



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

“Determinação do Grau de Trofia no Baixo São José dos
Dourados por meio da comparação entre dois diferentes
Índices de Estado Trófico”

Amanda Alves Domingos Maia

Orientador: Profº Drº Sérgio Luis de Carvalho

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
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

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

- M217d Maia, Amanda Alves Domingos.
 Determinação do grau de trofia no Baixo São José dos Dourados por meio da
comparação entre dois diferentes índices de estado trófico / Amanda Alves
Domingos Maia. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011.
 63 f. : il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e
Tecnologias Ambientais, 2011
- Orientador: Sérgio Luiz de Carvalho
 Inclui bibliografia
1. Índice de estado trófico (IET). 2. Baixo São José dos Dourados. 3. Água -
Qualidade. 4. Eutrofização.



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Determinação do Grau de Trofia no Baixo São José dos Dourados por meio da comparação entre dois diferentes Índices de Estado Trófico

AUTORA: AMANDA ALVES DOMINGOS MAIA

ORIENTADOR: Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL , Área: RECURSOS HIDRICOS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. LILIANE LAZZARI ALBERTIN

Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ALESSANDRO MINILLO

Faculdade de Engenharia - Universidade Federal da Grande Dourados - Dourados/MS

Data da realização: 11 de março de 2011.

*A Deus, pelo dom da vida, pela força, sabedoria e
superação de todos os obstáculos durante a realização
desta etapa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo, mas principalmente, pela paciência, sabedoria e capacidade de aprimorar todo o conhecimento por Ele dado.

Aos meus familiares, principalmente meus pais Neuza Alves Domingos e Armando de Vasconcelos Maia, pelo apoio, confiança, amizade.

Aos amigos antigos e aos que fiz em Ilha Solteira, pela paciência, dedicação e apoio incondicional.

Ao Professor Doutor Sérgio Luís de Carvalho, pela orientação.

Ao Professor Doutor Maurício Augusto Leite, por ceder os instrumentos necessários para as coletas durante toda a pesquisa.

Aos docentes do Departamento de Engenharia Civil, pela oportunidade, por transmitir conhecimento, e por ceder as dependências do Departamento e do Laboratório de Saneamento utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, pelo convívio, troca de experiências, momentos de descontração e colaboração.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal e Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

“Se tivesse acreditado na minha brincadeira de dizer verdades teria ouvido verdades que teimo em dizer brincando, falei muitas vezes como um palhaço, mas jamais duvidei da sinceridade da platéia que sorria.”

Charles Chaplin

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo realizado no Baixo São José dos Dourados (BSJD), localizado no Noroeste Paulista e está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 18. O trabalho foi realizado no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011, com o intuito de determinar o grau de trofia da água por meio do cálculo do índice de estado trófico (IET). Foram previamente estabelecidos 4 pontos de coletas que contemplavam as entradas diretas e difusas no trecho represado do curso d'água em questão (pontos 1 e 2), intermediário (3) e próximo de sua confluência com o rio Paraná (ponto 4). As amostras coletadas foram superficiais, de meio e de aproximadamente 1m acima do leito, e as coletas foram realizadas nos meses de fevereiro, março e novembro de 2010 e janeiro de 2011, totalizando 4 coletas. Depois de levadas as amostras ao laboratório foram determinados três parâmetros distintos, a clorofila-a, a concentração do fósforo total e a concentração do ortofosfato, a transparência da água foi determinada no local da coleta. Após determinados os parâmetros necessários estabeleceu-se os índices, utilizando o método de Carlson (1977) modificado por Toledo Jr et al. (1983) e também o método de Lamparelli (2004). Os resultados obtidos demonstram que os pontos amostrados encontravam-se predominantemente em estado de eutrofia e ultraoligotrofia para cada método respectivamente. Esta condição infere sobre os riscos da degradação do ambiente, sob seus usos múltiplos, bem como a sua saúde ambiental. O trabalho também permitiu observar que, em termos de aplicação, o melhor índice adotado foi o de Toledo Jr et al. (1983), que foi capaz de detectar baixos valores de concentrações dos parâmetros analisados. Dessa forma, a utilização do IET foi uma maneira prática de se avaliar a qualidade de corpos d'água, facilitando a interpretação e divulgação dos resultados obtidos e, quando aplicado a corpos aquáticos de uma mesma região, permite a rápida avaliação comparativa do estado trófico dos mesmos.

Palavras-chave: IET. Baixo São José dos Dourados. Eutrofização.

ABSTRACT

This paper describes the research in the Lower São José dos Dourados (BSJD), located in the northwest region and is inserted in the Unit of Water Resources Management (UGRHI) 18. The study was conducted from February 2010 to January 2011 with the aim of determining the trophic state of water by calculating the trophic state index (TSI). Were previously established four collection points that contemplated the direct inputs and fuzzy in the dammed stretch of the watercourse in question (points 1 and 2), intermediate (3) and near its confluence with the Paraná River (point 4). The samples were superficial, middle, and approximately of 1m above the riverbed, and samples were collected during February, March and November 2010 and January 2011, a total of four samples. Once taken the samples to the laboratory were determined three distinct parameters, chlorophyll-a, the concentration of total phosphorus and orthophosphate concentrations, water transparency was determined at the collection site. After some necessary parameters are established indices, using the method of Carlson (1977) modified by Toledo Jr et al. (1983) and also the method of Lamparelli (2004). The results show that the sampling sites were predominantly in a state of eutrophication and ultraoligotrofia for each method respectively. This condition infers about the risks of environmental degradation, under its multiple uses, as well as its environmental health. The work also noted that, in terms of application, the best index was the one of Toledo Jr et al. (1983), who was able to detect low concentrations values of parameters. Thus, the use of EIT was a practical way to assess the quality of water bodies, facilitating the interpretation and dissemination of results and, when applied to water bodies in the same region, allows rapid comparative assessment of trophic status them.

Keywords: TSI. Baixo São José dos Dourados. Eutrophication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização da UGRHI 18 no Estado de São Paulo. Fonte: IPT, 2008. Adaptado.....	19
Figura 2: Evolução do processo de eutrofização em um lago ou represa. Associação entre o uso e ocupação do solo e a eutrofização. Fonte: Von Sperling, (1996).....	23
Figura 3: Bacia do BSJD e sub-bacias da UGRHI 18. Fonte: IPT, 2008. Modificado.	29
Figura 4: Pontos de Coleta no Baixo São José dos Dourados. Fonte: Rodrigues, 2007. Adaptado.....	31
Figura 5: Valores de Temperatura Média e Pluviosidade no período de estudo.....	36
Figura 6: Valores médios de Fósforo total.....	38
Figura 7: Valores de fósforo total obtidos durante o período de estudo	40
Figura 8: Valores Médios Globais de Ortofosfato.....	43
Figura 9: Valores de ortofosfato obtidos durante o período de estudo	44
Figura10: Valores de pluviosidade e do IET de Toledo Junior et al. (1983) de transparência para o período de estudo.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critério de Classificação adotado pelo Índice de Estado Trófico, a partir do valor obtido pela equação do IET para reservatórios tropicais, segundo o Índice de Carlson (1977) modificado por Toledo Junior. et al. (1983).....	26
Quadro 2: Critério de Classificação adotado pelo Índice de Estado Trófico, a partir do valor obtido pela equação do IET segundo o Índice de Lamparelli (2004).....	26
Quadro 3: Descrição dos pontos de coleta no Baixo São José dos Dourados	31
Quadro 4: Parâmetros analisados e métodos utilizados	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Valores de temperatura média e pluviosidade para o período de estudo	36
Tabela 2:	Valores de Temperatura Média e Pluviosidade para os dias de Coleta	36
Tabela 3:	Valores de fósforo obtidos nos meses de coletas	37
Tabela 4:	Valores Médios de Fósforo ($\mu\text{g.L}^{-1}$) para cada ponto e profundidade ...	38
Tabela 5:	Valores de Desvio Padrão – Fósforo.....	39
Tabela 6:	Classificação do Fósforo por meio do Índice de Toledo Jr et al (1983)...	40
Tabela 7:	Classificação do Fósforo por meio do Índice de Lamparelli (2004).....	41
Tabela 8:	Valores de Ortofosfato obtidos nos meses de coletas	43
Tabela 9:	Valores Médios de Ortofosfato para cada ponto e profundidade	44
Tabela 10:	Classificação do Ortofosfato por meio do Índice de Toledo Jr et al (1983).....	45
Tabela 11:	Valores de Clorofila-a obtidos nos meses de coletas.....	47
Tabela 12:	Valores médios de Clorofila-a por pontos e profundidade.....	48
Tabela 13:	Valores de Transparência obtidos nos meses de coletas	49
Tabela 14:	Classificação do IET da transparência de acordo com Toledo Jr et al (1983).....	50
Tabela 15:	Valores de IET médio de Toledo Jr et al. (1983) obtidos no período de estudo	52
Tabela 16:	Classificação do IET de Toledo Jr et al. (1983) para o período de estudo	53
Tabela 17:	Valores de IET médio de Lamparelli (2004) obtidos no período de estudo	54
Tabela 18:	Classificação do IET de Lamparelli (2004) para o período de estudo	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVO GERAL	14
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1	Reservatórios	16
4.2	Qualidade da Água	17
4.3	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)	18
4.4	UGRHI 18	18
4.5	Canal de Pereira Barreto	20
4.6	Características Sócio-econômicas.....	20
4.7	Uso e Ocupação do Solo.....	21
4.8	Eutrofização	22
4.9	Aparecimento de Macrófitas em Reservatórios	24
4.10	Índice de Estado Trófico (IET)	25
4.11	Fósforo	27
4.12	Clorofila-a (Chla)	27
4.13	Transparência da Água	28
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.1	Área de Estudo.....	29
5.2	Características Climáticas	30
5.3	Amostragem da Água.....	30
5.4	Métodos de Análise	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
6.1	Características Climáticas	35
6.2	Fósforo	37
6.3	Ortofosfato	42
6.4	Clorofila-a	46
6.5	Transparência da Água	49
6.6	Classificação IET	51
7	CONCLUSÃO.....	57
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A água é o constituinte mais característico da Terra, é um componente essencial para todo tipo de vida existente no planeta, um recurso natural, finito, de valor inestimável e grande responsável pelo equilíbrio do ambiente.

O acelerado crescimento populacional desencadeou uma enorme procura por esse recurso, causando um grande aumento do consumo e até mesmo a sua escassez em algumas regiões.

A utilização da água nas diversas atividades humanas que variam entre despejo de esgotos e área de recreação, tem consequências muito variadas sobre os corpos hídricos, causando ao meio ambiente algum tipo de interferência, desde as mais simples até as mais complexas já que cada atividade tem seus próprios requisitos de qualidade para consumo (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL- CETESB, 2007).

O carregamento de parte dos fertilizantes utilizados em culturas agrícolas, além da grande carga de esgotos residenciais e industriais, tem levado cursos e reservatórios de água, naturais ou artificiais, a uma condição de desequilíbrio, caracterizado pela grande disponibilidade de nutrientes, acelerando o crescimento da vegetação aquática indesejável, eutrofizando os corpos d'água.

No Brasil, diversos corpos d'água apresentam-se com médio ou elevado grau de trofia, principalmente aqueles próximos às áreas urbanas intensamente povoadas, ou em bacias hidrográficas com uso e ocupação desordenados, comprometendo a qualidade de água para diversos usos, inclusive o da geração de energia elétrica (PLANEJAMENTO, 2001).

A eutrofização dos corpos d'água é considerada o principal e o mais grave problema ambiental existente na atualidade, encontrado em vários países, afetando diretamente a biota aquática e a saúde de milhares de pessoas. Esta pode ter uma origem natural ou artificial, porém vem sendo agravada pelo uso indevido e indiscriminado dos corpos d'água, sendo esse uso causado em detrimento do incorreto, acelerado e descontrolado uso e ocupação das regiões próximas a esses corpos.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu a determinação do grau de trofia no BSJD por meio do uso de índices de estado trófico de Toledo Júnior et al. (1983)

que é utilizado principalmente em reservatórios de ambientes tropicais e também pelo método de Lamparelli (2004) que atualmente é utilizado pela CETESB. A determinação do IET permitiu classificar o BSJD em diferentes graus de trofia, ou seja, possibilitou a avaliação da qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

2 OBJETIVO GERAL

Classificar o Baixo São José dos Dourados de acordo com o grau de trofia determinado por meio dos Índices de Estado Trófico de Toledo Júnior et al. (1983) e Lamparelli (2004).

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Determinar o IET de Toledo Júnior et al. (1983) e Lamparelli (2004);
- II. Comparar as classificações determinadas pelos Índices utilizados e;
- III. Observar se as alterações presentes no corpo d'água estudado estão de acordo com as classificações estabelecidas pelos Índices.

3 JUSTIFICATIVA

O Rio São José dos Dourados possui cerca de 285 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 km de extensão, encontra-se o Baixo São José dos Dourados (IGRÉCIAS, 2009).

Este rio possui somente 1 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, não contemplando a sua fase reservatório e nem sua ligação com o Reservatório de Três Irmãos no rio Tietê, por meio do Canal de Pereira Barreto (CETESB, 2009)

Os corpos d'água têm se tornado cada vez mais eutrofizados, em consequência do crescimento populacional e da produção agrícola e industrial, devido principalmente aos lançamentos de esgotos domésticos, aos efluentes líquidos industriais, ao carreamento de fertilizantes utilizados na lavoura e dejetos oriundos da criação de animais domésticos nas proximidades dos cursos d'água. Em razão desta eutrofização as águas apresentam condições propícias à proliferação de macrófitas, algas e cianobactérias (TANGERINO, 2005).

O Rio São José dos Dourados é caracterizado pelos seus usos múltiplos, como praias, navegação, e também atividade de piscicultura para produção de tilápia, atividades que contribuem para intensificar a degradação da qualidade da água na região.

Em relação às plantas aquáticas observa-se um crescente problema de proliferação nos diversos corpos hídricos brasileiros e as restrições ao uso de herbicidas em ambientes aquáticos tem motivado os pesquisadores a desenvolver alternativas viáveis e adequadas para seu controle (MARCHI, 2005).

O processo de eutrofização, associado com o aumento na ocorrência de florações de algas, cianobactérias e plantas aquáticas diversas em corpos hídricos utilizados para abastecimento público, tem sido muito frequente nestes últimos anos, em várias partes do mundo, incluindo o Brasil. Dessa forma, há necessidade de serem feitas investigações de tecnologias alternativas, no que se refere ao tratamento de águas de abastecimento.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Reservatórios

Os reservatórios são lagos feitos pelo homem, e merecem essa designação porque são artificiais e foram criados para atender finalidades específicas (STRASKRABA, 2000).

De acordo com Tundisi (1999), a construção de reservatórios para diversos fins é uma das mais antigas e importantes intervenções humanas nos sistemas naturais.

A princípio, foram construídos para uso primário, como o armazenamento de água, irrigação, pesca, controle de cheias e produção de energia, sendo hoje conhecidos principalmente pelos seus usos múltiplos.

São sistemas intermediários entre rios e lagos, por isso 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, vertical e longitudinal), às características morfométricas e geológicas, aos usos da bacia hidrográfica e ao mecanismo operacional da barragem, têm influência direta em sua dinâmica (DELELLO, 2008). Possuem também uma menor taxa de renovação de águas em relação aos rios, e mais rápida em relação aos lagos.

A construção de reservatórios provoca o seccionamento no curso natural dos rios, formando ambientes com características distintas do ambiente original, surgindo modificações substanciais no sistema, pelo efeito direto da alteração do fluxo de água, ou pelos efeitos indiretos provenientes da modificação física, que 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, entre eles os nutrientes, sedimentos, material orgânico, entre outros (PEREIRA, 2003).

Com a construção de reservatórios, sem dúvida, o que se deseja é uma compatibilização entre os mecanismos de operação do reservatório e os processos de funcionamento ecológico que possibilitem utilizar e manejar adequadamente o

reservatório para diversos fins e ao mesmo tempo, diminuir os custos operacionais (TUNDISI, 1988).

4.2 Qualidade da Água

A qualidade da água ou qualidade hídrica pode ser definida como um conjunto das características físicas, químicas e biológicas de uma determinada amostra de água. As características consideradas importantes dependem do tipo de uso que será feito daquela água (STRASKRABA, 2000).

De modo geral, a poluição das águas decorre da adição de substâncias que alteram suas características químicas e físicas prejudicando a sua utilização.

Diversos pesquisadores têm constatado um decréscimo na qualidade dos recursos hídricos, principalmente quando há interferência antrópica nos mesmos, assim como verificou-se também conflitos devido a seus usos múltiplos (PRADO, 2002).

A maior parte dos recursos hídricos está sendo comprometida pela poluição doméstica, industrial e agrícola e por desequilíbrios ambientais resultantes do desmatamento e uso indevido do solo (SETTI, 2000).

De acordo com Tundisi (2003), os usos da água geram conflitos em razão de sua multiplicidade e finalidades diversas, as quais demandam quantidades e qualidades diferentes. Águas para abastecimento público, hidroeleticidade, agricultura, transporte, recreação e turismo, disposição de resíduos, indústria, todos esses usos são conflitantes e têm gerado problemas.

Os tipos de alteração na qualidade da água de um reservatório não são diferentes daqueles de outras águas, porém, as causas e as conseqüências desta poluição poderão diferir entre reservatórios, rios e lagos (STRASKRABA, 2000).

Esses problemas podem ser classificados de acordo com as fontes e causas de poluição, e os principais encontrados são a poluição orgânica, eutrofização, acidificação, alteração da turbidez, salinização (regiões áridas e semi-áridas), grande concentração de nutrientes, entre outros e podem ser causados principalmente pela ação do homem através do lançamento de esgoto doméstico, carreamento de solo com fertilizantes, percolação de lixões, entre outros.

Segundo Heller (2006), no abastecimento da água, como em vários campos da engenharia e das políticas públicas em geral, raramente há uma solução única para um dado problema.

Ao longo da história, dados disponíveis sugerem, em alguns contextos, que a implementação de serviços sanitários resultou em melhoria dos indicadores de saúde da população (HELLER, 2006).

4.3 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)

As UGRHIs constituem unidades territoriais com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos e, em geral, são formadas por partes de bacias hidrográficas ou por um conjunto delas (SÃO PAULO, 2004).

A CETESB iniciou em 1974 a operação da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. As informações obtidas por meio do monitoramento têm possibilitado o conhecimento das condições reinantes nos principais rios e reservatórios situados nas 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), em que se divide o Estado de São Paulo de acordo com a Lei Estadual n.º 9.034 de 27 de dezembro de 1994. A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde os tais recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal (CETESB, 2001).

4.4 UGRHI 18

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados foi definida como a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 (UGRHI 18) pela Lei No 9.034/94, de 27.12.1994, que dispôs sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o biênio 1994/95. É constituída pelo Rio São José dos Dourados e seus tributários, além de porções de áreas drenadas diretamente para o Rio Paraná, situadas na porção oeste da Bacia.

Esta UGRHI possui área de 6.783 km², sendo que destes, 365,9 km² correspondem à área coberta pelas águas do reservatório de Ilha Solteira, no Rio

Paraná, constituindo uma das menores UGRHIs do Estado de São Paulo, com uma vazão média de 51m³/s e mínima de 12m³/s (CETESB, 2009).

A Bacia do Rio São José dos Dourados localiza-se a noroeste do Estado e tem como limites as UGRHIs 15-Turvo/Grande a Norte e nordeste, 16-Tietê Batalha a sudeste e 19-Baixo Tietê ao Sul. Limita-se também com o Estado do Mato Grosso do Sul a Oeste, separando-se deste por meio do Rio Paraná, represado pela barragem de Ilha Solteira onde há uma usina hidrelétrica. Destaca-se o canal de Pereira Barreto nas UGRHIs 18 e 19, onde ocorre a interligação das hidrovias Tietê-Paraná, de importância estratégica para a economia do Estado de São Paulo e do país. A UGRHI 18 é composta por 6 sub-bacias e 25 municípios, sendo que dos mesmos, 11 possuem território totalmente nela incluídos e os outros 14 possuem, também, áreas em UGRHIs vizinhas. Além disso, 16 outros municípios, com sede em outras UGRHIs, possuem território na área da UGRHI 18 (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT, 2008). . A UGRHI 18 pode ser observada na figura 1 a seguir.

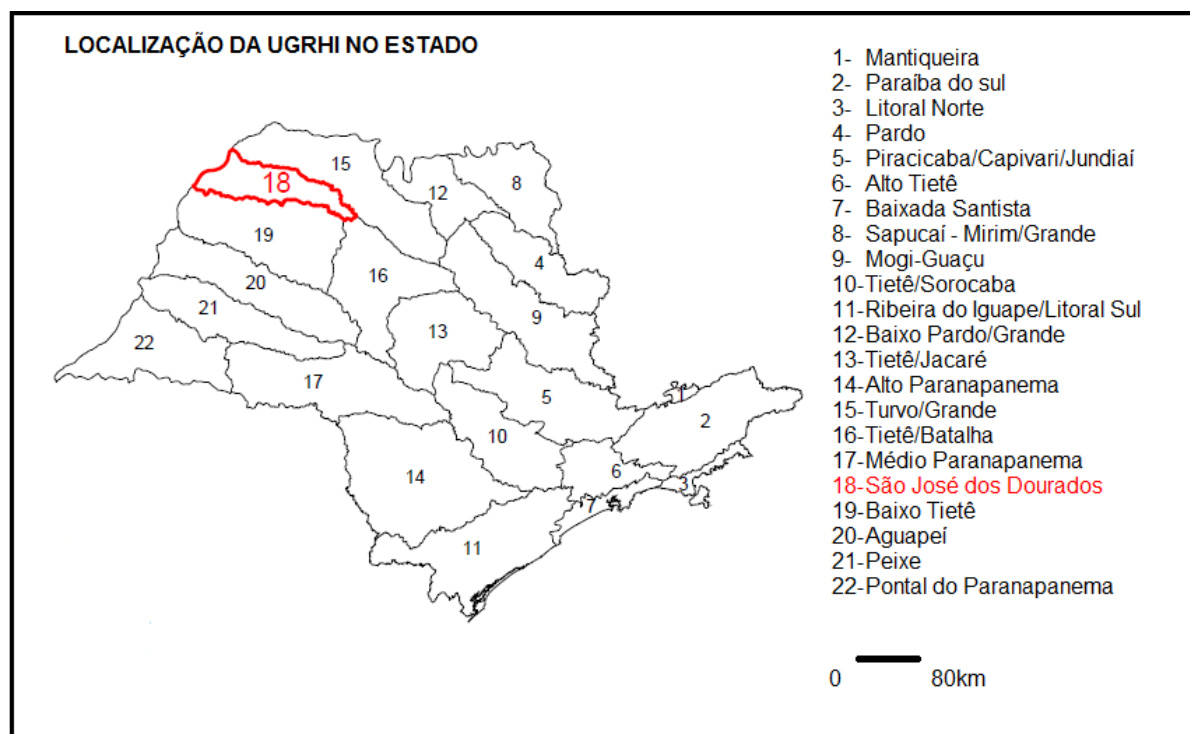


Figura 1: Localização da UGRHI 18 no Estado de São Paulo. Fonte: IPT, 2008. Adaptado.

Esta unidade de gerenciamento de recursos hídricos abriga pouco mais de 0,5% da população do Estado e, de acordo com dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos, 84% dos habitantes vivem em áreas urbanas (CETESB, 2009).

O Rio São José dos Dourados é monitorado em apenas um ponto de amostragem, porém, na maior parte do ano, a qualidade das suas águas do trecho monitorado mostrou-se em boas condições sanitária e ambiental. No entanto, em 2009, houve pela primeira vez, com relação aos últimos cinco anos, registro de toxicidade, bem como aumento no grau de trofia, passando este a ser mesotrófico. Esta piora do rio ocorreu em dezembro, período chuvoso, onde existiu a contribuição da carga difusa. Portanto, com vistas à manutenção da qualidade e quantidade deste corpo hídrico, recomenda-se a promoção de projetos que direcionem para a recuperação da mata ciliar (CETESB, 2009).

4.5 Canal de Pereira Barreto

Projetado para ligar o reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos ao de Ilha Solteira, unindo o Rio Tietê ao Rio São José dos Dourados, o Canal de Pereira Barreto é o segundo maior do mundo, com 9,6 km de extensão, 70,0 m de largura e 4,0 m de profundidade, interligando duas Bacias hidrográficas, a do Rio Tietê e a do Rio Paraná, através do Rio São José dos Dourados, permitindo a navegação no Tramo Norte da Hidrovia Tietê-Paraná, interligando os Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás. É o primeiro Canal da América do Sul com características hidroviárias, nessa extensão, sendo uma via navegável até a cidade de Simão - MG.

A construção deste Canal foi iniciada em Julho de 1980 pela Companhia Energética de São Paulo (CESP), constituindo hoje parte fundamental do Sistema Hidroviário Tietê-Paraná, interligando os dois grandes rios.

4.6 Características Sócio-econômicas

A população total da UGRHI São José dos Dourados é de 225.133 habitantes, sendo que 84% deles vivem em áreas urbanas. A densidade demográfica média é de 33,19 hab/km². O município mais densamente povoado é

Santa Fé do Sul, com 138,13 hab/km², e o menos adensado é São João de Iracema, com 8,77 hab/km². A UGRHI é composta, na sua quase totalidade, por cidades de pequeno porte, em que nenhum dos seus 25 municípios possui população superior a 50 mil habitantes. Apenas Jales, com 49.377 habitantes, pode ser considerada uma cidade de médio porte (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS- SEADE, 2007).

Cerca de 72% dos municípios da UGRHI apresentam IDH entre 0,7 e 0,8, Médio padrão de desenvolvimento humano, e os 28% restantes estão acima de 0,8, Alto padrão de desenvolvimento humano.

Os municípios com indicadores sociais que apontam para níveis mais baixos de riqueza são também aqueles que apresentam maior incidência de doenças relacionadas com a água.

4.7 Uso e Ocupação do Solo

O uso do solo é o conjunto das atividades, processos individuais de produção e reprodução de uma sociedade sobre uma aglomeração urbana, assentados sobre localizações individualizadas, combinadas com seus padrões ou tipos de assentamento, do ponto de vista da regulação espacial. Pode se dizer que o uso do solo é o rebatimento da reprodução social no plano do espaço urbano, é uma combinação de um tipo de uso, a atividade, e de um tipo de assentamento, a edificação.

Os usos rurais assim como os urbanos apresentam, entre si, diferenças significativas tanto no porte das unidades fundiárias rurais e dos equipamentos urbanos que os abrigam quanto nos padrões tecnológicos adotados e nas relações entre atores sociais e econômicos envolvidos nas atividades atinentes a esses usos, assim como na relação de tais atores com o ambiente. Diferenças que também se expressam em problemas e tendências específicas a reclamarem ações, mitigadoras ou corretivas, de acordo com os requisitos da sustentabilidade (DUARTE, 1997).

O uso e ocupação do solo é definido em função das normas relativas à densificação, regime de atividades, dispositivos de controle das edificações e parcelamento do solo, que configuram o regime urbanístico.

A legislação de uso e ocupação do solo é fundamental para a vida urbana, por normatizar as construções e definir o que pode ser feito em cada terreno

particular, interfere na forma da cidade e também em sua economia. Mas, em geral, trata-se de um conjunto de dispositivos de difícil entendimento e aplicação, e as leis não são muito acessíveis aos cidadãos por seu excesso de detalhes e termos técnicos. O grande nível de detalhe dificulta também a fiscalização que se torna praticamente impossível de ser realizada, deixando a maioria das cidades em situação irregular.

A UGRHI 18 é uma região do Estado de São Paulo caracterizada pelas práticas agrícolas diversificadas e pela pecuária extensiva. As principais culturas temporárias são: algodão, abacaxi, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho e soja, enquanto as principais culturas permanentes são: uva, banana, borracha, café, coco, laranja, limão, manga e tangerina. Quanto à pecuária, há predomínio da criação de bovinos, suínos, equinos, ovinos, aves e caprinos. Os produtos de origem animal produzidos na região são leite, casulo do bicho-da-seda, ovos e mel (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2007).

A interdependência de setores que se integram e se complementam pode ser verificada pela presença de usinas de açúcar e álcool e curtumes, além da irrigação. Na região, a água também é usada no abastecimento urbano e industrial.

É considerável a pequena cobertura vegetal natural existente na UGRHI 18, apenas 22.310ha, cerca de 3,5% de remanescentes em relação à superfície (IPT, 2008).

4.8 Eutrofização

A palavra “eutrofia” significa “rico em nutrientes”, e de um modo geral representa todos aqueles processos metabólicos no corpo d’água, decorrente do enorme enriquecimento da quantidade de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio. Esse processo está relacionado com o ciclo da matéria orgânica, aumento da biomassa de algas, macrófitas aquáticas e acúmulo de sedimentos.

A eutrofização se caracteriza pelo incremento das concentrações de nutrientes nos corpos hídricos, que favorecem a floração exacerbada de organismos fotossintéticos, elevando assim a produtividade do meio, acarretando a redução da qualidade da água. A ocorrência de processos eutrofizantes corresponde a um dos problemas mais preocupantes que assolam lagos e reservatórios, sendo que os fatores climáticos de países tropicais como altas temperaturas e elevada incidência

de radiação solar, associados ao uso inadequado dos recursos hídricos e de suas áreas de influência, constituem fatores que contribuem em grande escala para a ocorrência destes processos (NAVAL, 2004). A Figura 2, a seguir, mostra o processo de evolução da eutrofização em um lago.

EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO DE UM LAGO OU REPRESA

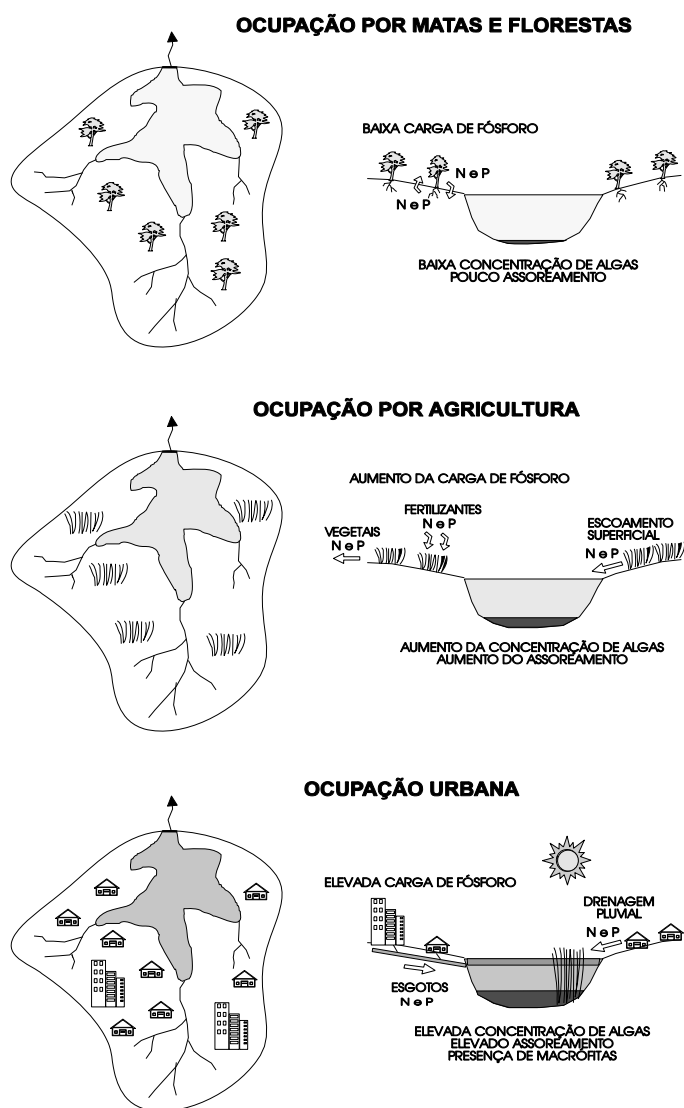


Figura 2: Evolução do processo de eutrofização em um lago ou represa. Associação entre o uso e ocupação do solo e a eutrofização. Fonte: Von Sperling, (1996).

A eutrofização pode causar alguns efeitos indesejáveis, tais como, problemas estéticos e recreacionais, diminuindo o uso da água para recreação, balneabilidade e redução geral na atração turística, condições anaeróbias no fundo do corpo

d'água, já que o aumento da produtividade do corpo d'água causa uma elevação da concentração de bactérias heterotróficas, que se alimentam da matéria orgânica das algas e de outros microrganismos mortos, consumindo oxigênio dissolvido do meio líquido, eventuais mortandades de peixes, maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água, problemas com o abastecimento de águas industrial, toxicidade das algas, redução na navegabilidade e capacidade de transporte e em casos extremos até o desaparecimento gradual do lago como um todo (Von SPERLING, 1996).

Ainda de acordo com Von Sperling (1996), de forma a se poder caracterizar o estágio de eutrofização em que se encontra um corpo d'água, possibilitando a tomada de medidas preventivas e /ou corretivas, é interessante a adoção de um sistema classificatório básico, com os seguintes níveis de trofia: oligotrófico, para lagos claros e com baixa produtividade, mesotrófico, para lagos com produtividade intermediária e eutrófico, para lagos com elevada produtividade, comparada ao nível natural básico.

Em um reservatório é importante considerar problemas relativos ao balanço de nutrientes, ou seja, a quantidade de material que entra, permanece e sai, alterando a qualidade da água previamente estabelecida. Em um país como o Brasil, é importante ressaltar a questão econômica em relação aos usos estabelecidos aos reservatórios, as medidas de prevenção e recuperação do mesmo.

4.9 Aparecimento de Macrófitas em Reservatórios

A erosão da camada fértil de solos agrícolas e a grande descarga de efluentes residenciais e industriais têm levado rios e reservatórios, naturais ou artificiais, a uma condição de desequilíbrio, caracterizado pela grande disponibilidade de nutrientes na coluna d'água e no sedimento. Além de interferir decisivamente na qualidade da água, a grande disponibilidade desses nutrientes pode levar ao crescimento desordenado de populações de plantas aquáticas (VELINI et al., 2005).

Dentre as macrófitas aquáticas submersas existentes no Brasil, a planta daninha de maior expressão em reservatórios de geração de energia e represas rurais é a *Egeria densa*. Os prejuízos causados pelo crescimento maciço dessas plantas incluem favorecimento para procriação de vetores de doenças, impedimento

à navegação e pesca e interferência em atividades de lazer das comunidades que vivem próximas a esses recursos hídricos, além dos danos causados ao processo de geração de energia das hidrelétricas (MARTINS, 2003).

Nas últimas décadas os reservatórios do Brasil vêm apresentando uma alteração visual específica através do aparecimento de inúmeras macrófitas, principalmente a *Egeria densa*, *Eichornia crassipes* e a *Salvinia auriculata*.

Essas macrófitas afetam a composição química da água através da fotossíntese e secreção celular, promovem substrato para consumidores e decompositores, além de desempenhar importante papel na reciclagem de nutrientes, circulação da água e a estabilização dos sedimentos e também atuam como filtros acumuladores de materiais e contribuem para a produção de detritos.

Barko e Smart (1980) comprovaram a capacidade da *E. densa* de obter sua nutrição em fósforo exclusivamente dos sedimentos, observando que na natureza, perda de biomassa por macrófitas submersas ocorre continuamente e provê uma fonte persistente e potencialmente importante de fósforo derivado do sedimento, para outros componentes dos sistemas aquáticos. Demonstram ainda que a liberação de fósforo, pelos tecidos em decomposição, pode ser rápida e quantitativamente relevante.

4.10 Índice de Estado Trófico (IET)

Para ter conhecimento sobre o grau de trofia existente em um determinado ecossistema pode-se calcular o Índice de Estado Trófico (IET), que representa entradas externas de nutrientes, como, esgoto doméstico, resíduos industriais e agrícolas, e características específicas de cada reservatório como, tempo de retenção, vazão, regime hidrológico, servindo como base para um planejamento de controle da eutrofização e uso do corpo hídrico.

O IET de Carlson (1977) permite uma avaliação limnológica bastante aproximada do nível de enriquecimento nutricional de um corpo aquático e abrange apenas três parâmetros, a transparência da água, a clorofila-a e a concentração do fósforo total. Trata-se de uma forma simples de analisar um conceito multidimensional que envolve critérios de oxigenação, transparência, nutrientes eutrofizantes, biomassa, composição e concentração de fito e zooplâncton, entre outros dados (Von SPERLING, 1994).

O IET também tem por finalidade classificar os 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 ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2009).

Um IET funciona como um registro das atividades humanas em várias bacias hidrográficas, e pode permitir o planejamento, controle da eutrofização e usos dessas bacias.

Toledo Junior et al. (1983), propuseram modificações na formulação matemática do IET de Carlson (1977), visando adaptá-lo às condições climáticas de ambientes tropicais. Abaixo, o Quadro 1 mostra o critério para classificação do corpo d'água de acordo com o índice proposto por Toledo Junior et al. (1983).

QUADRO 1: Critério de Classificação adotado pelo Índice de Estado Trófico, a partir do valor obtido pela equação do IET para reservatórios tropicais, segundo o Índice de Carlson (1977) modificado por Toledo Junior. et al. (1983).

Categoria de Estado Trófico	Classificação
Oligotrófico	$IET \leq 44$
Mesotrófico	$44 < IET \leq 54$
Eutrófico	$54 < IET \leq 74$
Hipereutrófico	$IET > 74$

Em 2004, Lamparelli desenvolveu um índice para aplicação específica em reservatórios em geral. Dessa forma, é apropriada uma comparação entre os índices para saber suas diferenças de utilizações (PEREIRA, 2009). O Quadro 2 a seguir mostra o critério para classificação da água de acordo com o índice de Lamparelli (2004).

QUADRO 2: Critério de Classificação adotado pelo Índice de Estado Trófico, a partir do valor obtido pela equação do IET segundo o Índice de Lamparelli (2004).

Categoria de Estado Trófico	Classificação
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	$IET > 67$

Das 4 variáveis citadas para o cálculo do IET de Toledo Junior et al. (1983), a clorofila-a, fósforo total, ortofosfato e transparência da água, atualmente, aplicam-se apenas duas no cálculo de Lamparelli (*op cit.*), a clorofila-a e fósforo total, já que os valores de transparência muitas vezes podem não ser representativos para o 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.

4.11 Fósforo

Conforme Von Sperling (1996), o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento, é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos. Pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas. Para águas de classe 2, o CONAMA fixa a quantidade de fosfato total em até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2008).

4.12 Clorofila-a (Chla)

A clorofila-a é o pigmento fotossintetizante mais importante, pois dá início ao processo da fotossíntese. Os demais pigmentos são considerados acessórios, pois

apenas capturam os fótons e transferem para a clorofila-a, e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa algal. Assim a clorofila-a é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos.

À medida que a concentração de pigmentos aumenta, há uma diminuição constante da energia refletida pela água. Desta forma, águas com altas concentrações de pigmentos tenderão a apresentar a cor verde.

4.13 Transparência da Água

A transparência da água pode ser medida facilmente no campo utilizando-se o disco de Secchi, um disco circular branco ou com setores brancos e pretos e um cabo graduado, que é mergulhado na água até a profundidade em que não seja mais possível visualizar o disco. Essa profundidade a qual o disco desaparece, e logo reaparece, é a profundidade de transparência. A partir da medida do disco de Secchi, é possível estimar a profundidade da zona fótica, ou seja, mede a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d'água. Na zona fótica ocorre a fotossíntese, indicando o nível da atividade biológica de lagos ou reservatórios (CETESB, 2008).

Ainda de acordo com a CETESB (2008), a claridade da água é afetada basicamente por 2 fatores: algas e material em suspensão. Quando há muitos nutrientes na água, as algas multiplicam-se bastante, diminuindo a transparência. Do mesmo modo, quanto mais material em suspensão estiver presente, maior será a turbidez e, conseqüentemente, menor será a transparência. A sua leitura pode dar uma estimativa da profundidade na qual o oxigênio dissolvido pode manter vivos os peixes e outros organismos aquáticos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

A área de estudo delimitada neste trabalho conta com os municípios da sub-bacia Baixo São José dos Dourados, com suas vertentes voltadas a ela, já que os demais municípios apresentam suas vertentes voltadas ao Ribeirão Ponte Pensa.

Os municípios dessa sub-bacia são, Aparecida D'Oeste, Ilha Solteira, Marinópolis, Pereira Barreto, Sud Menucci e Susanópolis e localizam-se em uma região de baixa densidade demográfica. Sua principal fonte de renda é obtida do setor primário, como a pecuária, cana-de-açúcar, laranja, café e culturas temporárias como milho e arroz. 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). A Figura 3 mostra a bacia do Baixo São José dos Dourados (BSJD) e outras sub-bacias da região, em destaque tem-se a área de estudo.

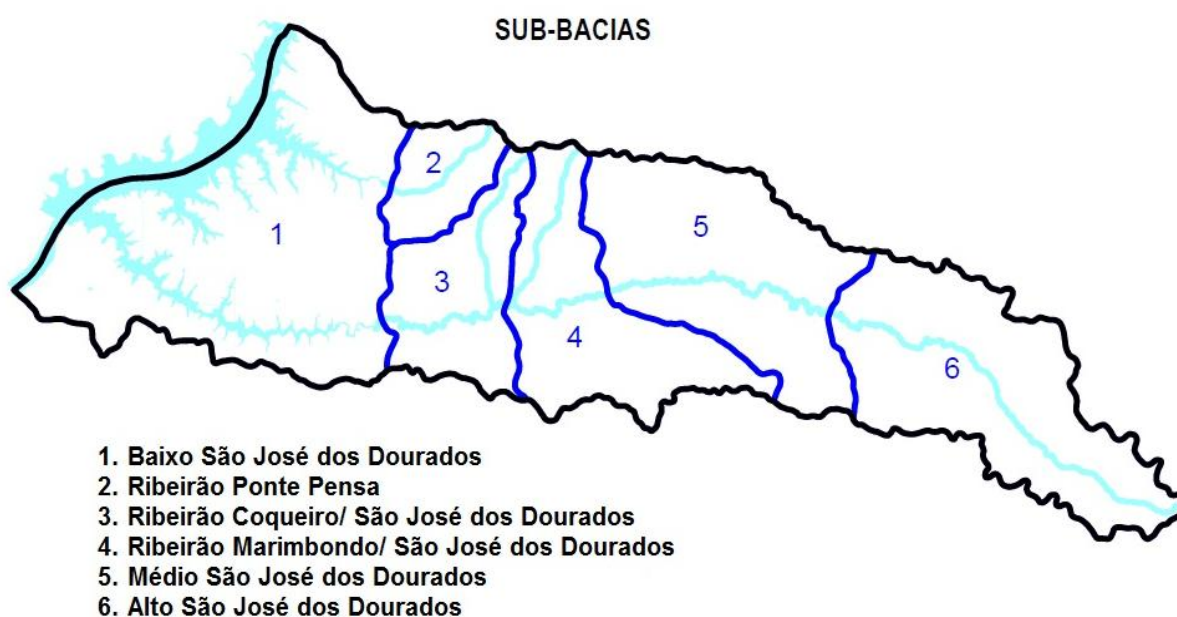


Figura 3: Bacia do BSJD e sub-bacias da UGRHI 18. Fonte: IPT, 2008. Modificado.

5.2 Características Climáticas

No Estado de São Paulo, tem-se ao longo do ano diferentes características climáticas. A distribuição das chuvas no estado está relacionada ao domínio das massas tropicais e polares, com correntes sul e leste, de acordo com o relevo e proximidade do mar. Se concentram de outubro a março, sendo de abril a setembro o período de menor pluviosidade.

Na UGRHI 18, pode-se dizer que existem basicamente 2 tipos de clima, o Aw que é tropical úmido com estiagem no inverno, e o Cwa que é quente e úmido com inverno seco (SETZER, 1966 apud IPT, 2007).

A unidade onde está inserida a Bacia do São José dos Dourados é a unidade Oeste, e está sob atuação dos sistemas tropicais e de altitudes que variam entre 400 e 600m, com 1300 a 1500 mm de precipitação anual médio (IPT, 2007).

Como o clima interfere nas atividades humanas, certamente as ações antrópicas inadequadas também provocam alterações nas condições climáticas, interferindo no ciclo hidrológico e na quantidade e qualidade da água superficial, podendo ocorrer através de desmatamentos, queimadas, urbanização, industrialização, uso e ocupação do solo incorretos, desencadeamento de processos erosivos, carregamento de defensivos, assoreamento e eutrofização dos corpos d'água.

Os dados de pluviosidade e temperatura foram obtidos no banco de dados climáticos do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Universidade Estadual Paulista – DEFERS, 2008), aferidos no município de Ilha Solteira-SP.

5.3 Amostragem da Água

As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro, março e novembro de 2010 e janeiro de 2011, em 4 pontos previamente estabelecidos, contemplando entradas diretas e difusas no trecho represado do curso d'água em questão (pontos 1 e 2), intermediário (3) e próximo de sua confluência com o rio Paraná (ponto 4), como pode ser visto no Quadro 3. A Figura 4, ilustra os pontos onde foram realizadas as coletas.

QUADRO 3: Descrição dos pontos de coleta no Baixo São José dos Dourados

Ponto	Descrição	Coordenada S	Coordenada W
1	Início do trecho represado, transição entre rio e reservatório	20 33' 23"	50 59' 60"
2	Em frente ao Canal de Pereira Barreto.	20 33' 55"	51 03' 50"
3	Parte central do reservatório, fase intermediária do braço.	20 33' 57"	51 10' 39"
4	Foz do Rio São José dos Dourados no Rio Paraná.	20 26' 07"	51 15' 47"

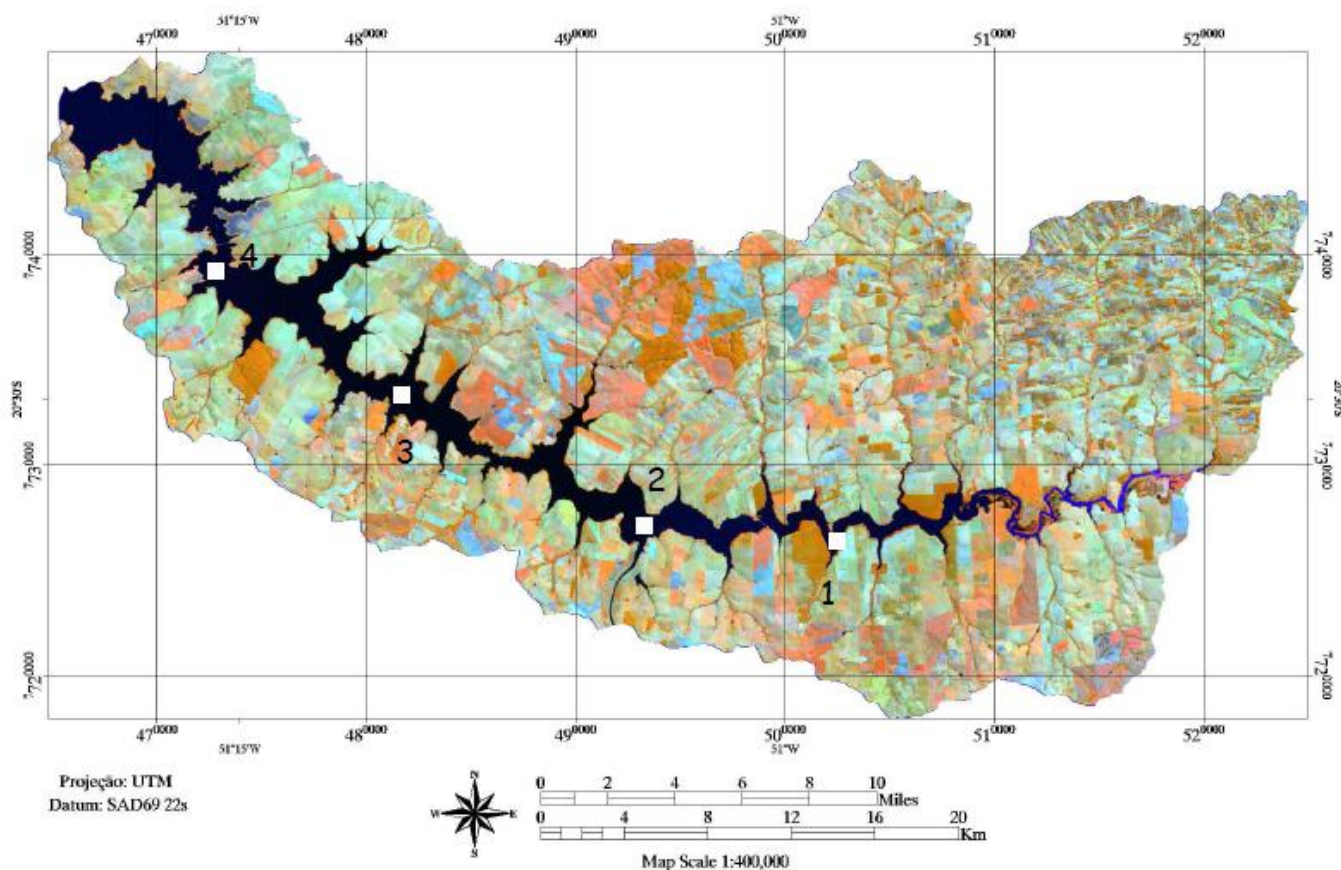


Figura 4: Pontos de Coleta no Baixo São José dos Dourados. Fonte: Rodrigues, 2007. Adaptado.

As coletas foram realizadas por meio de garrafa de van Dorn com capacidade para 5 litros, na água sub-superficial (aproximadamente 10 cm), intermediária, na zona fótica, e de fundo, cerca de 1m acima do leito, sendo posteriormente levadas

para o laboratório de Saneamento da UNESP-FEIS, onde foram realizadas as análises de clorofila-a, concentração de fósforo total, ortofosfato.

A transparência da água foi medida *in loco* por meio do disco de Secchi, sendo determinada pela média calculada com base na profundidade de desaparecimento do disco e do seu reaparecimento.

5.4 Métodos de Análise

No presente trabalho, aplicou-se o índice proposto por Carlson (1977), modificado por Toledo Junior et al. (1983) que considera as medidas de transparência da água através 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-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e também o índice de Lamparelli (2004) que considera apenas a clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e o fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$), sob a forma proposta pela CETESB (2009).

Para a determinação do IET pelo método modificado por Toledo Jr et al. (*op cit.*) utilizou-se as equações 1, 2, 3, 4 e 5, observadas a seguir.

$$\text{IET (S)} = 10^* \left[\frac{6 - \frac{0,64 + \ln S}{\ln 2}}{\ln 2} \right] \quad (1)$$

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

$$\text{IET (Chla)} = 10^* \left\{ \frac{6 - \left[\frac{2,04 - 0,695 * (\ln \text{Cla})}{\ln 2} \right]}{\ln 2} \right\} \quad (3)$$

$$\text{IET (PO}_4\text{)} = 10^* \left\{ \frac{6 - \left(\frac{\ln 21,67}{\text{PO}_4} \right)}{\ln 2} \right\} \quad (4)$$

$$\text{IETm} = \frac{\text{IET (S)} + 2 \{ \text{IET (PT)} + \text{IET (Cla)} + \text{IET (PO}_4\text{)} \}}{7} \quad (5)$$

Onde:

S- leitura da transparência da água pela profundidade do disco de Secchi (m)

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

PO₄- concentração de fosfato inorgânico (ortofosfato) na superfície ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

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

IETm- Índice de Estado Trófico Médio

Para a determinação do IET especificado por Lamparelli (*op cit.*), utilizou-se as equações 6, 7 e 8, abaixo.

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) \quad (6)$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2)) \quad (7)$$

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2 \quad (8)$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

ln: logaritmo natural.

O fósforo total foi determinado pelo método HACH, utilizando o Kit PhosVer 3, com ácido ascórbico. O ortofosfato foi determinado pelo método do Persulfato de Potássio (GOLTERMAN et al., 1978) e a clorofila-a foi determinada pela filtração em membrana e posterior extração com choque térmico com etanol a 80% (NUSCH; PALME, 1975).

Os parâmetros analisados e os métodos que foram aplicados nesta pesquisa estão demonstrados no Quadro 4.

Quadro 4: Parâmetros analisados e métodos utilizados

Parâmetros Analisados	Método
Fósforo	PhosVer 3 (Ascorbic Acid)
Ortofosfato	Persulfato de Potássio (HACH)
Clorofila-a	NUSCH & PALME (1975), MOED & HALLEGRAEF (1978), NUSCH (1980) e MARKER et al. (1980)
Transparência	Cole, 1975

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Características Climáticas

Os dados mensais de pluviosidade e temperatura atmosférica para o período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011 foram obtidos no banco de dados climatológicos do DEFERS – UNESP e estão indicados na Figura 5, mostrando um ciclo sazonal bem definido, com período de verão quente e chuvoso, e um período de inverno com temperaturas amenas e menor pluviosidade. O nível de chuva no período de estudo foi elevado, caracterizando dessa forma, como período chuvoso os meses em que ocorreram as coletas.

A Tabela 1 permite notar que nos 4 meses de coleta (em cinza), os níveis de chuva variaram de 138 mm em novembro de 2010 até 233 mm em janeiro de 2011. Mostra também que nesses meses, os índices pluviométricos foram elevados, apresentando médias mensais variando de 4,6 mm até 7,5 mm, enquanto que nos outros meses a média de chuva na região variou entre 0 mm e 7,4 mm. Nos dias das coletas, os níveis de pluviosidade variaram entre 0 mm e 2,8 mm. A precipitação total anual registrada foi de 1.477,1 mm de chuva.

Foi constatada ainda, intensa precipitação no mês de janeiro de 2010, atingindo 228,1 mm. Nos meses da estação seca, a estiagem foi intensa, com destaque para maio, junho, julho e agosto, com precipitações nulas ou próximas a zero. Nos meses de coleta a temperatura média variou entre 24,2 °C e 28,8 °C, como pode ser visto na Tabela 2. A maior temperatura média durante todo o período de estudo foi observada no mês de janeiro de 2010, atingindo 31,5°C.

Segundo Lopes et al. (2005), em períodos chuvosos, a quantidade de material suspenso aumenta acentuadamente a turbidez, havendo indícios de carreamento de fósforo nos corpos d'água.

Tabela 1: Valores de temperatura média e pluviosidade para o período de estudo

Temperatura e Pluviosidade do período de estudo			
meses	temperatura média °C	pluviosidade total (mm)	pluviosidade média
jan/10	31,5	228,1	7,4
fev/10	27	173,7	6,2
mar/10	24,3	206,5	6,7
abr/10	24,6	55,1	1,8
mai/10	24,5	24,1	0,8
jun/10	17,7	5,1	0,2
jul/10	22,8	0	0
ago/10	26,1	0	0
set/10	27,7	93,2	2,1
out/10	24,3	133,1	4,3
nov/10	23,5	138,9	4,6
dez/10	27,7	186,2	6
jan/11	27,4	233,1	7,5

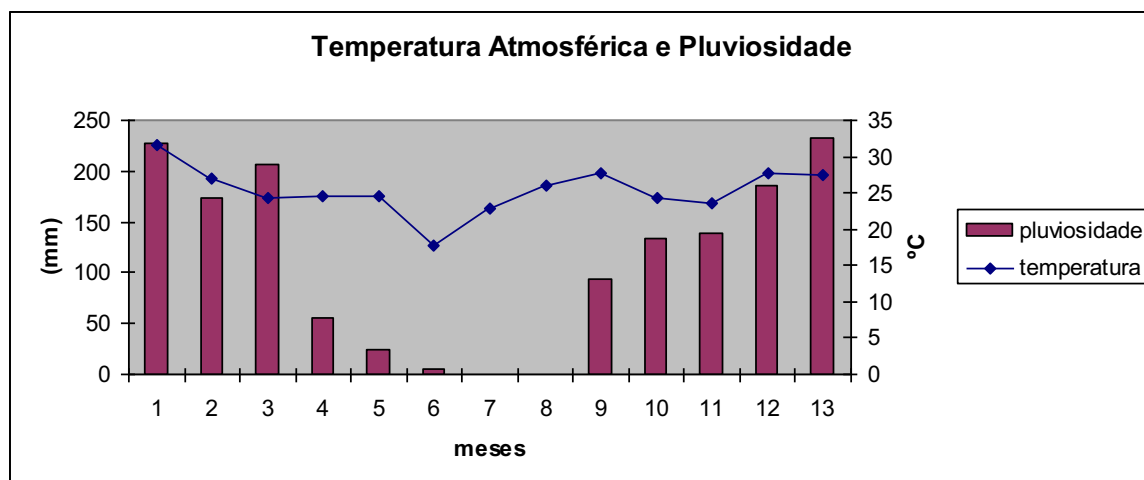


Figura 5: Valores de Temperatura Média e Pluviosidade no período de estudo.

Tabela 2: Valores de Temperatura Média e Pluviosidade para os dias de Coleta

Temperatura e Pluviosidade nos dias de Coleta		
	Temperatura média - °C	Pluviosidade (mm)
19/fev/10	28,8	0
10/mar/10	27,4	0
11/nov/10	24,8	0
05/jan/11	24,2	2,8

6.2 Fósforo

A Tabela 3 mostra os valores de fósforo total nos pontos de coleta de superfície (A), meio (B) e fundo (C), onde se pode observar que no Rio São José dos Dourados estes valores variaram entre $0,27 \mu\text{g.L}^{-1}$, ocorrido em fevereiro de 2010, na amostra de fundo do ponto 2, e $7,79 \mu\text{g.L}^{-1}$, no mês de novembro de 2010 na amostra de fundo do ponto 4. Os pontos em cinza apresentam valores excedentes a $3,5 \mu\text{g.L}^{-1}$, valor máximo permitido pelo método de análise utilizado.

Tabela 3: Valores de fósforo obtidos nos meses de coletas

Valores de PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$)					
		P1	P2	P3	P4
Coleta 1	A	0,3	0,28	0,29	0,43
	B	0,58	0,47	0,31	0,31
	C	4	0,27	2,43	0,36
		P1	P2	P3	P4
Coleta 2	A	0,39	0,42	0,75	0,79
	B	0,81	0,85	0,59	0,61
	C	1,56	2,04	1,77	0,59
		P1	P2	P3	P4
Coleta 3	A	0,45	0,75	0,74	0,66
	B	0,38	0,35	0,46	0,72
	C	4,46	6,94	1,26	7,79
		P1	P2	P3	P4
Coleta 4	A	0,32	0,66	0,89	0,98
	B	0,47	0,58	0,73	0,65
	C	3,97	4,85	1,79	5,2

Levando em consideração todos os pontos amostrados, o valor médio global dos teores de fósforo total obtido no período estudado foi de $1,39 \mu\text{g.L}^{-1}$, porém, se analisarmos os valores obtidos de acordo com a sua profundidade, notamos que nos pontos de superfície o menor valor médio encontrado foi de $0,365 \mu\text{g.L}^{-1}$ no P1 e o maior valor médio foi $0,715 \mu\text{g.L}^{-1}$. No P4, nas amostras de meio, o menor valor médio foi de $0,5225 \mu\text{g.L}^{-1}$ no P3, e o maior valor médio foi de $0,5725 \mu\text{g.L}^{-1}$ no P4.

Nas amostras de fundo, o menor valor médio de fósforo total foi encontrado no P3, sendo de $1,8125 \mu\text{g.L}^{-1}$ e o maior valor nessa profundidade foi no P2, no valor de $3,525 \mu\text{g.L}^{-1}$. A Figura 6 permite observar que os maiores valores médios de fósforo total foram encontrados nas amostras de fundo de todos os pontos. Esses valores podem ser observados também na Tabela 4 e estão provavelmente associados à estação do ano com maior pluviosidade, demonstrando grande influência do deflúvio da bacia no aumento deste nutriente (VILAR, 2009).

Tabela 4: Valores Médios de Fósforo ($\mu\text{g.L}^{-1}$) para cada ponto e profundidade

Valores médios de fósforo				
	P1	P2	P3	P4
A	0,365	0,5275	0,6675	0,715
B	0,56	0,5625	0,5225	0,5725
C	3,4975	3,525	1,8125	3,485

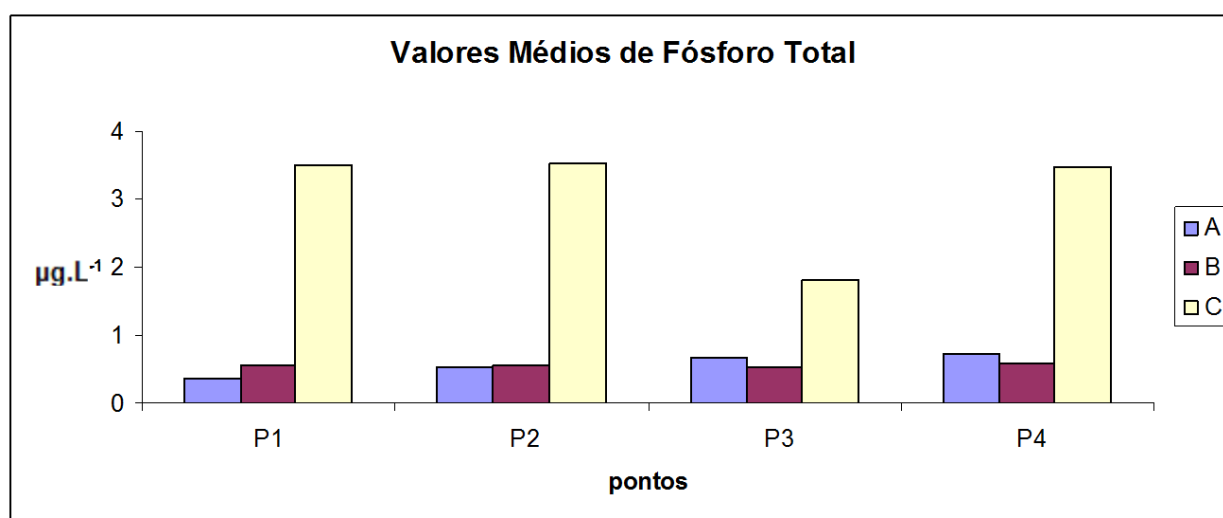


Figura 6: Valores médios de Fósforo total

O desvio padrão calculado para o fósforo pode ser observado na Tabela 5, a seguir, mostrando que os desvios encontrados para a profundidade C, nos pontos 1, 2, 3 e 4, estão bem acima do esperado, já que a concentração de fósforo nesses pontos e nessa profundidade foram mais elevados que em outros pontos, indicando grandes variações da média.

Tabela 5: Valores de Desvio Padrão – Fósforo

	desvio padrão - fósforo			
	P1	P2	P3	P4
A	0,0686	0,2159	0,2608	0,231
B	0,1857	0,2134	0,1795	0,1808
C	1,311	2,9562	0,4792	3,6341

A Figura 7 permite uma comparação entre todos os valores obtidos em todo o período de estudo. Dessa forma pode-se dizer que o mês de novembro de 2010, na coleta 3, têm-se nos pontos de fundo 1, 2 e 4, os maiores valores de fósforo total encontrados nos meses de estudo, sendo estes bem superiores à $3,5 \mu\text{g.L}^{-1}$. A figura mostra também, que na coleta 1, no mês de fevereiro de 2010, período chuvoso, os valores obtidos na maioria dos pontos são inferiores ao observados nos mesmos pontos em períodos diferentes, exceto pelas amostras de fundo do P1 e P3 que apresentam valores elevados.

A Tabela 6, a seguir mostra a classificação do fósforo por meio do índice de Toledo Junior et al. (1983). Essa classificação da concentração do fósforo em todos os pontos amostrados durante o período de coleta foi predominantemente oligotrófica, ou seja, nenhum valor desse IET foi superior a $44 \mu\text{g.L}^{-1}$, sendo que o valor máximo atingido foi na amostra de fundo do P4, no mês de novembro de 2010, atingindo $33 \mu\text{g.L}^{-1}$, e o menor valor para esse índice foi no P2, na amostra de superfície, no mês de fevereiro de 2010, atingindo apenas $-0,3 \mu\text{g.L}^{-1}$.

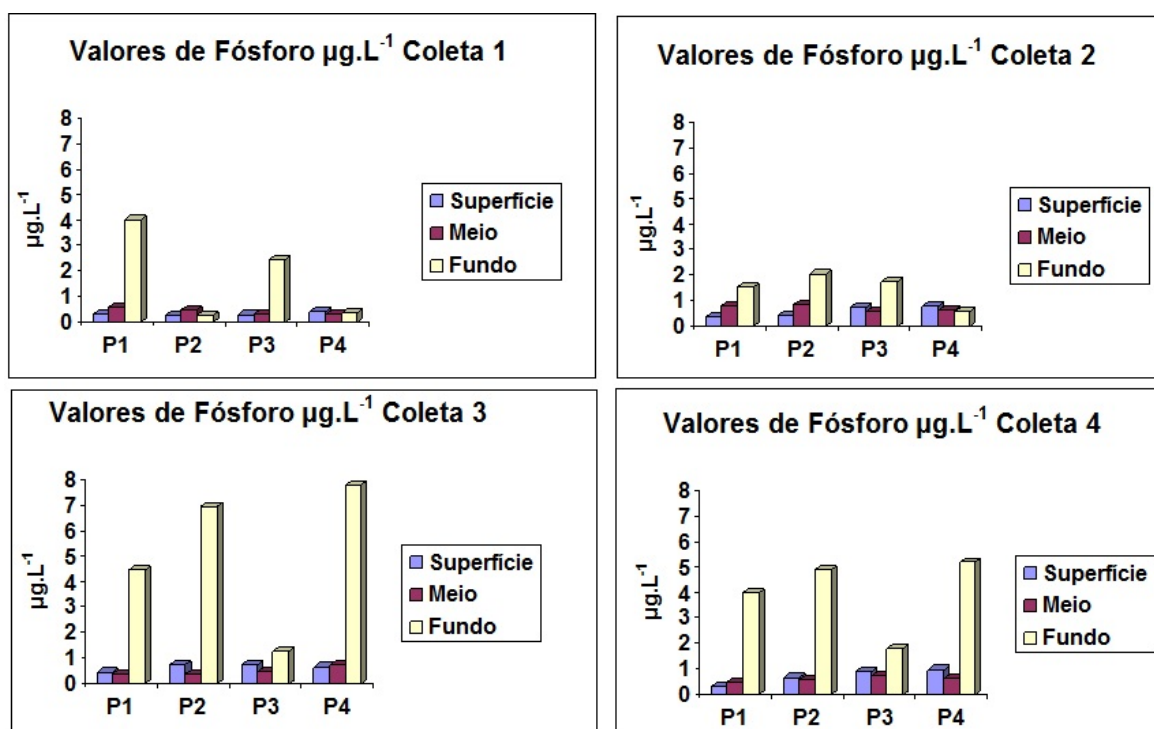


Figura 7: Valores de fósforo total obtidos durante o período de estudo

Tabela 6: Classificação do Fósforo por meio do Índice de Toledo Jr et al (1983).

Classificação de IET PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$) -Toledo Jr et al (1983)								
		P1		P2		P3		P4
Coleta 1	A	0,43	oligo	-0,3	oligo	0,09	oligo	4,03
	B	7,02	oligo	4,92	oligo	0,76	oligo	0,76
	C	26,3	oligo	-0,6	oligo	21,35	oligo	2,25
Coleta 2	A	3,05	oligo	3,79	oligo	9,59	oligo	10,1
	B	10,4	oligo	10,8	oligo	7,19	oligo	7,52
	C	16,9	oligo	19,6	oligo	18,18	oligo	7,19
Coleta 3	A	4,48	oligo	9,59	oligo	9,46	oligo	8,31
	B	2,79	oligo	1,97	oligo	4,7	oligo	9,18
	C	27,4	oligo	31,8	oligo	14,78	oligo	33
Coleta 4	A	1,07	oligo	8,31	oligo	11,3	oligo	12,3
	B	4,92	oligo	7,02	oligo	9,32	oligo	8,16
	C	26,3	oligo	28,3	oligo	18,29	oligo	29

A seguir, a Tabela 7 mostra a classificação para os valores de fósforo por meio do índice de Lamparelli (2004). Assim como de Toledo Junior et al (1983), o índice de Lamparelli (2004) também apresenta classificação predominante para a concentração do fósforo, sendo essa chamada de ultraoligotrófica, ou seja, os valores do IET para a concentração de fósforo em todo o período amostrado e em todos os pontos, não ultrapassou $47 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Tabela 7: Classificação do Fósforo por meio do Índice de Lamparelli (2004)

Classificação de IET PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - Lamparelli (2004)								
		P1		P2		P3		P4
Coleta 1	A	27,16	ultra	26,74	ultra	26,95	ultra	29,34 ultra
	B	31,15	ultra	29,88	ultra	27,36	ultra	27,36 ultra
	C	42,86	ultra	26,52	ultra	39,84	ultra	28,26 ultra
		P1		P2		P3		P4
Coleta 2	A	28,75	ultra	29,2	ultra	32,71	ultra	33,03 ultra
	B	33,18	ultra	33,47	ultra	31,26	ultra	31,46 ultra
	C	37,15	ultra	38,77	ultra	37,91	ultra	31,26 ultra
		P1		P2		P3		P4
Coleta 3	A	29,61	ultra	32,71	ultra	32,63	ultra	31,94 ultra
	B	28,59	ultra	28,09	ultra	29,75	ultra	32,46 ultra
	C	43,52	ultra	46,2	ultra	35,85	ultra	46,9 ultra
		P1		P2		P3		P4
Coleta 4	A	27,55	ultra	31,94	ultra	33,75	ultra	34,33 ultra
	B	29,88	ultra	31,15	ultra	32,55	ultra	31,84 ultra
	C	42,81	ultra	44,02	ultra	37,98	ultra	44,45 ultra

Apesar de distintos e bem variados, os valores da concentração de fósforo tanto para Toledo Junior et al. (1983) quanto para Lamparelli (2004) se enquadram em classificações parecidas, sendo que ambas indicam um baixo grau de trofia. A classificação de Lamparelli (2004), porém, é a mais adequada, porque mesmo atingindo valores maiores, ser classificado como ultraoligotrófico indica menor índice de eutrofização.

Comparando-se o trabalho realizado por Vilar (2009), observa-se que os açudes Bola I e Namorados, tiveram como menores teores de fósforo total, valores

médios de 90,4 e 74,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente, sendo estes bem superiores ao valor médio global encontrado para a concentração de fósforo, o qual foi de apenas 1,39 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Altas concentrações do nutriente fósforo em bacias hidrográficas podem ter forte relação com o nível de ocupação urbana. Esgotos domésticos, efluentes liberados por indústrias e uso de fertilizantes em regiões rurais são fatores que ajudam a aumentar os níveis desse nutriente no meio aquático e podem, conseqüentemente, acelerar o processo de eutrofização das águas (LEAL, 2006). Assim como o aumento das formas nitrogenadas no reservatório, o incremento do fósforo também pode estar associado ao carreamento de fertilizantes através do escoamento superficial (GARCIA, 2007).

Devlin e Brodie (2005) constataram que a poluição por fósforo, em algumas zonas costeiras da Austrália, foi principalmente por descargas associadas ao desenvolvimento da agricultura de bacias adjacentes.

6.3 Ortofosfato

A Tabela 8 mostra os valores de ortofosfato nos pontos de coleta de (A), (B) e (C), onde observa-se que os valores variaram entre 0,02 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ocorrido em fevereiro de 2010, na amostra de superfície do ponto 1 e de meio do ponto 4, e também em março de 2010, nas amostras de meio dos pontos 2 e 4, e 1,46 $\mu\text{g.L}^{-1}$, no mês de novembro de 2010 na amostra de fundo do ponto 4. Nenhum dos valores encontrados para ortofosfato atingiram ou ultrapassaram o valor permitido pelo método de análise, cujo valor máximo é de 3,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Considerando-se valores médios globais obtidos para este parâmetro, a Figura 8 a seguir, mostra que a profundidade C, logo acima do leito foi onde mais se encontrou ortofosfato, principalmente no P2 e P4, na frente do Canal de Pereira Barreto e próximo à confluência do BSJD com o Rio Paraná, indicando uma possível interferência desses diferentes sistemas no BSJD. Os valores da observados na Figura 8, podem ser analisados na Tabela 9 a seguir.

De forma geral, levando em consideração a média global para de todos os pontos amostrados de cada coleta, o mês de janeiro de 2011 foi o que apresentou os maiores teores de ortofosfato ao longo de todo o reservatório, com valor médio global de 0,38 $\mu\text{g.L}^{-1}$ considerando todos os pontos de amostragem. O mês de

fevereiro de 2010 teve uma média global de ortofosfato de $0,20 \mu\text{g.L}^{-1}$, em março de 2010 essa média atingiu o menor de todos os valores nos meses de estudo, sendo de apenas $0,15 \mu\text{g.L}^{-1}$, e em novembro de 2010 o valor da média global foi de $0,36 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Tabela 8: Valores de Ortofosfato obtidos nos meses de coletas

Valores de Ortofosfato- PO_4 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)					
		P1	P2	P3	P4
Coleta 1	A	0,02	0,05	0,09	0,04
	B	0,07	0,04	0,87	0,02
	C	0,15	0,63	0,35	0,08
Coleta 2	A	0,04	0,07	0,07	0,05
	B	0,08	0,02	0,09	0,02
	C	0,24	0,85	0,27	0,03
Coleta 3	A	0,05	0,12	0,16	0,15
	B	0,1	0,14	0,18	0,17
	C	0,7	0,97	0,23	1,46
Coleta 4	A	0,08	0,17	0,21	0,09
	B	0,23	0,2	0,3	0,16
	C	0,81	0,92	0,42	0,95

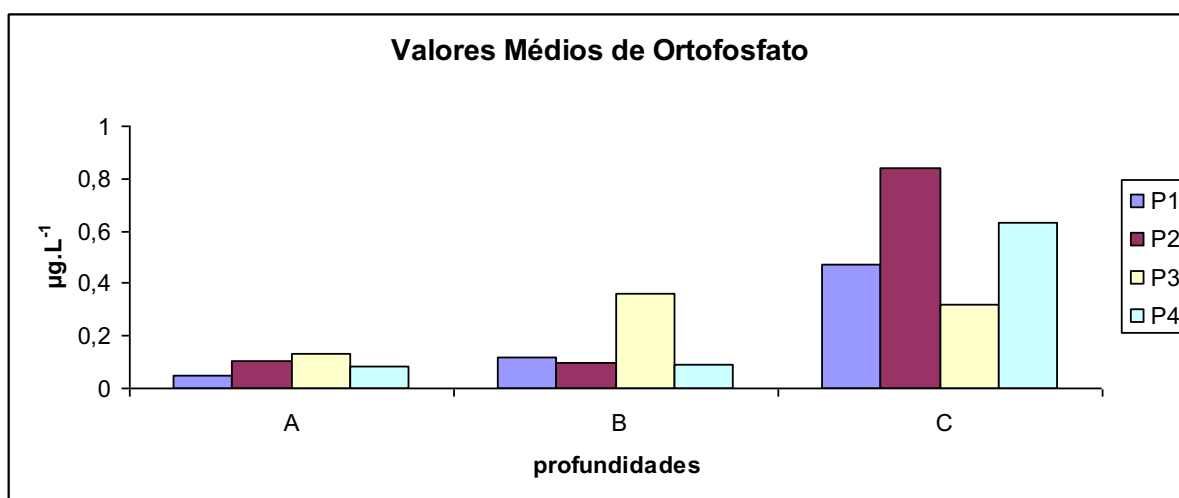


Figura 8: Valores Médios Globais de Ortofosfato.

Tabela 9: Valores Médios de Ortofosfato para cada ponto e profundidade

	Valores médios do ortofosfato			
	P1	P2	P3	P4
A	0,0475	0,1025	0,1325	0,0825
B	0,12	0,1	0,36	0,0925
C	0,475	0,8425	0,3175	0,63

A Figura 9 também evidencia os valores mais elevados para a região de fundo na maioria dos pontos em todo o período de estudo.

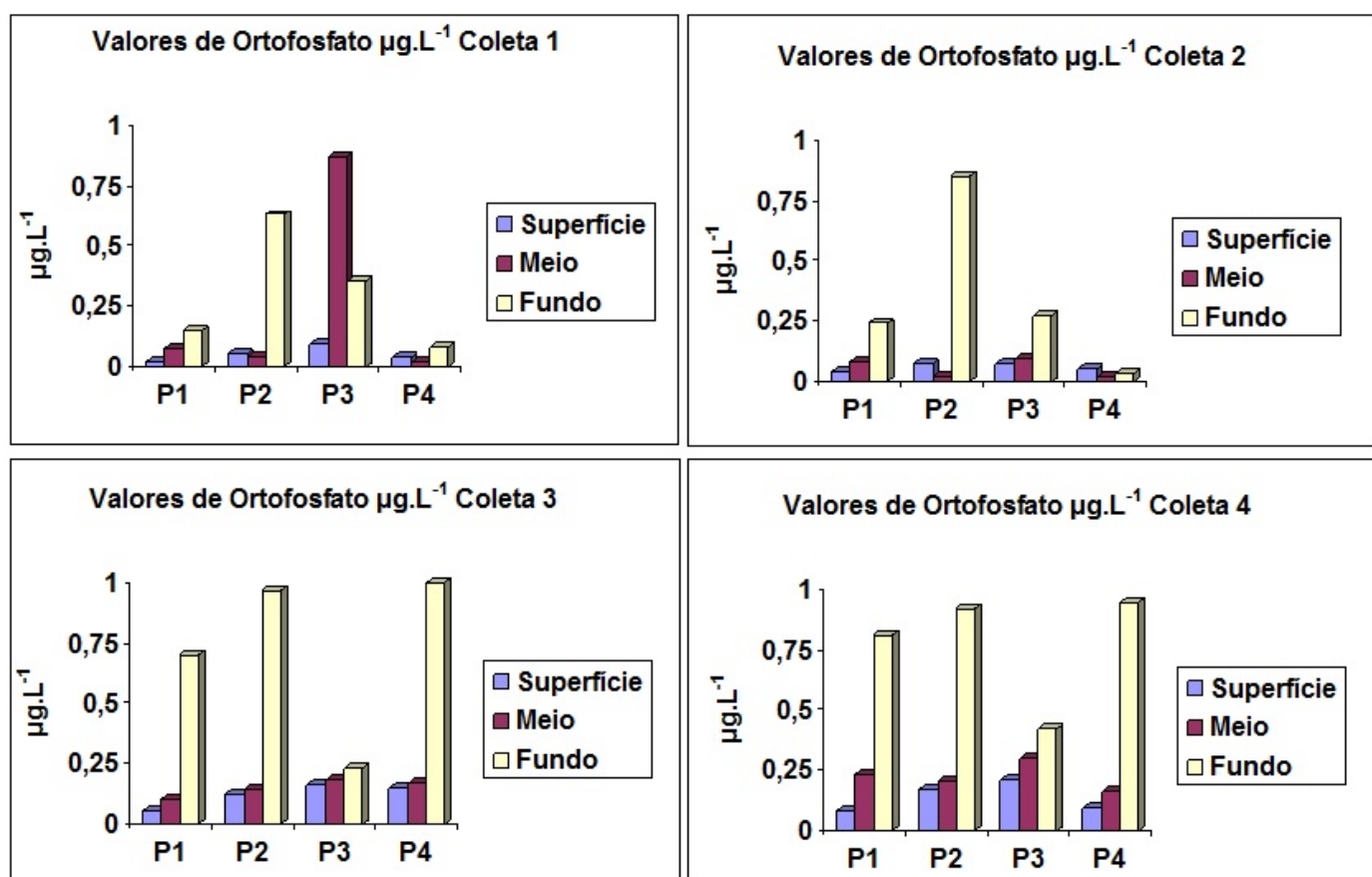


Figura 9: Valores de ortofosfato obtidos durante o período de estudo

A Tabela 10, a seguir mostra a classificação do ortofosfato por meio do índice de Toledo Junior et al (1983). Essa classificação da concentração do ortofosfato nas amostragens durante o período de coleta foi oligotrófica na maioria dos pontos, havendo, porém, pontos classificados como mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico,

ou seja, na classificação do ortofosfato pelo índice de Toledo Jr et al (1983) foram utilizados todas as classificações permitidas, variando esses valores de 2,15 $\mu\text{g.L}^{-1}$, até 104,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

O índice de estado trófico de Toledo Junior et al. (1983) tanto para a concentração de fósforo quanto para a concentração de ortofosfato, apresentou a mesma classificação, sendo fósforo predominante classificado como oligotrófico e ortofosfato assim classificado na maioria de seus pontos.

Tabela 10: Classificação do Ortofosfato por meio do Índice de Toledo Jr et al (1983).

Classificação de IET PO_4 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) -Toledo Jr et al (1983)									
		P1		P2		P3		P4	
Coleta 1	A	21,5	oligo	82,7	hiper	43,3	oligo	104,90	hiper
	B	57,08	meso	104,90	hiper	8,98	oligo	2,15	oligo
	C	23,5	oligo	10,45	oligo	66,81	eutro	49,4	meso
		P1		P2		P3		P4	
Coleta 2	A	104,90	hiper	57,4	meso	57,4	meso	82,7	hiper
	B	49,4	meso	2,15	oligo	43,3	oligo	2,15	oligo
	C	12,4	oligo	7,78	oligo	10,4	oligo	1,41	oligo
		P1		P2		P3		P4	
Coleta 3	A	82,7	hiper	30,9	oligo	21,7	oligo	23,5	oligo
	B	38,3	oligo	25,7	oligo	18,6	oligo	20,1	oligo
	C	3,4	oligo	14,24	oligo	13,3	oligo	29,59	oligo
		P1		P2		P3		P4	
Coleta 4	A	2,15	oligo	20,1	oligo	15,1	oligo	43,3	oligo
	B	13,2	oligo	16,1	oligo	87,9	hiper	21,7	oligo
	C	5,2	oligo	11,75	oligo	45,68	meso	13,27	oligo

As concentrações de fósforo total foram baixas no BJSD, variando de 0,28 $\mu\text{g.L}^{-1}$ até 7,79 $\mu\text{g.L}^{-1}$, se comparada aos valores de concentrações encontradas na Lagoa de Jacuném (188,2 $\mu\text{g.L}^{-1} \pm 83,7 \mu\text{g.L}^{-1}$) e em outras lagoas costeiras no Espírito Santo, como por exemplo, na Lagoa de Carapebus, onde a máxima concentração foi de 80 $\mu\text{g.L}^{-1}$, e na Lagoa do Campus Universitário Alaor de Queiroz

Araújo onde a concentração variou entre 40, 7 e 119,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ ($119,2 \pm 40,7 \mu\text{g PT/L}$) (LEAL, 2006).

Rocha e Martin (2005) avaliaram a influência do núcleo industrial na qualidade da água do Córrego Água da Lavadeira em Rancharia-SP, e observaram que os valores de ortofosfato ficaram entre 190 $\mu\text{g L}^{-1}$ e 12740 $\mu\text{g L}^{-1}$, os quais são resultados bem superiores aos encontrados no BSJD, porém, esses valores elevados comprovam a interferência da ação antrópica, através de despejos de efluentes domésticos e industriais.

Lamparelli (2004) observou que as concentrações de ortofosfato são maiores durante o período de estiagem, tanto em rios como em reservatórios. No período chuvoso, o fósforo está concentrado nas algas e, como a análise de fósforo total não diferencia o que está sob forma particulada ou solúvel, somente na análise de fósforo inorgânico dissolvido é possível detectar esta diferença. O fósforo inorgânico dissolvido é a forma mais facilmente assimilável de fósforo e a mais rapidamente consumida pelos organismos do fitoplâncton e macrófitas. Por este motivo, esta forma de fósforo é relatada, pela maioria dos autores, como o nutriente limitante à eutrofização.

6.4 Clorofila-a

A Tabela 11 apresenta todos os valores de clorofila-a obtidos no período de estudo e a Figura 10 mostra as suas concentrações nos pontos de coleta.

Observou-se concentrações bem elevadas, principalmente no mês de março de 2010, com um valor máximo de 18,30 $\mu\text{g.L}^{-1}$ registrado no ponto 2, na amostra de fundo. O valor mínimo encontrado foi de 0,11 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e ocorreu no ponto 3, na amostra de meio, em fevereiro de 2010. Apesar das elevadas concentrações de clorofila-a encontradas, todos esses valores foram bem abaixo do limite máximo de 30 $\mu\text{g.L}^{-1}$ estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (2005) para águas doces de classe II.

Considerando-se a concentração média da clorofila-a por ponto e profundidade amostrados, a Tabela 12, mostra que a menor concentração média da clorofila-a de todos os pontos de meio foi no P4, com apenas 2,39 $\mu\text{g.L}^{-1}$, e a maior concentração média foi no P1, com 4,42 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Em se tratando das amostras de fundo, o P2 é o que apresenta o maior valor médio para clorofila, sendo de 7,93

$\mu\text{g.L}^{-1}$, e o menor valor médio nessa mesma profundidade se encontra no P4, com apenas $2,70 \mu\text{g.L}^{-1}$. Nas amostras de superfície, o P1 apresenta o menor valor médio para clorofila-a, sendo de $3,20 \mu\text{g.L}^{-1}$, valor esse bem próximo ao do P4 de mesma profundidade, com $3,22 \mu\text{g.L}^{-1}$, já o P2 apresenta o maior valor médio para a superfície, atingindo $5,34 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Tabela 11: Valores de Clorofila-a obtidos nos meses de coletas

Valores de Chla ($\mu\text{g.L}^{-1}$)					
Coleta 1		P1	P2	P3	P4
	A	1,28	0,6	1,98	2,06
	B	0,75	1,90	0,11	1,9
	C	2,04	1,67	1,45	2,01
Coleta 2		P1	P2	P3	P4
	A	4,46	10,32	6,75	4,46
	B	8,2	5,8	4,46	2,79
	C	8,37	18,3	4,46	3,12
Coleta 3		P1	P2	P3	P4
	A	5,2	9,7	5,9	3,97
	B	7,5	6,3	4,3	3,25
	C	8,8	9,8	4	4,12
Coleta 4		P1	P2	P3	P4
	A	1,87	0,76	2,45	2,39
	B	1,25	2,3	0,96	1,64
	C	2,67	1,98	2,34	1,56

A Tabela 12 também sugere que devido a todos esses valores médios de concentração de clorofila-a se encontrarem bem abaixo dos $30 \mu\text{g.L}^{-1}$ permitidos pelo CONAMA (2005), esses valores são aceitáveis, e indicam uma moderada produtividade na região. Segundo Minillo (2005) o aumento das concentrações de clorofila-a é decorrente não apenas das variações na composição e fisiologia das espécies do fitoplâncton, presentes nestes ambientes, mas possivelmente do aumento na biomassa de cianobactérias, as quais passam a ser dominantes nestes

reservatórios, o que demonstra possíveis ajustes dessas comunidades fitoplanctônicas às condições ambientais existentes ao longo do tempo.

Tabela 12: Valores médios de Clorofila-a por pontos e profundidade

	P1	P2	P3	P4
A	3,2025	5,345	4,27	3,22
B	4,425	4,075	2,4575	2,395
C	5,47	7,9375	3,0625	2,7025

Em todas as amostras de superfície foram encontrados valores que indicam consideráveis concentrações de clorofila-a, com um valor médio para essa profundidade de $4,0 \mu\text{g.L}^{-1}$, o que sugere condições ótimas de quantidade de luz, temperatura e nutrientes disponíveis para a localização de uma grande camada de Chl-a.

Em estudo realizado por Barreto (2010), no Açude Buri, a concentração da clorofila-a variou no período chuvoso de $22,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ para $117,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, valores bem superiores aos encontrados no BSJD, que variaram entre $0,11 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $18,30 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Segundo Lamparelli (2004), num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila-a coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo. 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-a irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Dessa forma, é possível afirmar que o BSJD não apresenta fatores limitantes do processo de eutrofização, pois os valores de IET (PT) são menores que os valores de IET(Chla) em todos os pontos de coleta. Porém, há outras variáveis que possivelmente influenciem esse comportamento, e se relacionam com a disponibilidade de luz e/ou nitrogênio, fatores também limitantes e importantes da produção primária nesses ambientes onde o fósforo total é presente (ATTAYDE; BOZELLI, 1998; AZEVEDO et al., 2002; CHELLAPA; COSTA, 2003).

Estudo realizado por Sousa (2007) observou uma associação do fósforo total com clorofila “a” em quatro reservatórios da região do Seridó (Cruzeta, Itans e Boqueirão de Parelhas), no Rio Grande do Norte, evidenciando que a entrada de

nutrientes favorece a produtividade biológica independente do tamanho do ecossistema.

Segundo a classificação de Wetzel (1993), ambientes com concentrações de clorofila-a acima de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ são considerados eutróficos. O BSJD apresentou um ponto com valor acima do permitido por essa classificação, atingindo $18,30 \mu\text{g L}^{-1}$, no ponto 2 na amostra de fundo, dessa forma, a sua classificação seria eutrófico para esse ponto. Apesar da classificação por Lamparelli (2004) ser diferente, o mesmo ponto também é considerado eutrofizado pelo autor.

6.5 Transparência da Água

Os valores de transparência da água da área de estudo obtidas por meio do disco de Secchi podem ser observados na Tabela 13, sendo que esses valores variaram entre 0,36 m no P1 da coleta 1 até 11,6 m no P4 na coleta 4.

Tabela 13: Valores de Transparência obtidos nos meses de coletas

Valores de Transparência S (m)				
	P1	P2	P3	P4
Coleta 1	0,36	1,4	0,9	1,20
	P1	P2	P3	P4
Coleta 2	0,75	2,45	2,2	1,5
	P1	P2	P3	P4
Coleta 3	1,2	5	8,1	9,5
	P1	P2	P3	P4
Coleta 4	2,1	7,2	9	11,6

Os valores mais elevados de transparência ocorreram nos meses de novembro de 2010, quando ocorreu precipitação média de 4,6 mm, e no mês de janeiro de 2011, quando a precipitação média foi 7,5 mm. Os valores do mês de fevereiro de 2010, foram os menores valores encontrados para a transparência,

porém, esse mês teve uma precipitação média de 6,2 mm, e o mês de março de 2010, com valores maiores que em fevereiro, teve uma precipitação de 6,7 mm.

Os valores mínimos verificados nas coletas 1 e 2, ocorreram possivelmente devido ao aumento da turbidez da água (HAVENS et al., 2003).

Os valores de transparência observados para o BSJD foram considerados elevados em comparação com os valores de Lagoa de Jacuném (LEAL, 2006), já que os primeiros valores do BSJD apresentaram uma média global de 42 m, enquanto que os da lagoa em questão apresentaram uma média de apenas 0,4 m. Se compararmos ainda o BSJD com outros estudos em lagoas costeiras, como, por exemplo, o estudo realizado por Nascimento (2002) citado por Leal (2006) na Lagoa de Carapebus que encontrou valores entre 0,70 e 1,10m e estudo realizado por Cavaca (1994) também citado por Leal (2006) na Lagoa de Caraís, com resultados de transparência em torno de 0,5m, os valores encontrados para o BSJD para a transparência da água ainda são bem mais elevados.

Os valores do IET e suas classificações da transparência de acordo com Toledo Junior et al (1983) podem ser observados na Tabela 14, que mostra que o corpo d'água em questão, considerando-se a transparência da água, pode ser classificado como ultraoligotrófico, aparecendo ainda outras classificações como, hipereutrófico, mesotrófico, e oligotrófico. Essa classificação de acordo com a transparência sugere que o BSJD no trecho estudado, apresenta um baixo grau de trofia.

Tabela 14: Classificação do IET da transparência de acordo com Toledo Jr et al (1983)

Classificação de IET S (m) -Toledo Jr et al (1983)							
	P1	P2	P3	P4			
Coleta 1	68,34 hiper	48,74 oligo	55,12 meso	50,96 oligo			
Coleta 2	57,75 meso	40,66 ultra	41,89 ultra	47,74 oligo			
Coleta 3	50,96 oligo	30,37 ultra	23,41 ultra	21,11 ultra			
Coleta 4	42,89 ultra	25,1 ultra	21,89 ultra	18,23 ultra			

Com base nos níveis de pluviosidade para os meses de coletas e também os valores médios do índice de estado trófico de Toledo Junior et al. (1983) para a profundidade no período de estudo a Figura 10, demonstra que, os valores para os índices de pluviosidade são inversamente proporcionais aos valores de IET de transparência, ou seja, quanto maior o nível de chuva, menor será o valor da transparência da água. Esse fato pode ser observado em 3 das 4 coletas realizadas, sendo diferente apenas na coleta 3, em novembro de 2010, onde a pluviosidade foi de 138,9 mm e o valor médio do IET da profundidade foi de 31,46 m.

Apesar dos altos níveis de pluviosidade no período de estudo, em comparação com outros estudos como Leal (2006), os valores de transparência para o BSJD são considerados mais elevados do que em outros corpos d'água.

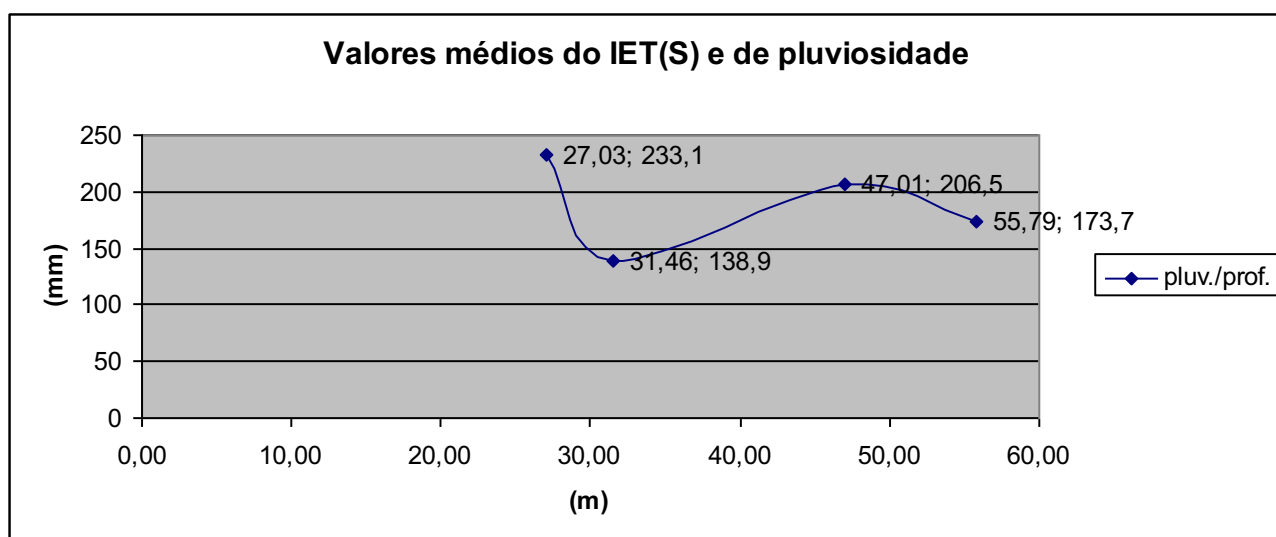


Figura 10: Valores de pluviosidade e do IET de Toledo Junior et al. (1983) de transparência para o período de estudo.

6.6 Classificação IET

Os valores de IET das 4 coletas, nos meses de fevereiro, março e novembro de 2010 e janeiro de 2011, calculados pelo método de Carlson (1977) e modificado por Toledo Junior et al. (1983) estão indicados na Tabela 15.

Essa tabela mostra que o maior valor de IET obtido foi na coleta 2, no mês de março de 2010, na amostra de fundo do P2, atingindo o valor de $68,75 \mu\text{g.L}^{-1}$, e o

menor valor observado foi na coleta 1, no mês de janeiro de 2010, atingindo apenas $17,46\mu\text{g.L}^{-1}$, na amostra de meio no P3.

Tabela 15: Valores de IET médio de Toledo Jr et al. (1983) obtidos no período de estudo

Valores de IETm ($\mu\text{g.L}^{-1}$) -Toledo Jr et al (1983)					
		P1	P2	P3	P4
Coleta 1	A	79,86	177,97	55,34	65,18
	B	83,18	62,98	62,89	63,71
	C	21,82	64,33	92,68	76,46
		P1	P2	P3	P4
Coleta 2	A	73,91	104,28	102,6	170,26
	B	63,32	59,49	64,22	63,52
	C	44,28	62,12	92,5	64,77
		P1	P2	P3	P4
Coleta 3	A	168,21	37,6	10,34	18,69
	B	40,82	25,92	38,04	90,7
	C	77,31	61,38	60,63	64,32
		P1	P2	P3	P4
Coleta 4	A	60,16	10,71	54,82	88,21
	B	21,5	32,82	20,35	28,82
	C	69,25	52,54	37,54	42,87

A tabela 16 permite ver a classificação da água coletada de acordo com os critérios utilizados pelo IET de Toledo Junior et al (1983). Observou-se 4 níveis diferentes de classificação para todo o trecho estudado, sendo estas, eutrófica, oligotrófica, mesotrófica e hipereutrófica, predominando, porém, a classificação Eutrófica.

Para Toledo Junior et al. (1983), houve um aumento no número de ambientes nas condições de baixa trofia (ultraoligotrófica e oligotrófica) e uma diminuição no número de pontos com condições de alta trofia (eutrófico a hipereutrófico), mostrando uma melhora na qualidade dessa água.

Os resultados elevados registrados para o IET no período chuvoso, durante todo o período do trabalho, estão associados à menor transparência da água e maiores concentrações de fósforo total determinadas nesse período, mantendo o reservatório classificado principalmente como eutrófico (LOPES et al., 2005).

Tabela 16: Classificação do IET de Toledo Jr et al. (1983) para o período de estudo

Classificação IETm-Toledo Jr et al. (1983)						
COLETA 1		A		B		C
P1	79,86	hiper	83,18	hiper	21,82	oligotrófico
P2	177,97	hiper	62,98	eutrófico	64,33	eutrófico
P3	55,34	eutrófico	62,89	eutrófico	92,68	hiper
P4	65,18	eutrófico	63,71	eutrófico	76,46	hiper
COLETA 2		A		B		C
P1	73,91	eutrófico	63,32	eutrófico	44,28	meso
P2	104,28	hiper	59,49	eutrófico	62,12	eutrófico
P3	102,6	hiper	64,22	eutrófico	92,5	hiper
P4	170,26	hiper	63,52	eutrófico	64,77	eutrófico
COLETA 3		A		B		C
P1	168,21	hiper	40,82	oligotrófico	77,31	hiper
P2	37,6	oligotrófico	25,92	oligotrófico	61,38	eutrófico
P3	10,34	oligotrófico	38,04	oligotrófico	60,63	eutrófico
P4	18,69	oligotrófico	90,7	hiper	64,32	eutrófico
COLETA 4		A		B		C
P1	60,16	eutrófico	21,5	oligotrófico	69,25	eutrófico
P2	10,71	oligotrófico	32,82	oligotrófico	52,54	meso
P3	54,82	meso	20,35	oligotrófico	37,54	oligotrófico
P4	88,21	hiper	28,82	oligotrófico	42,87	oligotrófico

Para os valores do IETm do corpo d'água através do Índice de Lamparelli (2004), que é utilizado atualmente pela CETESB na avaliação dos graus de trofia dos corpos hídricos lênticos do Estado de São Paulo, apresenta-se a Tabela 17. Essa tabela mostra que o menor valor obtido para Lamparelli (*op cit.*) foi na coleta 1, no mês de janeiro de 2010, na amostra de meio do P3, atingindo o valor de $33,66\mu\text{g.L}^{-1}$. O valor máximo obtido foi na coleta 3, no mês de novembro de 2010, atingindo $52,06\mu\text{g.L}^{-1}$, na amostra de fundo do P2.

Tabela 17: Valores de IET médio de Lamparelli (2004) obtidos no período de estudo

Valores de IETm ($\mu\text{g.L}^{-1}$) -Lamparelli (2004)					
		P1	P2	P3	P4
Coleta 1	A	39,58	37,51	40,55	41,84
	B	40,26	41,91	33,66	40,65
	C	48,57	39,91	46,23	41,24
		P1	P2	P3	P4
Coleta 2	A	43,44	45,72	46,43	45,58
	B	47,15	46,44	44,69	43,64
	C	49,18	51,89	48,02	43,82
		P1	P2	P3	P4
Coleta 3	A	42,21	45,26	44,03	42,71
	B	42,59	41,92	41,81	42,48
	C	50,45	52,06	44,68	50,28
		P1	P2	P3	P4
Coleta 4	A	38,67	38,66	42,43	42,66
	B	38,84	40,98	39,53	40,49
	C	47,17	47,04	44,43	46,67

A tabela 18 mostra a classificação do corpo d'água estudado de acordo com os parâmetros adotados por Lamparelli (2004), e classifica de acordo com a maioria dos pontos amostrados o trecho analisado como Ultraoligotrófico. Apesar dessa classificação, pode-se observar mais 2 diferentes tipos de grau de trofia, como oligotrófico, mesotrófico, porém, todas essas classificações indicam uma pequena degradação da área de estudo, baixo grau de eutrofização.

A classificação como ultraoligotrófico obtida através do método de Lamparelli (2004) demonstra o contrário da classificação estabelecida por Toledo Jr et al. (1983), que classifica o mesmo corpo d'água como Eutrófico.

Sendo assim, de acordo com Toledo Junior et al. (*op cit*) o corpo d'água analisado deveria se apresentar com elevado enriquecimento de nutrientes, muito crescimento planctônico, extensa área coberta com plantas aquáticas, muita acumulação de sedimentos no fundo e baixos níveis de oxigênio dissolvido no fundo. Já por Lamparelli (2004), o mesmo reservatório deve apresentar águas claras, baixo enriquecimento com nutrientes, pouco desenvolvimento planctônico, bem como poucas plantas aquáticas e elevado teor de oxigênio dissolvido.

Tabela 18: Classificação do IET de Lamparelli (2004) para o período de estudo

Classificação IETm- Lamparelli (2004)						
COLETA 1	A		B		C	
P1	39,58	ultra	40,26	ultra	48,57	oligotrófico
P2	37,51	ultra	41,91	ultra	39,91	ultra
P3	40,55	ultra	33,66	ultra	46,23	ultra
P4	41,84	ultra	40,65	ultra	41,24	ultra
COLETA 2						
	A		B		C	
P1	43,44	ultra	47,15	oligotrófico	49,18	oligotrófico
P2	45,72	ultra	46,44	ultra	51,89	oligotrófico
P3	46,43	ultra	44,69	ultra	48,02	oligotrófico
P4	45,58	ultra	43,64	ultra	43,82	ultra
COLETA 3						
	A		B		C	
P1	42,21	ultra	42,59	ultra	50,45	oligotrófico
P2	45,26	ultra	41,92	ultra	52,06	meso
P3	44,03	ultra	41,81	ultra	44,68	ultra
P4	42,71	ultra	42,48	ultra	50,28	oligotrófico
COLETA 4						
	A		B		C	
P1	38,67	ultra	38,84	ultra	47,17	meso
P2	38,66	ultra	40,98	ultra	47,04	meso
P3	42,43	ultra	39,53	ultra	44,43	ultra
P4	42,66	ultra	40,49	ultra	46,67	ultra

Levando em consideração que a UGRHI 18 apresenta o maior percentual de coleta de esgotos no Estado de São Paulo, atingindo um índice de 97%. Do total de esgotos coletados, 97% recebem tratamento, e a maioria dos corpos d'água, incluindo o Baixo São José dos Dourados, apresentou condição média anual mesotrófica, sendo que, de um modo geral, o diagnóstico da qualidade exibiu uma piora com relação ao ano anterior (CETESB, 2009), a classificação de Toledo Jr et al. (1983), estabelece um nível acima de eutrofização para o corpo hídrico, enquanto que o método de Lamparelli (2004) prevê um nível abaixo no grau de eutrofização do BSJD.

Durante a pesquisa observou-se vários aspectos visuais diferentes nos pontos de coleta e no seu entorno. Nos meses de fevereiro e março de 2010 o corpo hídrico apresentava moderado enriquecimento com nutrientes, aparente crescimento planctônico, alguma acumulação de sedimentos no fundo, comprovada pelos altos

valores de fósforo, ortofosfato e clorofila-a obtidos, e também uma considerável quantidade de macrófitas, em especial a do gênero *Egeria*, não descartando outras espécies.

Nos meses de novembro de 2010 e janeiro de 2011 os aspectos observados eram diferentes dos anteriores. Apesar do corpo hídrico ainda apresentar enriquecimento com nutrientes, em especial o fósforo, havia ainda alguma acumulação de sedimentos no fundo, porém, aparentemente o crescimento planctônico e o número de macrófitas eram menores em relação aos meses anteriores.

Sendo assim, através dessas análises visuais pode-se concluir que o corpo d'água estudado apresentou características das duas classificações e essas características indicam que nas últimas décadas esse corpo hídrico sofreu alterações significantes na qualidade de suas águas

A UGRHI 19, no Baixo Tietê, próxima à unidade estudada, apresenta 10 pontos de amostragem pela CETESB, sendo 2 desses pontos no Reservatório de Três Irmãos, no município de Pereira Barreto. Na última amostragem em 2009, esses pontos classificaram a qualidade da água como ÓTIMA, sendo que a mesma análise para a Unidade 18 obteve a classificação BOA. Em relação ao IET, a classificação do Reservatório de Três Irmãos, na unidade 19 foi a mesma que na unidade 18, mesotrófica (CETESB, 2009).

7 CONCLUSÃO

De acordo com Igrécias (2009), a 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. O Baixo São José dos Dourados obteve predominantemente duas classificações diferentes para cada índice utilizado, ultraoligotrófico e eutrófico,.

Tendo em vista os estudos já realizados entende-se que o índice modificado é mais adequado para a classificação do presente reservatório, sendo que a utilização de um índice, ao invés de um parâmetro isoladamente, permite a obtenção de resultados mais confiáveis (NAVALI, 2004).

Para promover uma melhoria da qualidade e redução da degradação desse corpo hídrico são necessárias atitudes de recuperação, prevenção e preservação do ambiente.

Notou-se que no método proposto por Lamparelli (2004), o IET apresentou maior suscetibilidade às mudanças, aumentando desta forma o nível das classificações tróficas. Entretanto, embora o método de Toledo Junior et al. (1983) apresente menores níveis de classificação, a sua variação numérica é maior, sendo capaz de detectar concentrações bem menores.

Dessa forma, em termos de aplicação, pode-se considerar que o melhor índice adotado durante o período de estudo no reservatório foi o de Toledo Junior et al. (1983), pois este foi capaz de detectar baixos valores de concentrações dos parâmetros analisados.

Pode-se concluir também que a utilização do IET é uma maneira bastante prática se de avaliar a qualidade de corpos d'água, facilitando a interpretação e divulgação dos resultados obtidos e, quando aplicado a corpos aquáticos de uma mesma região, permite a rápida avaliação comparativa do estado trófico dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ATTAYDE, J. L.; BOZELLI, R. L. Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Canada, v. 55, n. 8, p. 1789-1797, 1998.

AZEVEDO, S. M. F. O. et al. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru – Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF TOXICOLOGY, TOXICOLOGY, 9., 2002, Brisbane. *Anais...* Brisbane: Australis, 2002. p. 441-446.

BARKO, J. W.; SMART, R. M. Mobilization of sediment P by submerged freshwater macrophytes freshwater. *Biology*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 229-38, 1980. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2427.1980.tb01198.x/abstract>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

BARRETO, P. R.; GARCIA, C. A. B. Caracterização da qualidade da água do açude Buri–Frei Paulo/SE. *Revista Scientia Plena*, Sergipe, v. 6, n. 9, p. 1-21, 2010.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology Oceanography*, Grafton, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.

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

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2000/ CETESB*. São Paulo: Série Relatórios-Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2001. v. 1-2, p. 214. Relatório anual.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006/ CETESB*. São Paulo: Série Relatórios-Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007. v. 1-2, 327. 1 CD-ROM. Relatório anual.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2007 / CETESB*. São Paulo: Série Relatórios-Secretaria de Estado do meio ambiente, 2008. v. 1, 540 p. Relatório anual.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB.
Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2008 / CETESB. São Paulo: Série Relatórios-Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009. v. 1, 531 p. Relatório anual.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 357/05. *Diário Oficial da União*, seção 1, Distrito Federal, Brasil, p. 58-63, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

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

DEVLIN, M. J.; BRODIE, J. Terrestrial discharge into the great barrier reef lagoon: nutrient behavior in coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, Inglaterra, v. 51, n. 1-4, p. 9-22, 2005.

DUARTE, M. A. C. et al. O índice do estado trófico de carlson (IET) aplicado em corpos aquáticos Lênticos do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., 1997, Lima. *Anais...* Lima: [s.n.], 1997. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/bracca161.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE ÁGUA - SEADE. *Pesquisas de condições de vida de 2007*. São Paulo em Perspectiva: São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/pcv/index.php>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

GARCIA, C. A. B. Barragem jacarecica I - estado trófico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2007. p. 10.

GOLTERMAN, H. L; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2. ed. Oxford: Blackweel Scientific Publications, 1978. p. 213. (I.B.P., 8).

HAVENS, K. E. et al. N:P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution. *Environmental Pollution*, Florida, v. 122, n. 3, p. 379-390, 2003.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. *Abastecimento de água para consumo humano*. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 859 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo demográfico de 2007: resultados de universo*. [S.l.: s.n., 2008?]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

IGRÉCIAS, L. F. M. *Avaliação da influência do entorno e do canal de Pereira Barreto na qualidade da água do Baixo São José dos Dourados*. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Rio São José dos Dourados - UGRHI 18: relatório final*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 274.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. *Plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Rio São José dos Dourados - UGRHI 18: relatório final*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 274.

LAMPARELLI, M. C. *Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. 2004. 238 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, 2004.

LEAL, P. R. *Avaliação de indicadores do estado trófico de uma lagoa costeira: lagoa de Jacuném*. 2006. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia)- Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

LOPES, L. G.; AMARAL, L. A.; HOJAIJ, A. Seleção de indicadores para gestão da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal – SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 732-741, 2010.

MARCHI, S. R. et al. Depósitos de calda de pulverização nas faces adaxial e abaxial de folhas de *Eichornia crassipes* dispostas em diferentes ângulos. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p.311-319, 2005.

MARKER, F. H. et al. The measurement of photosynthetic pigments in freshwater and standartization of methods:conclusions and recomendations. *Archiv fur Hydrobiologie*, Stuttgart, v. 14, p. 91-106, 1980.

MARTINS, D. ET al. Caracterização Genética de Acessos de Egéria (Egeria Spp.) coletados no Estado de São Paulo utilizando RAPD¹. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 21, p. 1-6, 2003. Edição Especial.

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 em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos – EESC, Universidade de São Paulo - USP, 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. *International Review ges Hydrobiologie*, Leipzig-Alemanha, v. 63, n. 6, p. 787-800, 1978.

NAVAL, L. P.; SILVA, C. D. F. . Comportamento dos Índices do estado trófico de carlson (IET) e modificado (IETm) no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 29., 2004, San Juan. *Anais....* San Juan: Porto Rico, 2004. p. 6, Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/tocan.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2010.

NUSCH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Archiv fur Hydrobiologie. Beih. Ergebn. Limnol.*, Alemanha, v. 14, p. 14-36, 1980.

NUSCH, E. A.; PALME, G. Bilogische methoden für die praxis der gewässeruntersuchung. *Gas. Wasser/Abwasser*, Zurich, n. 116, p. 562-565, 1975.

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- EESC, Universidade de São Paulo- USP, São Carlos, 2003.

PEREIRA, K. C.; PASCHOAL, L. R. P.; RIGOLIN, S. O. Comparação entre dois índices de estado trófico para as UHE Marechal Mascarenhas de Moraes e UHE Luiz Carlos Barreto de Carvalho da bacia hidrográfica do médio Rio Grande- MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. *Anais...* São Lourenço, 2009. p. 2.

PLANEJAMENTO e gerenciamento de lagos e reservatórios: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização. Osaka: IETC – UNEP, 2001. 383 p. (Série de publicações técnica).

PRADO, R. B. Manejo integrado de reservatórios destinados a uso múltiplo como perspectiva de recuperação da qualidade da água. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola de Engenharia de São Carlos. Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. *Engenharia ambiental CRHEA-SH. recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado*. São Carlos: CRHEA - SHS – EESC/USP, 2002. p. 193-208. (Série Ciências da Engenharia Ambiental).

RODRIGUES, T. R. I.; ROCHA, A. M.; PEREZ FILHO, A. Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados-SP por sistemas de informações geográficas e imagem de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: INPE, 2007. p. 6091-6097. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.21.45.01/doc/6091-6097.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2010.

ROCHA, R. R. A.; MARTIN, E. S. Análise preliminar do estado ambiental do córrego água da lavadeira, Rancharia - SP: análise física e química da água. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Três Lagoas, v. 2, n. 2, p. 15, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. As UGRHs no contexto das Regiões/Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo. In: _____. *Plano estadual de recursos hídricos: 2004/2007: resumo*. São Paulo: DAAE, 2006. p. 81-91. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/1133/perh.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2010.

SETTI, A. A. et al. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica/ Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. p. 207.

SOUSA, W. *Comunidades zooplânctônicas como bioindicadoras da qualidade da água de quatro reservatórios da região semi-árida do Rio Grande do Norte*. 2007. Dissertação (Mestrado)- Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. In: _____. *Gerenciamento da qualidade da água de represas*. São Carlos: ILEC/IIE, 2000. 280 p.

TANGERINO, E. P. et al. Remoção de células de cianobactérias utilizando filtração em múltiplas etapas, com e sem uso de mantas texturizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL- ABES, 23., 2005, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. p. 5.

TOLEDO JUNIOR, A. P. et al. 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 Camboriú. *Anais...* Rio de Janeiro, 1983. p. 1-34

TUNDISI, J. G. *Limnologia e manejo de represas*. São Carlos: UFSCAR, 1988. p. 506.

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

TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: RiMa, 2003. 248 p.

VELINI, E .D. et al. Caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE americana relacionados à ocorrência de plantas aquática. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 215-223, 2005.

VILAR, M. S. A. *Condições ambientais e da qualidade da água no processo de eutrofização de açudes em cascata no semi-árido paraibano*. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual da Paraíba, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2009.

Von SPERLING, E. Avaliação do estado trófico de lagoas e reservatórios tropicais. *Revista Bio*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 68-76, 1994.

Von SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte - MG: DESA-UFMG, 1996. p. 243.

WETZEL, R. G. *Limnologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 919 p.