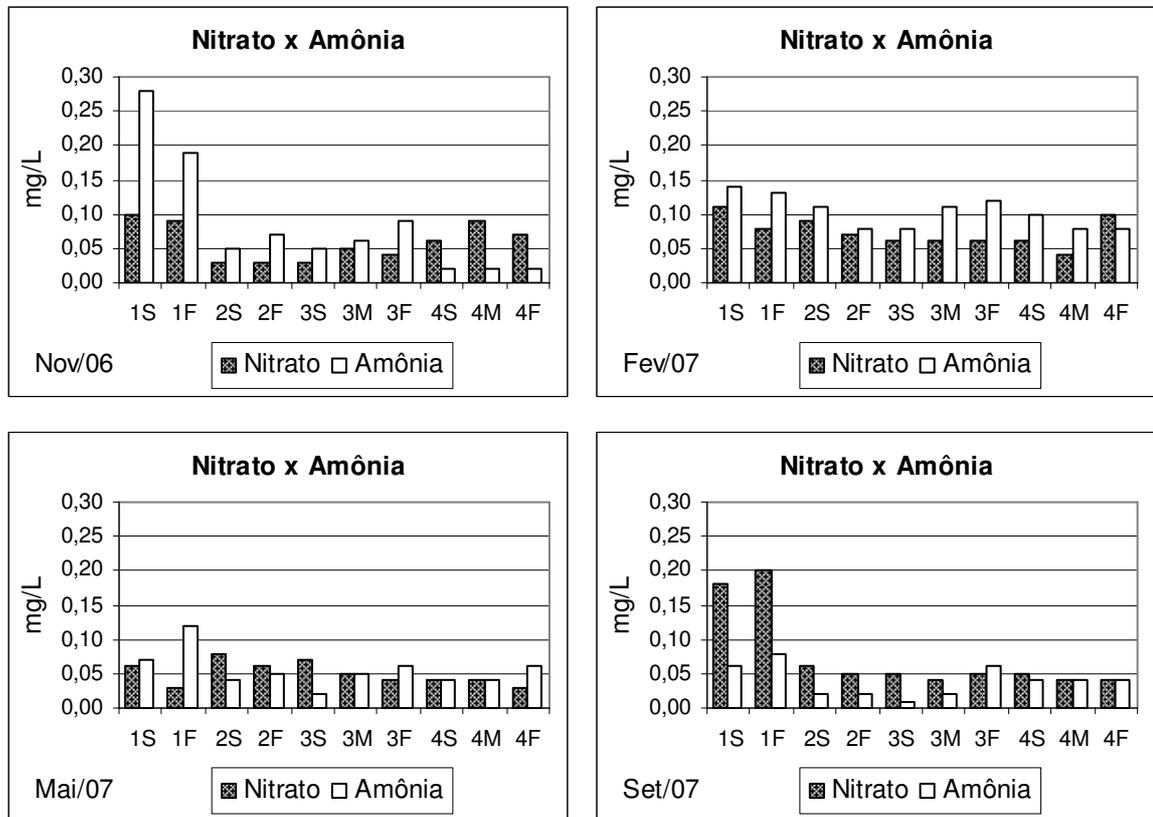


Figura 38: Valores de nitrato e amônia obtidos durante o período de estudo.

As concentrações de amônia foram mais elevadas em novembro de 2006 e fevereiro de 2007, com o maior valor observado na estação 1S em novembro de 2006, com 0,28 mg.L⁻¹. Nos demais meses as concentrações de amônia mantiveram-se em torno de 0,04 mg.L⁻¹, com os menores valores sendo observados em setembro de 2007, com valor mínimo de 0,01 mg.L⁻¹ no ponto 3S.

Esteves (1998) associou os processos de nitrificação e amonificação às concentrações de oxigênio dissolvido na água, ocorrendo mais facilmente a nitrificação em ambientes com maiores concentrações desse gás e amonificação em ambientes com menores concentrações. Esta relação pôde ser observada no BSJD, possivelmente explicando os teores de nitrato e amônia registrados ao longo do sistema durante o período amostrado, onde nos meses com menor oxigenação a forma nitrogenada predominante foi a amoniacal, ao contrário dos meses com maiores concentrações de oxigênio dissolvido, onde predominou o nitrato.

Sipaúba-Tavares (1994) ressalta que a amônia é altamente tóxica para organismos aquáticos e pode causar severas mortalidades. Segundo Perera, Johnson e Donald (1997),

águas alcalinas com pH maior que 8,0, propiciam condições ideais para a ocorrência de infecções estreptocócicas por potencializarem a toxidez da amônia. Segundo Alabaster e Lloyd (1982), valores de amônia superiores a $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$ são inadequados ao desenvolvimento dos peixes. Valores superiores foram encontrados no presente estudo, com teor médio de amônia de $0,070 \text{ mg.L}^{-1}$.

A Figura 39 indica as concentrações de nitrito obtidas durante o período de estudo no BSJD, com concentrações abaixo de $0,010 \text{ mg.L}^{-1}$ em praticamente todas as estações de coleta durante o período amostrado, atingindo o maior valor em maio de 2007 com $0,013 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto 2F e as menores concentrações em novembro de 2006 com $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação 4S. Segundo Esteves (1998), a concentração de nitrito é geralmente baixa comparada à amônia e ao nitrato, devido ao fato deste elemento ser mais suscetível às reações de oxidação e redução na coluna d'água.

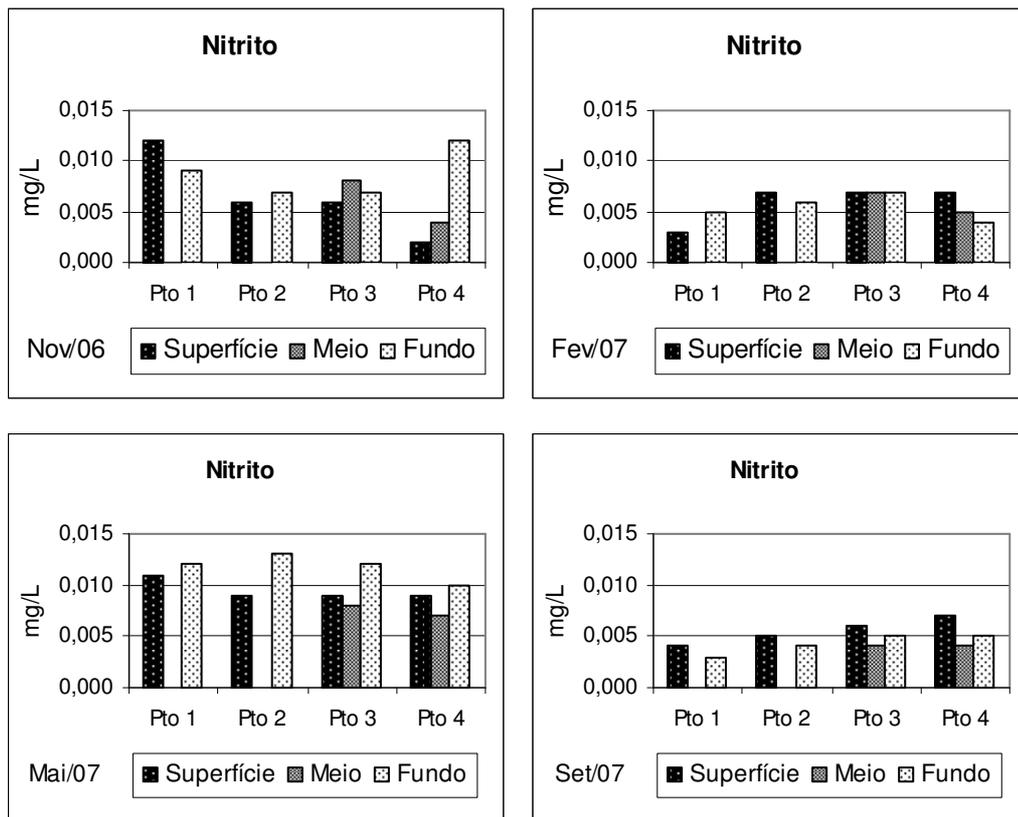


Figura 39: Valores de nitrito obtidos durante o período de estudo.

Ainda pôde ser observada a influência das águas transpostas do rio Tietê por meio do canal de Pereira Barreto sobre o sistema analisado no presente estudo, com diferenças nas concentrações das formas nitrogenadas entre o ponto 1 (à montante do canal) e os demais

Valores semelhantes foram registrados por Leite (2005) no reservatório de Ilha Solteira, com resultados nulos em quase todos os meses amostrados e valor máximo obtido no mês de novembro de 2005, com 40 UFC.100 mL⁻¹.

Vasílio (2006), avaliando a qualidade das águas das praias situadas no município de Ilha Solteira, constatou valor médio de coliformes fecais de 56 UFC.100mL⁻¹ e valor máximo de 450 UFC.100mL⁻¹ em abril de 2005, em um ponto de amostragem localizados às margens do BSJD (à jusante dos pontos do presente estudo), na sua confluência com o rio Paraná, valores estes maiores que os apresentados no presente estudo, levando em consideração que as amostras não foram coletadas no meio do reservatório, e que a área de entorno caracteriza-se como zona urbanizada de segunda residência.

6.4.14 CLOROFILA

A Figura 40 contém as concentrações de clorofila obtidas no BSJD durante o período de estudo. Pelos dados de clorofila pôde ser observadas concentrações sempre abaixo dos 3,0 µg.L⁻¹, com valor máximo registrado no ponto 2 de superfície em novembro de 2006 (2,79 µg.L⁻¹) e valor mínimo ocorrido no ponto 3 de fundo em maio de 2007 e no ponto 4 de fundo em fevereiro e setembro de 2007 (0,28 µg.L⁻¹), valores muito abaixo do limite máximo de 30 µg.L⁻¹ estabelecido pelo CONAMA (2005) para águas doces de classe II.

Valores similares de clorofila foram determinados no reservatório de São Simão, rio Paranaíba, por Pinto-Coelho et al. (2005) com os valores ao longo do ano abaixo de 5,0 µg.L⁻¹, e valor máximo de 40,0 µg.L⁻¹ em janeiro de 2004.

Os valores de clorofila foram maiores na superfície do reservatório comparando-se com o fundo em todos os meses amostrados, fato associado à maior incidência de luz solar na zona eufótica, fator essencial à manutenção dos processos fotossintéticos das comunidades fitoplanctônicas. Tais processos se tornam menos característicos à medida que se reduz a luminosidade, como no caso do fundo do reservatório.

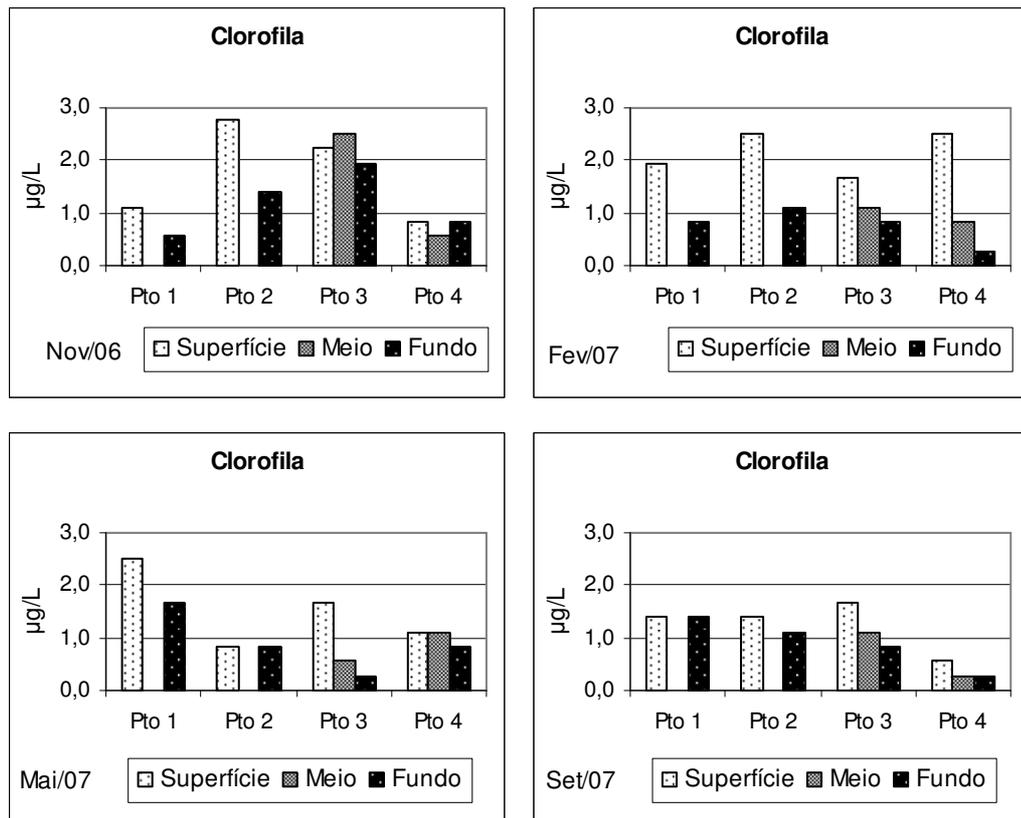


Figura 40: Valores de clorofila obtidos durante o período de estudo.

As concentrações obtidas de clorofila nos meses amostrados indicaram uma relação direta com as concentrações de nutrientes, que se tornam mais abundantes no sistema nos períodos chuvosos, devido ao escoamento superficial das regiões adjacentes. Pereira (2003) verificou esta mesma relação nos reservatórios em cascata do rio Tietê, justificando a ocorrência de picos nas concentrações de clorofila no período chuvoso, mesmo com a atividade fotossintética comprometida pela atenuação da incidência de luz na água.

Nos meses da estação chuvosa também foi verificada a influência das águas do rio Tietê por meio do canal de Pereira Barreto, acarretando um aumento das concentrações de clorofila nos pontos 2, 3 e 4. Minillo (2005) encontrou teor médio de $5,15 \mu\text{g.L}^{-1}$ nos meses chuvosos e $1,54 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de estiagem no reservatório de Três Irmãos.

6.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

A Tabela 20 indica os valores do índice de qualidade das águas (IQA) obtidos durante o período de estudo. De maneira geral, os pontos analisados se enquadraram nas categorias “Ótimo” e “Bom”, em todos os meses amostrados, sendo que o mês de novembro de 2006 foi o que apresentou qualidade superior, com todos os pontos de coleta na faixa de Ótimo e valor médio de IQA de 88,45, e o mês de fevereiro de 2007 qualidade inferior, com metade dos pontos com o conceito Bom, a outra metade Ótimo e valor médio de IQA de 76,15.

Com relação aos pontos de amostragem, o ponto 1 foi o que apresentou os menores índices durante o período de estudo, sobretudo nas amostras coletadas no fundo, com conceito “Bom” em três dos quatro meses analisados e valor médio de IQA de 71,38. Vale ressaltar que o menor valor obtido para o IQA ocorreu no ponto 1F no mês de fevereiro de 2007, com 61,89, fato associado à combinação de baixos valores de q_i relacionados à porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido ($q_i = 79,40$), coliformes fecais ($q_i = 42,27$) e principalmente turbidez ($q_i = 5,00$), demonstrando a relação entre o período chuvoso e a qualidade da água.

De maneira geral o ponto 3 foi o que apresentou melhor qualidade da água, com apenas uma incidência de qualidade “Boa” constatada nas águas de fundo no mês de fevereiro de 2007, com valor 74,11. No ponto 4S foi onde ocorreram os melhores índices, com valor médio de IQA no período amostrado de 88,64 e valor máximo obtido em todo o período estudado de 91,41 no mês de novembro de 2006.

Os efeitos sazonais tiveram notória influência sobre os resultados obtidos para o IQA, apresentando maior alteração da qualidade das águas no término do período chuvoso e melhor qualidade no término da estação seca. Os parâmetros que demonstraram maior influência sobre os resultados foram turbidez, coliformes fecais, porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido (%Sat.OD), pH e resíduos totais.

O parâmetro turbidez foi o que mais contribuiu com a diminuição dos valores do índice de qualidade das águas, mesmo representando apenas 8% de todo o produtório, apresentando valores de q_i entre 5,00 e 62,46 e valor médio de 33,44, quantificados durante todo o período de estudo. A incidência de coliformes fecais constatada nas amostras dos

pontos 1 e 2 nos meses de fevereiro e maio de 2007 reduziu significativamente os valores de IQA, visto que este parâmetro contribui com 15% do produtório que compõe este índice.

Tabela 20: Valores do IQA obtidos durante o período de estudo

Coleta	Ponto	IQA - CETESB / SP		
		Valor	Categoria	Cor
Novembro / 2006	1S	86,84	Ótima	■
	1F	86,53	Ótima	■
	2S	90,41	Ótima	■
	2F	89,83	Ótima	■
	3S	90,63	Ótima	■
	3M	89,38	Ótima	■
	3F	88,04	Ótima	■
	4S	91,41	Ótima	■
	4M	89,11	Ótima	■
4F	82,28	Ótima	■	
Média Mensal		88,45	Ótima	■

Coleta	Ponto	IQA - CETESB / SP		
		Valor	Categoria	Cor
Fevereiro / 2007	1S	64,15	Boa	■
	1F	61,89	Boa	■
	2S	80,10	Ótima	■
	2F	71,46	Boa	■
	3S	84,77	Ótima	■
	3M	79,01	Ótima	■
	3F	74,11	Boa	■
	4S	86,66	Ótima	■
	4M	81,85	Ótima	■
4F	77,50	Boa	■	
Média Mensal		76,15	Boa	■

Coleta	Ponto	IQA - CETESB / SP		
		Valor	Categoria	Cor
Maio / 2007	1S	62,51	Boa	■
	1F	67,40	Boa	■
	2S	76,37	Boa	■
	2F	77,99	Boa	■
	3S	89,60	Ótima	■
	3M	86,19	Ótima	■
	3F	81,90	Ótima	■
	4S	91,06	Ótima	■
	4M	87,44	Ótima	■
4F	74,53	Boa	■	
Média Mensal		79,50	Ótima	■

Coleta	Ponto	IQA - CETESB / SP		
		Valor	Categoria	Cor
Setembro / 2007	1S	80,22	Ótima	■
	1F	69,70	Boa	■
	2S	83,60	Ótima	■
	2F	85,36	Ótima	■
	3S	83,75	Ótima	■
	3M	86,04	Ótima	■
	3F	83,40	Ótima	■
	4S	85,43	Ótima	■
	4M	81,78	Ótima	■
4F	80,50	Ótima	■	
Média Mensal		81,98	Ótima	■

Média	Ponto	IQA - CETESB / SP		
		Média	Categoria	Cor
Período de Estudo	1S	73,43	Boa	■
	1F	71,38	Boa	■
	2S	82,62	Ótima	■
	2F	81,16	Ótima	■
	3S	87,19	Ótima	■
	3M	85,16	Ótima	■
	3F	81,86	Ótima	■
	4S	88,64	Ótima	■
	4M	85,05	Ótima	■
4F	78,70	Boa	■	
Média Anual		81,52	Ótima	■

Classificação segundo CETESB / SP		
Valor	Categoria	Cor
79 < IQA ≤ 100	Ótima	■
51 < IQA ≤ 79	Boa	■
36 < IQA ≤ 51	Regular	■
19 < IQA ≤ 36	Ruim	■
IQA ≤ 19	Péssima	■
Pesos Relativos ao IQA		
Parâmetro	Peso	
Oxigênio Dissolvido	17%	
Coliformes Fecais	15%	
pH	12%	
DBO	10%	
Fósforo Total	10%	
Nitrogênio Total	10%	
Temperatura	10%	
Turbidez	8%	
Sólidos Totais	8%	

De modo geral, a %Sat.OD contribuiu com a redução do IQA nas águas de fundo ao longo do reservatório durante o período de estudo. Esta redução mostrou-se mais intensa nos pontos 3S e 4S (pontos com maiores profundidades) nos períodos que apresentaram as maiores temperaturas da água (novembro de 2006 e fevereiro de 2007), com valores de qi em torno de 60,00. Já nos meses de maio e setembro de 2007, com menores temperaturas da água apresentadas (o que facilita a dissolução do oxigênio), a %Sat.OD contribuiu com o aumento dos valores calculados do IQA, com qi entre 90,00 e 100,00 em quase todos os pontos de coleta.

Com relação ao parâmetro pH, houve contribuição na redução dos valores do IQA no mês de fevereiro de 2007, quando os baixos valores de pH caracterizaram as águas do reservatório como levemente ácidas, e no mês de setembro de 2007, quando os altos valores de pH caracterizaram as águas como mais alcalinas.

Os resíduos totais apresentaram o mesmo padrão relatado para o parâmetro turbidez, porém representando menores reduções nos valores de IQA, com qi médio de 84,63. Com relação aos demais parâmetros (demanda bioquímica de oxigênio, variação de temperatura, fósforo total e nitrogênio total) os valores qi de contribuição ao produtório do IQA apresentaram-se em quase todas as amostras acima de 90,00, concluindo-se que estes parâmetros pouco interferiram na redução da qualidade das águas.

Os dados do IQA registrados pela CETESB (2007, 2008) de alguns reservatórios do estado de São Paulo estão indicados na Tabela 21. Notou-se que as águas à montante do BSJD (ponto SJDO 02500) tiveram resultados de qualidade inferior aos quantificados no presente trabalho, com médias anuais dos anos de 2006 e 2007 (64,00 e 70,00) inferiores à média anual do ponto 1F (71,38), que foi considerado o ponto de coleta no reservatório com a pior qualidade identificada.

Essa diferença na qualidade das águas do Baixo São José dos Dourados possivelmente atribuiu-se aos processos de autodepuração descritos por Von Sperling (1996), onde os cursos d'água tendem a uma melhoria da sua qualidade de forma natural, com significativa redução de DBO, entre outros fatores, com a sua fase rio apresentando melhores condições de reoxigenação, associadas a fatores hidrodinâmicos. Tal processo também se estende ao trecho represado e associado à maior sedimentação, que é propiciada pelas reduções de velocidade de arraste dos sólidos em suspensão, influenciou na melhoria da qualidade das suas águas.

Tabela 21: Resultados mensais e médias anuais do IQA para outros reservatórios do estado de São Paulo.

Código Do Ponto	Corpo D'água	Ano	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Média
SJDO 02500	Rio São José dos Dourados	2006	62	61	73	65	61	62	64
		2007	70	63	73	73	70	68	70
TITR 02800	Reservatório de Três Irmãos	2006	89	85	86	64	85	85	82
		2007	83	88	80	87	84	85	85
JURU 02500	Reservatório de Jurumirim	2006	83	-	87	90	88	81	86
		2007	-	74	87	89	92	85	85
PCBP 02500	Reservatório de Barra Bonita	2006	69	74	73	80	84	77	76
		2007	60	77	83	76	78	82	76

Fonte: CETESB, 2007, 2008.

Com relação ao reservatório de Três Irmãos (ponto TITR 02800), verificou-se que este sistema apresentou valores de IQA semelhantes aos calculados para o BSJD (IQA médio de 81,52 no período de estudo), com valores médios de 82,00 e 85,00 nos anos de 2006 e 2007 respectivamente. É válido ressaltar que este reservatório localiza-se no final de uma série de reservatórios em cadeia no rio Tietê, o que contribui para a melhoria da qualidade da água (PEREIRA, 2003).

O reservatório de Jurumirim no Alto Paranapanema, representado pelo ponto de amostragem JURU 02500, apresentou qualidade superior ao BSJD nos anos de 2006 e 2007, com valores médios de IQA de 86,00 e 85,00 para os respectivos anos. Com relação ao trecho represado do rio Piracicaba, parte integrante do reservatório de Barra Bonita (PCBP 02500), os valores de IQA se evidenciaram inferiores ao presente estudo, com valor médio de 76,00 nos anos de 2006 e 2007.

6.6 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

Os resultados do índice de estado trófico (IET) calculados pelo método descrito por Carlson (1977) e modificado por Toledo Jr. et al. (1983) estão indicados na Tabela 22, onde os pontos analisados indicaram que o trecho represado do rio São José dos Dourados se enquadrava como Oligotrófico na maior parte do período amostrado. Foi constatado maior grau de trofia apenas nos meses de novembro de 2006, quando o ponto 1 foi classificado como Mesotrófico e fevereiro de 2007, quando os pontos 1 e 2 obtiveram mesma classificação. Tal fato está relacionado aos maiores valores de nutrientes fosfatados e baixa

transparência da água na estação chuvosa, elevando os valores do IET(PT), IET(PO₄) e IET(Z_{DS}).

Tabela 22: Valores do IET (TOLEDO JUNIOR et al., 1983) obtidos durante o período de estudo

IET - Toledo Jr. et al. (1983)											
nov/06	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(PO₄)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET(Z_{DS})	Classe	IET Médio	Classe
	1S	43,35	OLIGO	61,47	EUTRO	31,71	OLIGO	50,77	MESO	46,26	MESO
	2S	24,84	OLIGO	29,68	OLIGO	40,86	OLIGO	36,98	OLIGO	32,53	OLIGO
	3S	25,58	OLIGO	37,86	OLIGO	38,61	OLIGO	33,99	OLIGO	34,01	OLIGO
	4S	25,66	OLIGO	42,45	OLIGO	28,82	OLIGO	27,26	OLIGO	31,59	OLIGO
fev/07	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(PO₄)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET(Z_{DS})	Classe	IET Médio	Classe
	1S	47,77	MESO	54,64	EUTRO	37,27	OLIGO	55,91	EUTRO	47,90	MESO
	2S	44,53	MESO	49,23	MESO	39,80	OLIGO	52,29	MESO	45,65	MESO
	3S	37,89	OLIGO	49,17	MESO	35,71	OLIGO	48,14	MESO	41,95	OLIGO
	4S	38,49	OLIGO	43,96	OLIGO	39,80	OLIGO	46,98	MESO	41,64	OLIGO
mai/07	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(PO₄)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET(Z_{DS})	Classe	IET Médio	Classe
	1S	34,07	OLIGO	41,90	OLIGO	39,80	OLIGO	38,75	OLIGO	38,61	OLIGO
	2S	24,31	OLIGO	38,46	OLIGO	28,82	OLIGO	30,77	OLIGO	30,57	OLIGO
	3S	25,58	OLIGO	36,05	OLIGO	35,71	OLIGO	33,11	OLIGO	32,54	OLIGO
	4S	25,00	OLIGO	42,31	OLIGO	31,71	OLIGO	32,29	OLIGO	32,90	OLIGO
set/07	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(PO₄)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET(Z_{DS})	Classe	IET Médio	Classe
	1S	31,64	OLIGO	43,26	OLIGO	33,94	OLIGO	42,29	OLIGO	37,14	OLIGO
	2S	29,43	OLIGO	40,96	OLIGO	33,94	OLIGO	26,44	OLIGO	33,59	OLIGO
	3S	28,41	OLIGO	42,78	OLIGO	35,71	OLIGO	26,71	OLIGO	34,36	OLIGO
	4S	31,44	OLIGO	40,50	OLIGO	24,76	OLIGO	23,11	OLIGO	30,93	OLIGO
IET - Toledo Jr. et al. (1983)											
Categoria de Estado Trófico						Ponderação					
Oligotrófico						IET ≤ 44					
Mesotrófico						44 < IET ≤ 54					
Eutrófico						54 < IET ≤ 74					
Hipereutrófico						IET > 74					

A presença de ortofosfato como forma fosfatada predominante na água, com valores sempre próximos aos obtidos para fósforo total, resultou em altos valores de IET(PO₄), apresentando valor médio anual de 43,41 e valor máximo de 61,47, incorrendo em classificação eutrófica do IET(PO₄) no ponto 1 nos meses de chuva, os quais contribuíram com a elevação dos resultados obtidos na ponderação do IET durante todo o período estudado. Em contrapartida, os teores de clorofila mostraram-se extremamente baixos durante o período anual estudado e contribuiu diretamente na manutenção dos baixos valores de IET, com IET(chla) variando entre 24,76 e 40,86 e alcançando média anual de 34,81.

Os baixos resultados registrados para o IET no período de estiagem (maio e setembro de 2007) estão associados à maior transparência da água e menores concentrações

de fósforo total determinadas nesse período, mantendo o reservatório classificado integralmente como Oligotrófico.

Notou-se também um decaimento constante nos valores de IET ao longo do reservatório, com valores sempre maiores no ponto 1, com valor médio anual de 42,47, e menores no ponto 4, apresentando média anual de 34,26.

O índice de estado trófico também foi calculado pelo método de Lamparelli (2004), que é utilizado atualmente pela CETESB na avaliação dos graus de trofia dos corpos hídricos lênticos do estado de São Paulo, e os resultados obtidos estão indicados na Tabela 23.

Tabela 23: Valores do IET (LAMPARELLI, 2004) obtidos durante o período de estudo.

<i>IET - Lamparelli (2004)</i>							
nov/06	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET Médio	Classe
	1S	61,88	EUTRO	47,28	OLIGO	54,58	MESO
	2S	54,11	MESO	51,76	OLIGO	52,93	MESO
	3S	54,42	MESO	50,66	OLIGO	52,54	MESO
	4S	54,45	MESO	45,87	ULTRA	50,16	OLIGO
fev/07	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET Médio	Classe
	1S	63,74	SUPER	50,00	OLIGO	56,87	MESO
	2S	62,38	EUTRO	51,24	OLIGO	56,81	MESO
	3S	59,59	EUTRO	49,24	OLIGO	54,42	MESO
	4S	59,84	EUTRO	51,24	OLIGO	55,54	MESO
mai/07	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET Médio	Classe
	1S	57,98	MESO	55,66	MESO	56,82	MESO
	2S	53,89	MESO	54,49	MESO	54,19	MESO
	3S	54,42	MESO	53,67	MESO	54,05	MESO
	4S	54,18	MESO	55,80	MESO	54,99	MESO
set/07	Ponto	IET(PT)	Classe	IET(Chla)	Classe	IET Médio	Classe
	1S	56,97	MESO	48,38	OLIGO	52,67	MESO
	2S	56,04	MESO	48,38	OLIGO	52,21	MESO
	3S	55,61	MESO	49,24	OLIGO	52,42	MESO
	4S	56,88	MESO	43,88	ULTRA	50,38	OLIGO
<i>IET - Lamparelli (2004)</i>							
<i>Categoria de Estado Trófico</i>				<i>Ponderação</i>			
Ultraoligotrófico				IET ≤ 47			
Oligotrófico				47 < IET ≤ 52			
Mesotrófico				52 < IET ≤ 59			
Eutrófico				59 < IET ≤ 63			
Supereutrófico				63 < IET ≤ 67			
Hipereutrófico				IET > 67			

Foi constatada a predominância de valores classificados como Mesotróficos e menor variação dos resultados obtidos, visto que este método eliminou a interferência que os altos valores de turbidez exerceram sobre os resultados de transparência da água, não utilizando o IET(Z_{DS}) (IET para o disco de Secchi) em sua ponderação, com resultados de IET variando entre 50,16 e 56,87.

No ponto 4 foi verificado o menor estado trófico dos pontos analisados, com suas águas classificadas como Oligotróficas nos meses de novembro de 2006 e setembro de 2007, com os valores 50,16 e 50,38 respectivamente. Já para o ponto 1, os maiores valores de fósforo total garantiram o aumento dos valores de IET com as classificações Eutrófico e Supereutrófico.

Comparando-se os dados do IET calculados pelo método modificado por Lamparelli (2004) no presente trabalho com os registrados pela CETESB (2007, 2008) indicados na Tabela 24, verificou-se grande semelhança dos valores calculados para o BSJD com os resultados obtidos à sua montante (ponto SJDO 02500) e reservatório de Três Irmãos (ponto TITR 02800), com a ressalva de que as águas do reservatório de Três Irmãos apresentaram-se como Supereutrólicas no mês de junho de 2007, classe não atingida pelas águas da fase reservatório do rio São José dos Dourados.

Tabela 24: Resultados do IET em outros reservatórios do estado de São Paulo.

Código Do Ponto	Corpo D'água	Ano	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Média
SJDO 02500	Rio São José dos Dourados	2006	52	54	53	52	56	56	54
		Classe	OLIGO	MESO	MESO	OLIGO	MESO	MESO	MESO
		2007	55	51	58	54	57	57	55
		Classe	MESO	OLIGO	MESO	MESO	MESO	MESO	MESO
TITR 02800	Reservatório de Três Irmãos	2006	54	53	55	57	53	53	54
		Classe	MESO						
		2007	53	53	66	53	58	53	56
		Classe	MESO	MESO	SUPER	MESO	MESO	MESO	MESO
JURU 02500	Reservatório de Jurumirim	2006	55	50	49	40	50	53	49
		Classe	MESO	OLIGO	OLIGO	ULTRA	OLIGO	MESO	OLIGO
		2007	51	49	52	53	49	53	51
		Classe	OLIGO	OLIGO	OLIGO	MESO	OLIGO	MESO	OLIGO
SOIT 02900	Represa de Itupararanga	2006	53	52	50	57	54	49	52
		Classe	MESO	OLIGO	OLIGO	MESO	MESO	OLIGO	OLIGO
		2007	50	48	58	56	55	51	53
		Classe	OLIGO	OLIGO	MESO	MESO	MESO	OLIGO	MESO

Fonte: CETESB, 2007, 2008.

O reservatório de Jurumirim no Alto Paranapanema, representado pelo ponto de amostragem JURU 02500, apresentou grau de trofia inferior ao BSJD nos anos de 2006 e 2007, com valores médios de IET de 49,00 e 51,00 para os respectivos anos, caracterizando-se como Oligotróficos. Com relação à represa de Itupararanga no rio Sorocaba, representada pelo ponto SOIT 02900, os valores de IET se evidenciaram semelhantes ao presente estudo, com valor médio de 52,00 (Oligotrófico) e 53,00 (Mesotrófico) nos anos de 2006 e 2007 respectivamente.

7 CONCLUSÕES

A contribuição da bacia do rio São José dos Dourados à montante da região estudada foi considerada fator importante na qualidade das águas no ponto 1 (transição entre rio e reservatório), sobretudo nos resultados de turbidez, resíduos totais e na concentração de fósforo e ortofosfato, condutividade, pH e transparência da água.

Nos pontos 2, 3 e 4 o canal de Pereira Barreto, atuando como tributário do Baixo São José dos Dourados na maior parte do ano, promoveu alterações na qualidade das águas ao transpor quantidade de águas do sistema Tietê, melhorando a qualidade das mesmas à jusante em alguns aspectos, sobretudo reduzindo a turbidez, concentrações de nutrientes, resíduos totais e aumentando transparência da água. Em contrapartida refletiu em alterações do sistema, promovendo uma pequena redução de oxigênio dissolvido na água e o aumento da condutividade e pH.

A presença de tanques-rede no BSJD não apresentou interferência nos resultados obtidos para os parâmetros aferidos, uma vez que a atividade ainda é pouco desenvolvida na região. No entanto, se a tendência for o aumento da atividade, os cuidados com a capacidade suporte, preconizados pelo estudo do Parque Aquícola realizado pela FEIS-UNESP deverão ser aplicados.

As águas do Baixo São José dos Dourados foram classificadas pelo Índice de Qualidade das Águas - IQA como predominantemente Ótimas, apresentando a classificação “Boa” em alguns pontos analisados, principalmente no ponto 1, que encontra-se na transição entre rio e reservatório, recebendo influência direta da Bacia.

O Baixo São José dos Dourados ainda foi classificado predominantemente Oligotrófico pelo IET proposto por Toledo Jr et al. e Mesotrófico pelo IET de Lamparelli, apresentando um padrão de melhora no grau de trofia no sentido longitudinal do reservatório, com o melhor IET médio situado próximo à sua foz.

Evidenciou-se que o entorno do Baixo São José dos Dourados não apresentou grande influência nos pontos 2, 3 e 4. No entanto, a alteração das culturas predominantes no setor primário, com a substituição crescente de extensas áreas de pastagens pela produção da cana-de-açúcar, visando o abastecimento de usinas de produção de álcool e açúcar, evidenciou ter potencial de promover alterações no ambiente aquático, uma vez que os solos dos municípios da área estudada apresentaram predominantemente alta e muito alta

suscetibilidade à erosão e também grande incidência de feições erosivas lineares. Acoplado a esse fato, o degradado estado da vegetação nativa na região (Reserva Legal) e a baixíssima incidência nas áreas de preservação permanente aumentam o potencial de erodibilidade das suas margens tornando o sistema mais vulnerável às ações antrópicas e variações sazonais climatológicas.

REFERÊNCIAS

ALABASTER, J. S.; LLOYD, R. *Water quality for freshwater fish*. 2. ed. London: Butterworth Scientific, 1982.

ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Bol. Inst. Geogr. e Geol.*, São Paulo, v. 41, p. 169-263, 1964.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Plano de proteção de mananciais e sustentabilidade no uso do solo*. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC, 2002. PGRH-RE-029-RO. Execução: Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ.

ARGENTON, E. C. *Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas - SP*. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

BARBOSA, F.; GARCIA, F. C.; MARQUES, M. M. G. S. M.; NASCIMENTO, F. A. Nitrogen and phosphorus balance in a eutrophic reservoir in Minas Gerais: a first approach. *Rev. Brasil. Biol.*, v. 58, n.2, p. 233-239, 1998.

BARBOSA, F. A. R.; PADISÁK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; BORICS, G.; ROCHA, O. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê - Basin, Sao Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J. G.; STRAŠKRABA, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. [S.l.]: IIE: BAS: Backhuys Publishers, 1999. p. 425-437.

BELLINAZZI, J. R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Ocorrência da erosão rural no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DE EROSÃO, 2., 1981, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1981. p. 117-137.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

BINA, B. *Impactos de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Umbelúzi: porção moçambicana na qualidade da água da barragem dos pequenos libombos (África Oriental)*. 2004. 255 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

BRITO, N. M.; AMARANTE JUNIOR., J. O.; ABAKERLY, R. SANTOS, T. C. R. dos; RIBEIRO, M. L. Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. *Pesticidas: Rev. Ecotoxic. Meio Ambiente*, Curitiba, v. 11, p. 93-104, 2001.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnol. and Oceanogr.* Baltimore, v. 22, n. 2, p. 261-269, 1977.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Lei n. 4.771/65, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil>. Acesso em: 16 dez. 2006.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; GALO, M. L. B. T.; CARVALHO, F. T.; NEGRISOLI, E.; TRINDADE, M. L. B.; SIMIONATO, J. L. A. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da Bacia do Rio Tietê. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 21, p.43-52, 2003.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE - CBH-AP. *Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias dos rios Aguapeí e Peixe*. Lins: CBH-AP: CETEC, 1997.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. Grupo de Gestão Territorial - Reservatório da UHE Ilha Solteira. *Plano de Manejo de Plantas Aquáticas*. São Paulo, 2001. Tomo III. 66 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. Desenvolvido por Masterdom Consultoria e Informática, 2009. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br>> Acesso em: 22 jan. 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Modelo Matemático para cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA). In: _____. *Relatório R.178*. São Paulo, 1977.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2000*. São Paulo, 2001. v. 1. 214 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2003*. São Paulo, 2004. v. 1. 210 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2004*. São Paulo, 2005. v. 1. 307 p. v. 2. CD ROM: anexos 1-4.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2005*. São Paulo, 2006. v. 1. 488 p. v. 2. CD ROM: anexos 1-4.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2006*. São Paulo, 2007. v. 1. 327 p. v. 2. CD ROM: anexos 1-8.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2007*. São Paulo, 2008. v. 1. 537 p. v. 2. CD ROM: anexos 1-5.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Desenvolvido por CETESB, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 02 jan. 2009.

COLE, G. A. *Textbook of limnology*. Saint Louis: C.V. Mosby, 1975. 427 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução n. 302*, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução n. 357*, de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 13 jul. 2008.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO – CERHI. *Plano Estadual de Recursos Hídricos: 2004/2007*: resumo. São Paulo, DAEE, 2006. 92 p.

DELELLO, D. *Composição e distribuição (espacial e temporal) de macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas, SP*. 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

DORES, E. F. G. C.; DE-LA-MONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas, estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso. *Química Nova*: São Paulo, v. 24, n. 1, p. 27-36, 2001.

DORNFELD, C. B. *Utilização de análises limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana, SP)*. 2002. 211 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19. ed. Washington, DC: APHA, 1995.

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

FELIPPO, R. de; GOMES, E. L.; LENZ-CÉZAR, J.; SOARES, C. B. P.; MENEZES, C. F. S. Alterações da Qualidade da Água Durante o Enchimento do Reservatório de UHE Serra da Mesa, GO. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatório: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. p. 321-346.

FIGUEIREDO, S. V. A. Conflitos relativos ao uso da água. In: SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. (Ed.). *Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura*. Brasília: MMA/SRH/ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 37-44.

FRACÁCIO, R. *Utilização de bioensaios ecotoxicológicos com Danio rerio (Cypriniformes, Cyprinidae) e análises limnológicas para a avaliação ambiental dos reservatórios do Médio e Baixo Tietê (SP)*. 2001. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

FUJIHARA, A. K. *Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento*. 2002. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agronomia Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. *Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2003. 56 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cid@des. *Censo Demográfico de 2000: resultados de universo*. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jun. 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo, 1981. 2 mapas. Escala 1:1.000.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT.
Análise da operação no canal de Pereira Barreto: obras de auxílio à navegação. São Paulo: DINAV, 1989. 81 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT.
Relatório de Situação da Bacia do São José dos Dourados. São Paulo: IPT, 1999. 3 v. (Relatório Técnico, n. 40.675).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT.
Elaboração de mapa de feições erosivas urbanas e rurais da bacia do rio São José dos Dourados. São Paulo: CPTI/IPT/FEHIDRO/CBH-SJD, 2008. 84 p. (Relatório Técnico, n. 295/07).

JØRGENSEN, S. E.; VOLLENWEIDER, R. A. Problems of lakes and reservoirs. In: _____.
Guidelines of lake management. Shiga, Japan: [s.n.], 1989. p. 37-42.

KENNEDY, R. H. Reservoir design and operation: limnological implications and management opportunities. In: TUNDISI, J. G.; STRAŠKRABA, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: IEE/Backhuys Publishers, 1999. p. 1-28.

KIMMEL, B. L.; LIND, O. T.; PAULSON, L. J. Reservoir primary production. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E. *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York: A Wiley-Interscience, 1990. p. 133-93.

KIRA, T.; SAZANAMI, H. Utilização dos recursos hídricos e problemas de gerenciamento de lagos. In: HASHIMOTO, M. (Ed.). *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*. Japan: ILEC/UNEP/PNUMA, 1995. v. 3. Aspectos sócio-econômicos do gerenciamento de lagos/reservatórios.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

KRATZER, C. R.; BREZONIK, P. L. A Carlson type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. *Water Resour. Bul.*, Baton Rouge, v. 17, n. 14, p. 713-714, 1981.

KURATANI, H; MARCONDES, D. A. S; MUSTAFÀ, A. L.; TANAKA, R. H. Impactos e estudos para manejo integrado de *Egeria spp.* no reservatório da usina hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (Jupia). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 16., 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: SNPTEE, 2001.

LACERDA, S. M. Evolução recente do transporte hidroviário de cargas. In: *Transporte Hidroviário*, Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n. 20, p. 253-280, 2004.

LAMPARELLI, M. C. *Grau de trofia em corpos d'água no estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. 2004. 235 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

LEITE, M. A. *Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório de Salto Grande (Americana - SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema*. 1998. 178 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

LEITE, M. A. Monitoramento da qualidade de água e avaliação dos recursos hídricos no aproveitamento múltiplo do reservatório de Ilha Solteira: relatório anual FAPESP - 2004. In: *Projeto Jovem Pesquisador FAPESP*, Ilha Solteira, 2004. (Processo 03/07355-7)

LEITE, M. A. Monitoramento da qualidade de água e avaliação dos recursos hídricos no aproveitamento múltiplo do reservatório de Ilha Solteira. Relatório Anual FAPESP - 2005. In: *Projeto Jovem Pesquisador FAPESP*, Ilha Solteira, 2005. (Processo 03/07355-7)

LIMA, D. *Análise da composição, abundância e distribuição da comunidade fitoplanctônica nos reservatórios do sistema em cascata do Médio e Baixo rio Tietê/SP*. 2004. 275 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. *Manual técnico de manejo e conservação de solo e água*. Campinas: CATI, 1994. 15 p. (Manual Técnico, n. 38). v. 1. Embasamento técnico do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas.

MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 1983. 1010 p.

MARKER, F. H.; NUSCH, E. A.; RAI, H.; RIEMAN, M. The measurement of photosynthetic pigments in freshwater and standartization of methods: conclusion and recomendations. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, Stuttgart, v. 14, p. 91-106, 1980.

MARQUES, J. F. *Efeitos da erosão do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental*. 2005. 271 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. (Ed.). *Water quality assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

MILANI, R. *Diagnóstico da influência da bacia hidrográfica na qualidade da água do ribeirão Bagaçu (Araçatuba, SP)*. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

MINILLO, A. *Análise da distribuição, densidade e toxicidade de florações de cianobactérias e suas toxinas nos reservatórios do médio e baixo rio tietê (sp) e relação com as características limnológicas do sistema*. 2005. 400 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

MOED, J. R.; HALLEGRAEF, G. M. Some problems in the estimation of Chlorophyll-a and phaeopigments from pre and postacidification spectrophotometric measurements. *Int. Rev. gesamten Hydrobiol.*, Berlin, v. 63, n. 6, p. 787-800, 1978.

MOTA, S. *Planejamento urbano e preservação ambiental*. Florianópolis: UFSC, 1981.

NUSCH, E. A.; PALME, G. Biologische methoden für die Praxis der gewässeruntersuchung. *Wasser und Abwasser*, Leipzig, n. 116, p. 562-565, 1975.

NUSCH, E. A. Comparasion of diferent methods for Clorophyll-a and phaeopigments determination. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgard, v. 14, p. 14-36, 1980.

ORGANIZAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO E COOPERAÇÃO ECONÔMICA - OECD. *Eutrophication of waters: monitoring assesment and control*. Paris: OECD, 1982. 154 p. 1982.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. *Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos: revisão 2 de 2007*. Rio de Janeiro, 2007. 138 p. (Relatório 3/144/2007).

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 23 jan. 2009.

OVERBECK, J. Avaliação qualitativa e quantitativa do problema. In: JØRGENSEN, S. E.; VOLLENWEIDER, R. A. (Eds.). *Princípios para o gerenciamento de lagos*. São Carlos: ILEC-UNEP, 2000. v. 1. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. p. 33-42.

PÁDUA, H. B. Conhecimento e utilização das variáveis físicas, químicas e biológicas na aquicultura dulcícola brasileira: biodiversidade na aquicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., 1993, Feira de Santana. *Anais...* João Pessoa: [s.n.], 1993. v. 1.

PELÁEZ-RODRIGUEZ. Análise da qualidade água e aplicação do índice de proteção da vida aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Jacará-Guaçu. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; BOTTA-PASCHOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; BOHRER, M. B. C.; OLIVERIA-NETO, A. L. de (Eds.). *Ecotoxicologia: perspectiva para o século XXI*. São Carlos: RIMA, 2000. p. 95-114.

PEREIRA, A. O. *Caracterização de uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira*. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

PEREIRA, R. H. G. *Análise da distribuição, densidade e diversidade de Copepodia calanoida e cyclopoida nos reservatórios e tributários do Médio e Baixo rio Tietê e sua relação com as características limnológicas do sistema*. 2003. 287 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PERERA, R. P.; JOHNSON, S. K.; DONALD, H. L. Epizootiological aspects of *Streptococcus iniae*, affecting tilapia in Texas. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 152, p. 25-33, 1997.

PINTO-COELHO, R. M.; AZEVEDO, L. M. A.; RIZZI, P. E. V.; BEZERRA NETO, J. F.; ROLLA, M. A. Origens e efeitos do aporte externo de nutrientes em um reservatório tropical de grande porte: reservatório de São Simão (MG/GO). In: HENRY, R.; NOGUERIA, M. G.; JORCIN, A. (Eds.). *Ecologia de Reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São Carlos: RiMa, 2005. p. 127-164.

PORTO, R. L. L. (Org.). *Hidrologia Ambiental*. São Carlos: EDUSP: ABRH, 1991. 414 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 3).

PRADO, R. B. Manejo integrado de reservatórios destinados a uso múltiplo como perspectiva de recuperação da qualidade da água. In: *Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado*. São Carlos: EDUSP, 2002. p. 193-208. (Série Ciências da Engenharia Ambiental).

QUEIROZ, O. T. M. M. *Impactos das atividades turísticas em área de reservatório: uma avaliação sócio-ambiental do uso e ocupação na área da Represa do Lobo, município de Itirapina, SP*. 2000. 232 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

ROCHA, O.; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; SILVA, J. S. V.; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. M. *A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar*. São Carlos: RiMa, 2000. 188 p.

SABBAG, O. J; ROZALES, R. R; TARSITANA, M. A. A; SILVEIRA, A. N. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. *Custos e @gronegocio on-line*, Recife, v. 3, n. 2, p. 86-100, 2007.

SALAS, H. J.; MARTINO, P. *Metodologias simplificadas para la evaluación de eutroficación em lagos cálidos tropicales*. Lima: CEPIS, 1991. 65 p.

SANT'ANNA C. L.; AZEVEDO, M. T. de. Contribution to the of potentially toxic cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia*, Stuttgart, v. 71, p. 359-385, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária. In: _____. *Projeto Lupa: manual de instruções de campo*. Campinas: Departamento de Comunicação e Treinamento, 1995. p. 11-30.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Projeto Lupa. *Levantamento censitário de unidades de produção agropecuária - 2007*. São Paulo: CATI, 2006. Disponível em: <www.cati.sp.gov.br/Cati/_servicos/lupa/lupa.shtml>. Acesso em: 22 dez. 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Projeto Lupa. *Levantamento censitário de unidades de produção agropecuária - 2008*. São Paulo: CATI, 2007. Disponível em: <www.cati.sp.gov.br/Cati/_servicos/lupa/lupa.shtml>. Acesso em: 18 dez. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. *Gestão das águas: 6 anos de percurso*. São Paulo: SMA/CETESB/DAEE, 1997. 128 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE. *Dinâmica sócio-econômica das unidades de gerenciamento de recursos hídricos do estado de São Paulo*: UGRHI São José dos Dourados. São Paulo: SMA/SEADE, 1999. 39 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Estado do Meio Ambiente. *Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo*. São Paulo: SMA, 2006. 498 p.

SERVILHA, E. R. *As áreas de preservação permanente dos cursos d'água urbanos para a ordem pública*: município de Campinas, SP. 2003. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, Campinas, 2003.

SETZER, J. *Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo*. São Paulo: CESP: Comissão Interestadual do Bacia Paraná, 1966.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. E. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: Funep, 1994.

STARLING, F. L. R. M.; BEVERIDGE, M.; LAZZARO, X.; BAIRD, D. Silver carp biomass effects on the plankton community and its use for improving water quality in Paranoá Reservoir (Brazil). *Int. Rev. Hydrobiology*, Berlin, n. 83, p. 499-507, 1998.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Reservoir water quality and how is it determined. In: _____. *Reservoir Water Quality Management*. Oxford: Blackwell Scientific, 1997. p. 95-101. (ILEC Lake Management Handbook, v. 20).

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 291 p.

TOLEDO JUNIOR., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 1983, Balneário Camburiú. *Anais...* Balneário Camboriú: ABES, 1983. p. 1-34.

TOMAZELLI, A. C. *Estudo comparativo das concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio em seis bacias hidrográficas do Estado de São Paulo*. 2003. 124 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

TUNDISI, J. G. *Produção primária, standing-stock, fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos)*. 1977. 409 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1977.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. 800 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMARA-TUNDISI, T.; CALIJURI, M. C. Limnology and management of reservoirs in Brazil. In: STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. (Eds.). *Comparative Reservoir limnology and water quality management*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 25-55.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - DEFERS. *Dados meteorológicos do município de Ilha Solteira*. Ilha Solteira, 2008. Disponível em: <www.agr.feis.unesp.br/clima.php>. Acesso em: 06 dez. 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS. *Projeto Parque Aquícola do reservatório de Ilha Solteira*. Ilha Solteira, 2006. Disponível em: <<http://pqaq01.mat.feis.unesp.br/parqueaquicola>>. Acesso em: 02 jan. 2009.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio Dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. *Eclética Química*, São Paulo, v. 22, p. 49-66, 1997.

VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTU, J. R. *Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia/CNPq, 2000. 399 p.

VANNOTE, R. L. MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDEEL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.*, Ottawa, n. 37, p.130-137, 1980.

VASÍLIO, V. A. A. *Balneabilidade, índice de qualidade da água e bioensaios de toxicidade nas praias do reservatório de Ilha Solteira/SP*. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. v. 1. 243 p.

WEILL, M. A. M. *Estimativa da erosão do solo e avaliação do seu impacto na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP) através do índice de tempo de vida*. 1999. 100 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agronomia “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

XIE, P.; LIU, J. Practical success of biomanipulation using filter-feeding fish to control cyanobacteria blooms: a synthesis of decades of research and application in a subtropical hypereutrophic lake. *The Scientific World*, Wuhan, China, n. 1, p. 337-356, 2001.

APÊNDICE

Tabela 25: Valores dos parâmetros do IQA aferidos durante o período de amostragem.

Coleta	Ponto	OD	CF	pH	DBO	FT	Temp.	NT	Turbidez	RT
		(mg/L)	(UCF/100mL)		(mg/L)	(mg/L)		(mg/L)		
Novembro/2006	1S	6,00	0	7,28	0,39	0,025	27,06	0,5	35,6	130
	1F	5,80	0	7,20	0,39	0,018	27,04	0,3	36,1	130
	2S	6,98	0	7,52	0,18	0,007	26,58	0,1	26,8	120
	2F	6,64	0	7,51	0,20	0,007	26,62	0,2	27,1	125
	3S	7,70	0	7,37	0,20	0,007	26,92	0,1	26,7	124
	3M	6,58	0	7,42	0,21	0,011	26,92	0,1	31,4	114
	3F	6,39	0	7,38	0,22	0,006	26,91	0,1	36,4	114
	4S	7,40	0	7,17	0,20	0,007	27,36	0,1	25,5	64
	4M	6,43	0	6,92	0,20	0,002	27,17	0,1	30,9	87
4F	5,13	0	6,82	0,21	0,011	25,78	0,2	37,5	80	
Fevereiro/2007	1S	6,49	60	6,69	0,57	0,034	30,00	1,0	150,0	134
	1F	5,31	80	6,62	0,59	0,039	30,00	0,8	206,0	213
	2S	5,31	0	7,03	0,59	0,027	32,00	0,6	93,8	147
	2F	5,11	0	6,83	0,39	0,019	30,00	0,4	122,0	138
	3S	5,70	0	6,87	0,39	0,017	31,00	0,6	59,7	100
	3M	4,52	0	6,66	0,19	0,024	30,00	0,6	70,1	102
	3F	4,13	0	6,62	0,20	0,030	29,50	0,6	95,0	144
	4S	6,29	0	7,16	0,38	0,018	32,00	0,8	54,4	91
	4M	5,31	0	6,65	0,39	0,029	29,00	0,8	67,0	79
4F	4,33	0	6,59	0,20	0,026	29,00	0,6	72,0	109	
Maio/2007	1S	5,45	100	7,17	0,39	0,013	26,00	0,9	115,0	54
	1F	6,23	20	7,22	0,97	0,019	25,00	0,3	135,0	87
	2S	5,45	40	7,43	0,19	0,006	27,00	0,2	54,1	55
	2F	5,64	20	7,47	0,19	0,006	26,00	0,7	58,2	63
	3S	6,01	0	7,70	0,39	0,007	28,00	0,1	27,1	51
	3M	6,03	0	7,66	0,58	0,008	27,00	0,1	55,2	59
	3F	6,23	0	7,46	1,17	0,150	26,00	0,2	82,7	78
	4S	6,42	0	7,64	0,19	0,007	28,00	0,5	19,5	45
	4M	7,01	0	7,52	1,17	0,008	27,00	0,1	53,9	58
4F	7,20	0	7,43	1,36	0,009	26,00	0,5	103,0	73	
Setembro/2007	1S	6,85	0	8,52	1,21	0,011	23,00	0,3	92,5	80
	1F	8,18	0	8,87	1,56	0,015	22,00	0,4	116,2	81
	2S	7,59	0	8,75	0,78	0,009	22,00	0,5	38,7	69
	2F	7,69	0	8,69	1,08	0,009	21,00	0,3	34,7	70
	3S	7,88	0	8,82	0,49	0,009	24,00	0,9	42,2	59
	3M	7,91	0	8,53	0,90	0,010	23,00	0,9	51,8	60
	3F	7,86	0	8,36	0,80	0,012	22,00	1,1	78,8	64
	4S	8,50	0	8,61	1,10	0,011	23,00	1,1	40,2	50
	4M	8,12	0	8,90	0,92	0,012	23,00	0,5	54,4	57
4F	8,12	0	8,92	1,11	0,009	22,00	1,5	57,2	60	

Tabela 26: Valores calculados dos sub-índices (q_i) para os parâmetros do IQA.

Coleta	Ponto	OD	CF	pH	DBO	FT	Temp.	NT	Turbidez	RT
		(% sat)	(CF/100ml)		(mg/l)	(mg/l)	($\Delta T - ^\circ C$)	(mg/l)	(NTU)	(mg/l)
Novembro/2006	1S	80,20	100,00	92,50	96,84	96,76	91,08	95,99	47,60	82,94
	1F	77,76	100,00	92,37	96,84	97,38	91,30	97,58	47,22	82,94
	2S	90,83	100,00	92,16	98,52	98,37	91,58	99,19	54,90	84,00
	2F	88,31	100,00	92,20	98,36	98,37	91,74	98,38	54,63	83,50
	3S	92,32	100,00	92,51	98,36	98,37	91,23	99,19	54,99	83,60
	3M	87,67	100,00	92,44	98,28	98,01	91,86	99,19	50,96	84,53
	3F	85,34	100,00	92,50	98,20	98,46	87,83	99,19	46,99	84,53
	4S	95,13	100,00	92,29	98,36	98,37	91,23	99,19	56,07	85,92
	4M	86,18	100,00	90,14	98,36	98,82	91,86	99,19	51,37	85,96
4F	59,69	100,00	88,14	98,28	98,01	87,83	98,38	46,16	86,07	
Fevereiro/2007	1S	92,77	45,26	85,17	95,40	95,96	81,10	92,14	5,00	82,46
	1F	79,40	42,27	83,39	95,24	95,52	92,50	93,66	5,00	72,03
	2S	81,83	100,00	91,68	95,24	96,58	88,60	95,21	18,54	80,64
	2F	75,89	100,00	88,36	96,84	97,29	91,00	96,78	5,00	81,94
	3S	86,09	100,00	89,17	96,84	97,47	88,60	95,21	32,21	85,47
	3M	63,70	100,00	84,42	98,44	96,85	88,60	95,21	27,22	85,36
	3F	53,95	100,00	83,39	98,36	96,32	91,00	95,21	18,18	81,09
	4S	92,58	100,00	92,26	96,92	97,38	88,60	93,66	35,10	85,85
	4M	78,11	100,00	84,17	96,84	96,40	88,60	93,66	28,62	86,07
4F	57,89	100,00	82,59	98,36	96,67	91,00	95,21	26,39	84,92	
Maio/2007	1S	76,37	40,03	92,29	96,84	97,83	88,60	92,90	5,00	85,54
	1F	86,09	57,71	92,42	92,21	97,29	88,60	97,58	5,00	85,96
	2S	77,90	49,66	92,42	98,44	98,46	88,60	98,38	35,27	85,59
	2F	79,50	57,71	92,32	98,44	98,46	92,50	94,43	33,00	85,89
	3S	86,70	100,00	91,17	96,84	98,37	92,50	99,19	54,63	85,39
	3M	86,00	100,00	91,44	95,32	98,28	92,50	99,19	34,65	85,76
	3F	87,03	100,00	92,35	90,61	86,29	92,50	98,38	22,19	86,08
	4S	90,30	100,00	91,57	98,44	98,37	92,50	95,99	62,46	85,02
	4M	94,96	100,00	92,16	90,61	98,28	92,50	99,19	35,39	85,72
4F	95,63	100,00	92,42	89,09	98,19	92,50	95,99	5,00	86,07	
Setembro/2007	1S	89,48	100,00	78,20	90,29	98,01	88,60	97,58	18,93	86,07
	1F	99,79	100,00	52,27	87,49	97,65	88,60	96,78	5,00	86,06
	2S	94,81	100,00	60,02	93,73	98,19	81,10	95,99	45,27	86,02
	2F	94,53	100,00	64,31	91,33	98,19	88,60	97,58	48,30	86,04
	3S	99,51	100,00	55,37	96,04	98,19	88,60	92,90	42,77	85,76
	3M	98,71	100,00	77,30	92,77	98,10	92,50	92,90	36,61	85,79
	3F	97,10	100,00	82,24	93,57	97,92	92,50	91,38	23,64	85,92
	4S	97,01	100,00	70,51	91,17	98,01	88,60	91,38	44,18	85,33
	4M	99,17	100,00	50,50	92,61	97,92	92,50	95,99	35,10	85,68
4F	99,29	100,00	49,35	91,09	98,19	92,50	88,43	33,54	85,79	

Tabela 27: Valores dos demais parâmetros aferidos durante o período de amostragem.

Coleta	Ponto	Ortofosfato	Nitrito	Nitrato	Amônia	Clorofila	Transparência	Condutividade
		($\mu\text{g/L}$)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	($\mu\text{g/L}$)	(m)	($\mu\text{S/cm}$)
Novembro/2006	1S	24,00	0,012	0,10	0,28	1,12	1,00	140
	1F	7,83	0,009	0,09	0,19	0,56	-	141
	2S	2,65	0,006	0,03	0,05	2,79	2,60	158
	2F	8,32	0,007	0,03	0,07	1,40	-	161
	3S	4,67	0,006	0,03	0,05	2,23	3,20	149
	3M	8,91	0,008	0,05	0,06	2,51	-	150
	3F	4,61	0,007	0,04	0,09	1,95	-	152
	4S	6,42	0,002	0,06	0,02	0,84	5,10	80
	4M	2,81	0,004	0,09	0,02	0,56	-	66
4F	6,10	0,012	0,07	0,02	0,84	-	50	
Fevereiro/2007	1S	14,95	0,003	0,11	0,14	1,95	0,70	151
	1F	15,88	0,005	0,08	0,13	0,84	-	151
	2S	10,27	0,007	0,09	0,11	2,51	0,90	165
	2F	10,04	0,006	0,07	0,08	1,12	-	152
	3S	10,23	0,007	0,06	0,08	1,67	1,20	108
	3M	11,74	0,007	0,06	0,11	1,12	-	110
	3F	14,13	0,007	0,06	0,12	0,84	-	121
	4S	7,13	0,007	0,06	0,10	2,51	1,30	68
	4M	14,12	0,005	0,04	0,08	0,84	-	65
4F	14,87	0,004	0,10	0,08	0,28	-	60	
Maio/2007	1S	6,18	0,011	0,06	0,07	2,51	2,30	162
	1F	12,15	0,012	0,03	0,12	1,67	-	161
	2S	4,87	0,009	0,08	0,04	0,84	4,00	171
	2F	3,15	0,013	0,06	0,05	0,84	-	142
	3S	4,12	0,009	0,07	0,02	1,67	3,40	72
	3M	6,03	0,008	0,05	0,05	0,56	-	70
	3F	10,58	0,012	0,04	0,06	0,28	-	89
	4S	6,36	0,009	0,04	0,04	1,12	3,60	56
	4M	7,67	0,007	0,04	0,04	1,12	-	63
4F	9,01	0,010	0,03	0,06	0,84	-	69	
Setembro/2007	1S	6,79	0,004	0,18	0,06	1,40	1,80	158
	1F	6,27	0,003	0,20	0,08	1,40	-	155
	2S	5,79	0,005	0,06	0,02	1,40	5,40	192
	2F	4,07	0,004	0,05	0,02	1,12	-	197
	3S	6,57	0,006	0,05	0,01	1,67	5,30	197
	3M	7,43	0,004	0,04	0,02	1,12	-	196
	3F	7,90	0,005	0,05	0,06	0,84	-	198
	4S	5,61	0,007	0,05	0,04	0,56	6,80	171
	4M	8,67	0,004	0,04	0,04	0,28	-	179
4F	6,82	0,005	0,04	0,04	0,28	-	187	

ANEXO

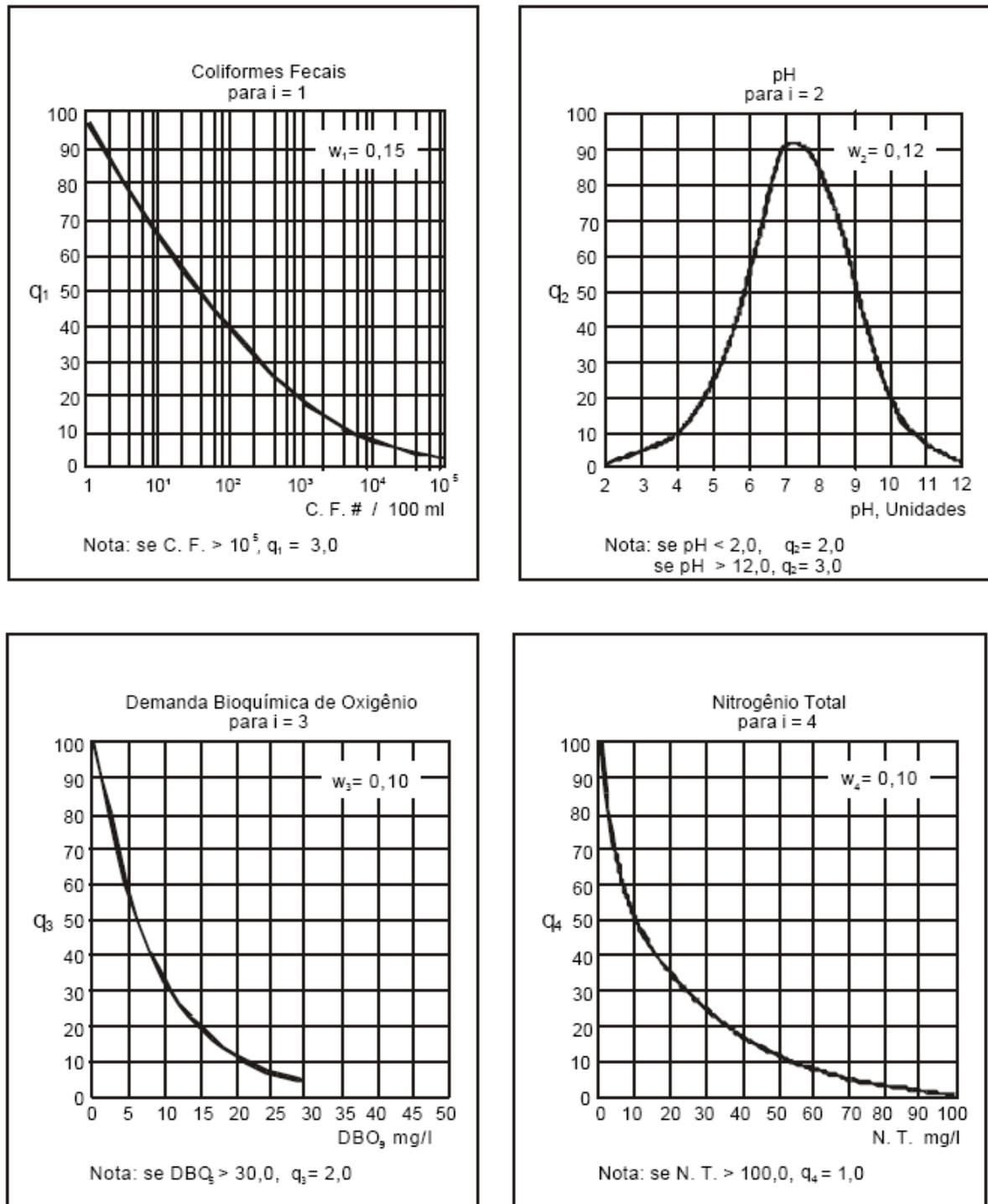


Figura 41: Curvas do IQA para coliformes fecais, pH, DBO e nitrogênio total.

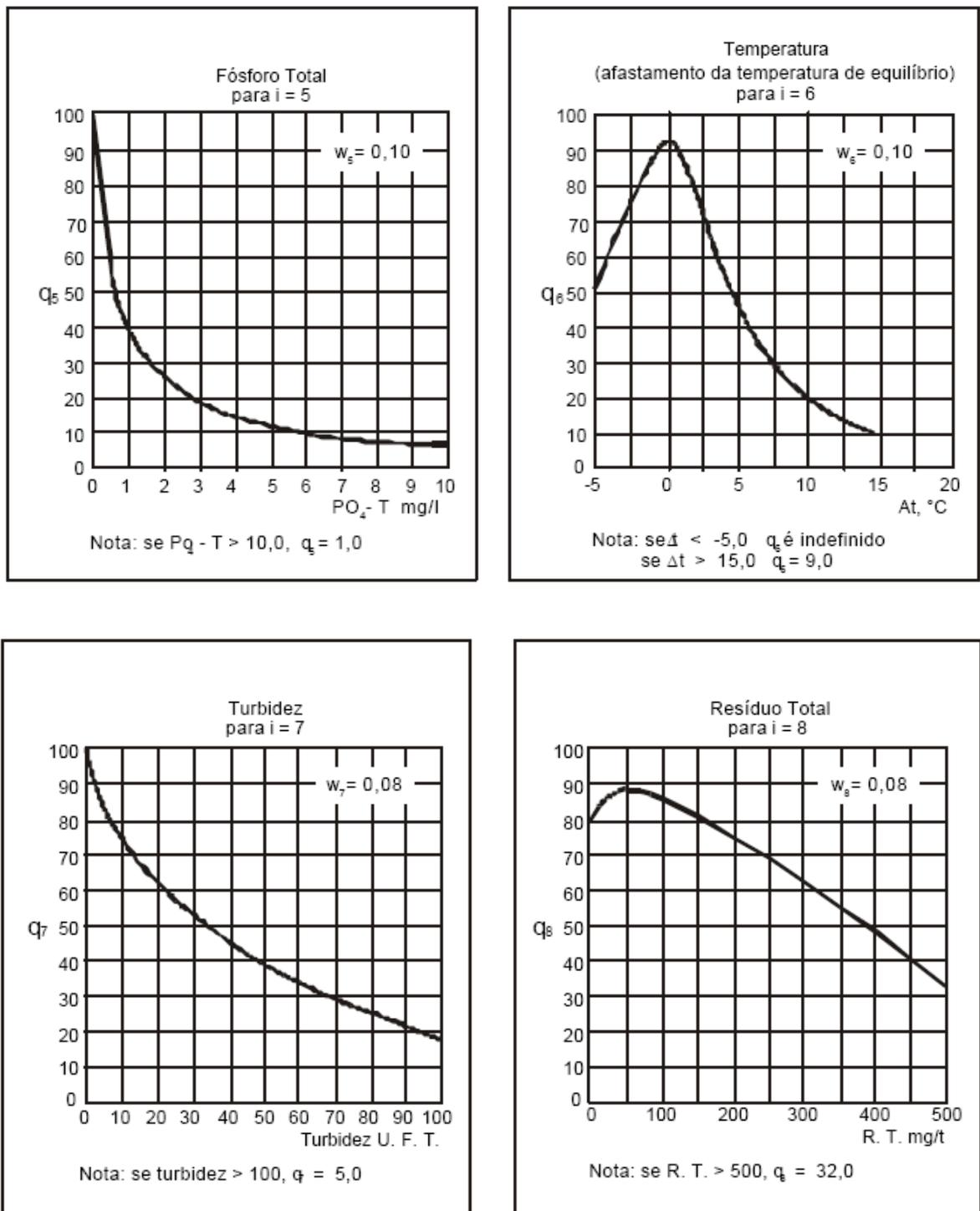


Figura 42: Curvas do IQA para fósforo total, temperatura, turbidez e resíduo total.

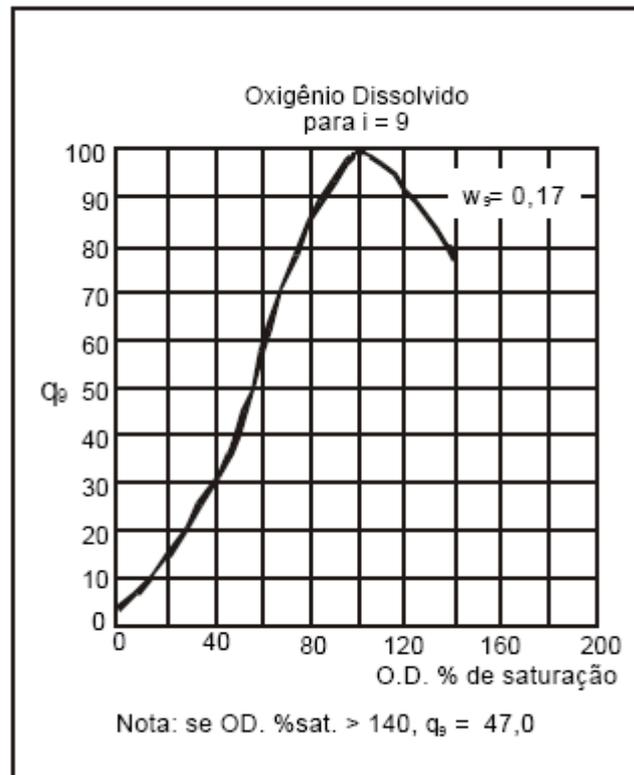


Figura 43: Curva do IQA para oxigênio dissolvido.