



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONSIDERAÇÕES ACERCA DA QUALIDADE DA ÁGUA E NÍVEL TRÓFICO DA BACIA DO RIO PACIÊNCIA (MA)

Allana Pereira Costa^(a), Elna Lucilia Santos Corrêa^(b), Manuela Costa da
Rocha^(c), Karina Suzana Feitosa Pinheiro^(d)

^(a)Bacharel em Geografia (UEMA), Email: allanapcosta10@gmail.com;

^(b)Bacharel em Geografia (UEMA), Email: elna.correa@hotmail.com;

^(c)Graduanda em Geografia, Departamento de História de Geografia/UEMA, Email: manuelacost.r@gmail.com;

^(d)Engenheira de Minas, Mestre em Mineração e Geologia, Prof. Departamento de História de Geografia/ UEMA,
Email: karina17.uema@gmail.com.

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

O Brasil apresenta grande disponibilidade de água em seus mananciais. Nessa conjuntura, o rio Paciência, localizado na Ilha do Maranhão destaca-se pela sua importância local. No entanto, este rio vem sofrendo comprometimento da qualidade de suas águas, consequência do processo de uso e ocupação dos espaços em sua bacia. Destacando-se como um dos principais problemas relacionados à qualidade de ambientes fluviais, a eutrofização, que consiste no processo em que o corpo d'água adquire elevados níveis de nutrientes (nitratos e fosfatos), é um indicador determinante da qualidade da água. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a qualidade da água e do estado trófico nessa bacia hidrográfica através dos parâmetros físico-químico evidenciando os trechos mais comprometidos. Os resultados das análises foram comparados com a CONAMA N°. 357/05 que indicaram uma situação preocupante quanto à qualidade da água na área de estudo.

Palavras chave: Qualidade de água; Eutrofização; Ilha do Maranhão.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

O Brasil é o país que apresenta maior quantidade de água doce no mundo armazenado em seus mananciais, sendo utilizados para as mais diversas finalidades, dentre elas: recreação, pesca, irrigação, geração de energia e abastecimento público. De acordo com a Agência Nacional de Água (ANA, 2013), os rios brasileiros apresentam boa ou ótima qualidade, mas, devido a contaminação por esgotos domésticos e resíduos sólidos industriais em áreas urbanizadas os mananciais vêm sendo degradados.

Nacionalmente, o Estado do Maranhão se destaca por possuir grande potencial hídrico, representado por doze regiões hidrográficas. Fazendo parte do Estado, a Ilha do Maranhão possui uma rica rede de drenagem, na qual se encontra o rio Paciência. Ele por décadas foi considerado um dos rios mais relevantes da ilha por desempenhar grande papel local, no abastecimento, além de servir como fonte de lazer em alguns trechos do seu curso.

No entanto, a partir da década de oitenta, intensificou-se a urbanização na Ilha do Maranhão e, mais especificamente, a partir da década de 90, a ocupação dos espaços na bacia do rio Paciência por loteamentos e condomínios. Nesse contexto, uma das adversidades promovidas pelo crescimento urbano é a eutrofização artificial, a qual consiste no processo em que o corpo d'água adquire níveis altos de nutrientes, principalmente fosfatos e nitratos, provocando acúmulo de matéria orgânica.

Segundo Smith e Schindler (2009), a eutrofização pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, na redução do oxigênio dissolvido, provocando crescimento excessivo de plantas aquáticas, mortandade de peixes e outras espécies aquáticas, além do comprometimento das condições mínimas para o lazer na água. Em razão disso, foram desenvolvidos vários índices e indicadores ambientais, com base em parâmetros físico-químicos e biológicos com intuito de avaliar a qualidade das águas.

Lamparelli (2004) afirma que dentre as variáveis estabelecidas para cálculo do IET o fósforo total é a mais importante, pois este nutriente é, na maioria das vezes, o fator limitante para a produção primária. A eutrofização, portanto, é um dos problemas que desperta mais



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

preocupação à qualidade das águas na atualidade, pois, possui como impacto alarmante o aumento das florações de algas, em particular, das cianobactérias que são potencialmente tóxicas, que podem modificar a qualidade das águas, sobretudo nas destinadas ao abastecimento público.

Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo de caracterizar o estado trófico das águas da bacia hidrográfica do rio Paciência na região centro-nordeste da Ilha do Maranhão, Brasil. Para tanto, pretende-se analisar os parâmetros físico-químicos das águas superficiais, analisar o índice de estado trófico segundo o modelo proposto por Carson (1977), Toledo *et. al* (1983, 1984, 1990), Yoshimi (1987), Lamparelli (2004) e Sorrel (2006) e assinalar os pontos amostrais ou trechos de maior comprometimento a luz do uso e ocupação no trecho investigado.

2. Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paciência situado na porção Nordeste da ilha do Maranhão, a qual está compreendida entre as coordenadas geográficas 02° 25' 30" a 02° 37' 30" de Latitude Sul e 44° 07' 30" a 44° 16' 30" de Longitude Oeste. Esta bacia é considerada uma das maiores bacias da localidade por abranger os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, e Raposa (Figura 1).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

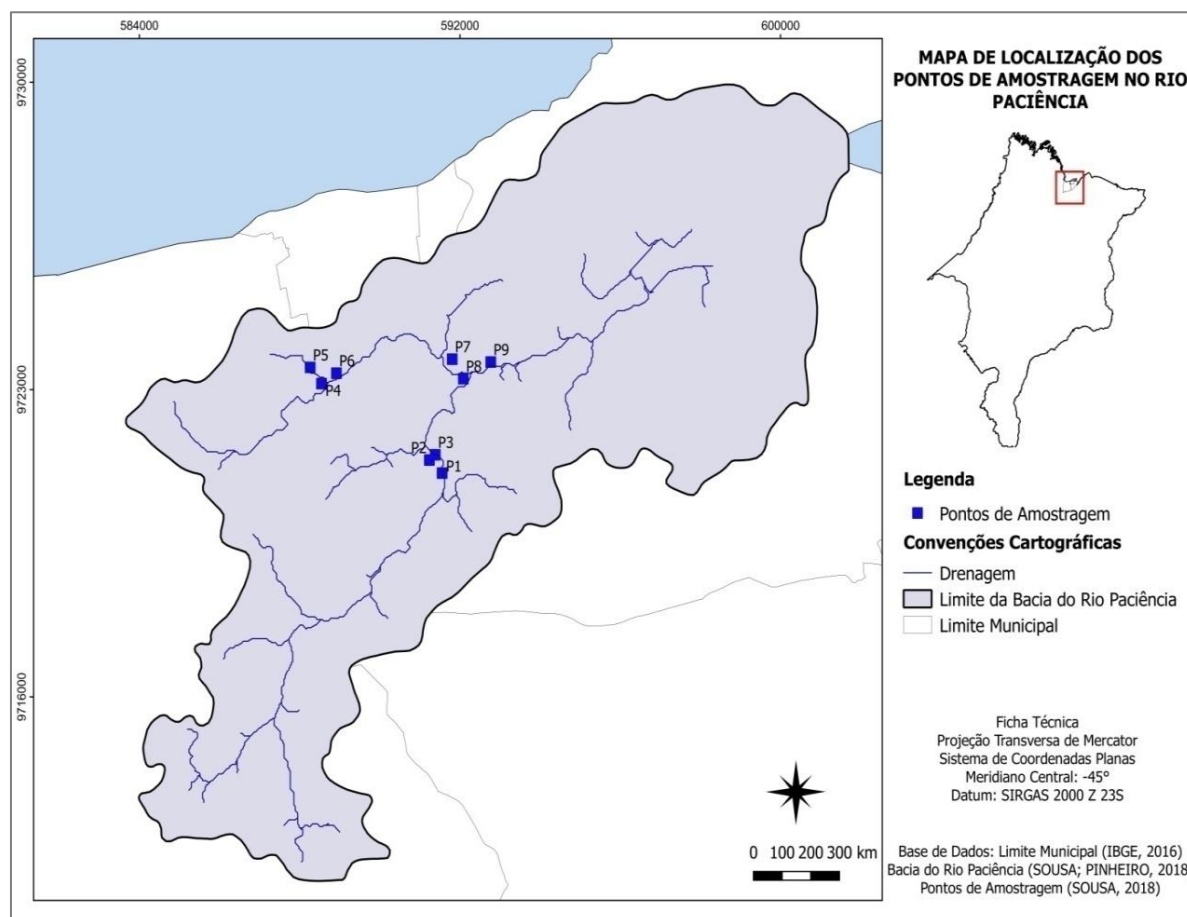


Figura 1 – Mapa de Localização dos pontos de amostragem da Bacia do Rio Paciência (MA)

Primeiramente foi realizada a coleta de amostragem conformidade ao Guia Nacional de Coleta e Preservação das Amostras (CETESB, 2011) e Norma Técnica da ABNT Nº 9898 (1997). O período, entre a coleta e, o início da análise, não foi superior a 24 horas para os parâmetros (SDT, nitrito, nitrato, amônia e fósforo), sendo os parâmetros temperatura, pH e O.D determinados *in loco*. Os nove pontos foram previamente selecionados, no *Google Earth*, sendo estes, posteriormente confirmados em campo com auxílio de GPS (*Global Positioning System*), modelo Garmin.

Para determinação dos parâmetros temperatura, pH e OD utilizou-se a Sonda Multiparâmetro da AKSO, modelo AK87 e determinação dos SDT, utilizou-se um medidor



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

portátil da *Water Quality*, modelo Meter 3. Para a determinação dos parâmetros nitrato, nitrito e amônia, utilizou-se Fotocolorímetro Multiparâmetro, equipamento de bancada, da Alfakit, modelo AT10P. O fósforo total foi determinado através de colorimétrica realizada pelo Método do Vanodomolibdico, conforme indicação do *Spectrokit da Alfakit*, adquirido para este trabalho, com auxílio de espectrofotômetro UV/VIS modelo DR 200 da marca HACH no Laboratório de Análise de Água e Alimentos no Prédio da Veterinária (CCA/UEMA).

Este método está descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water; 21^{ed}, 2005*. O Índice de Estado Trófico - IET da bacia foi determinado por modelos matemáticos paramétricos de acordo com os autores apresentados na Carson (1977), Toledo et al (1983, 1984, 1990), Yoshimi (1987), Lamparelli (2004), Sorrel (2006). Estes foram comparados, e desta forma, verificou-se o que melhor traduz o estado de trofia das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência. O cálculo foi realizado por ponto de amostragem.

3. Resultados e Discussão

Considerando o processo de uso e ocupação na bacia, assim como o comportamento das chuvas, mais especificamente no mês de dezembro, em observação a Resolução CONAMA N°. 357/2005 nas Classes 1,2 e 3, discute-se os resultados do comportamento dos parâmetros físico químico (Tabela 1).

A temperatura da água na bacia variou de 26,5°C a 27,5°C, constatando maior temperatura nos pontos P2 (riacho Itapiracó), P6 e P8 (rio Paciência/Maioba), em contrapartida no ponto P3 apresentou a menor temperatura, com valor de 26,5°C. Dessa forma, analisou-se o oxigênio dissolvido (OD) verificando os pontos onde a concentração de OD foram mais baixas (P4, P5 e P6). Em todos os pontos, a concentração de OD se encontra fora do padrão estabelecido pela legislação para a Classe 1 (não inferior a 6 mg. L⁻¹), Classe 2 (não inferior a 5 mg. L⁻¹) e Classe 3 (não inferior a 4 mg. L⁻¹).

Neste sentido, salienta-se que, os pontos P4, P5 e P6, em que a concentração de O.D encontra-se mais baixa, entende-se que seja prela presença do lançamento de efluentes



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

domésticos proveniente de condomínios construídos na área de bairros como Novo Cohatrac, por exemplo, e do lançamento de resíduos sólidos acumulados em alguns pontos ao longo do rio Paciência, mais especificamente no ponto P6. Os pontos P3 e P8, encontram-se com maior concentração de OD, mas, ainda assim fora do padrão estabelecido na legislação.

A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que os valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto os valores de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (CHAPMAN & KIMSTACH, 1996). Na bacia, o pH variou entre 6,64 (P2) a 7,73 (P6) e, conforme Resolução vigente, todos os pontos encontram-se em conformidade e na condição de alcalinidade na sua maioria, com exceção, do ponto P2, que se apresentou levemente ácido.

Diante do exposto, entendemos que a diminuição da concentração do OD nas águas está diretamente relacionada ao lançamento de esgotos domésticos, assim como a elevação do pH está relacionado provavelmente ao crescimento de macrófitas nas águas, que realizam a fotossíntese que, por conseguinte elevam o pH das águas, assim como, pela presença de sedimentos dissolvidos e efluentes domésticos.

Neste sentido, analisou-se o comportamento dos sólidos totais dissolvidos (STD) verificou-se que houve uma variação entre 74 mg.L^{-1} (P2) e 375 mg.L^{-1} (P5). Com relação aos STD, os pontos estudados encontram-se em conformidade com o padrão estabelecido, que é no máximo 500 mg.L^{-1} , ou seja, todos estão abaixo desse valor. Ainda assim, quando se analisa o comportamento conjuntamente com outros parâmetros de qualidade, ou seja, com os resultados de OD e pH, verifica-se que os pontos P4, P5 e P6 estão em situação de maior comprometimento no que diz respeito ao comportamento destes parâmetros.

No resultado alcançado para o parâmetro Fósforo, todos os pontos se mostraram fora da média permitida já que a mesma estabelece valores inferiores a $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$. Em sequência registrou-se valor máximo no P5, com $1,92 \text{ mg.L}^{-1}$. Este parâmetro, a exemplo dos anteriormente analisados, é devido a fontes de contaminação, principalmente por esgotos domésticos, agravando a situação no local.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ressalta-se que a alteração gradativa no corpo d'água dos nutrientes como o fósforo e/ou nitrogênio total ou nas formas de nitrito e nitrato podem causar a redução do oxigênio dissolvido propiciando o surgimento da eutrofização. Neste trabalho os teores médios de nitrato mais relevantes foram 0,49 mg. L⁻¹ encontrados no P5, o qual, não atingiu o limite estabelecido de 10 mg. L⁻¹.

Dessa forma o nitrato e nitrito são considerados contaminantes ambientais de grande escala nos recursos hídricos, contudo, nas coletas realizadas para este trabalho foram verificados a maior concentração de nitrito no ponto P5 com 0,04mg. L⁻¹, e menor representatividade nos pontos P2, P3 e P7 com 0,01 mg. L⁻¹, sendo zero nos pontos P8 e P9. Apesar do registro de nitrito nos pontos estudados, evidencia-se, conforme Resolução CONAMA N° 357/2005 para as classes em estudo que, todos encontram-se dentro do padrão permitido, ou seja, ≤ 1 mg. L⁻¹.

Porém, nesta pesquisa identificou-se que a principal causa da inclusão desde componente foi por meio do esgoto doméstico proveniente dos bairros adjacentes aos pontos como descrito anteriormente. Na pesquisa em questão, a amônia foi verificada com maior concentração no ponto P6 com 0,10 mg. L⁻¹, nos pontos P4 e P5 identificou-se a diminuição com valores de 0,08 mg. L⁻¹. No ponto P1 houve uma redução gradativa apresentando valor de 0,06 mg. L⁻¹ e de 0,01 mg/L nos pontos P3, P8, P9.

Nesse contexto podemos observar que, todas essas variáveis correlacionadas corroboram para o entendimento de que, o lançamento de esgoto domésticos e acúmulo de resíduos sólidos, quer seja pelo lançado *in natura* no manancial, ou o escoamento do chorume devido ao acúmulo deste nas margens, interferem na qualidade das águas. A construção de residenciais como Pinheiros II, Novo Horizonte II, Carolina dentre outros contribuíram para o lançamento de sedimentos principalmente no riacho Turu. Como resultado disso, os pontos P4, P5 e P6 são os mais comprometidos.

De acordo com Carso (1977), Toledo *et. al* (1983,1984,1990), Yoshimi (1987) e Sorrel (2006), o Índice de Estado Trófico dos pontos de estudo classificam-se no estado



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ultraligotrófico, ou seja, corpos de água afetados pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a aflorações de algas ou mortandade de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas. Porém, na classificação de Lamparelli (2004) a área de estudo encontra-se em estado oligotrófico no P1 e mesotróficos nos demais pontos, ou seja, indicando a bacia, no que diz respeito aos pontos estudados com produtividade intermediária e possíveis implicações sobre a qualidade da água.

Tabela 1 – Resultados dos parâmetros físico-químicos CONAMA 357/05

Parâmetros	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	Média	Resolução Conama No 357/2005. (Classe 1)	Resolução Conama No 357/2005. (Classe 2)	Resolução Conama No 357/2005. (Classe 3)
Temperatura (oC)	26,90	27,50	26,50	26,80	27,30	26,80	26,70	27,40	26,70	26,96	-	-	-
pH	7,37	6,64	7,32	7,32	7,38	7,43	7,25	7,26	7,34	7,26	Entre 6,0 e 9,0.	Entre 6,0 e 9,0.	Entre 6,0 e 9,0.
OD (mg/l)	0,19	0,23	0,28	0,14	0,18	0,16	0,28	0,31	0,24	0,22	não inferior a 6 mg/L O2	não inferior a 5 mg/L O2	não inferior a 4 mg/L O2
STD (mg/l)	345,00	74,00	333,00	367,00	375,00	364,00	292,00	297,00	330,00	308,56	500 mg/l	500 mg/l	501 mg/l
Amônia (mg/l)	0,06	0,02	0,01	0,08	0,08	0,10	0,02	0,01	0,01	0,04	3,5 mg/l	3,5 mg/l	13,3 mg/l
Nitrato (mg/l)	0,39	0,09	0,09	0,38	0,49	0,43	0,08	0,03	0,06	0,23	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N
Nitrito (mg/l)	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N
Fósforo (mg/l)	0,42	1,11	0,79	1,22	1,92	1,25	0,79	0,97	0,82	1,03	0,1 mg/L P	0,1 mg/L P	0,15 mg/L P

Fonte: PINHEIRO, 2018.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

4. Considerações Finais

Os resultados alcançados nas análises realizadas nos nove pontos da bacia hidrográfica do rio Paciência indicam uma situação preocupante quanto a qualidade das suas águas superficiais. Porém, na metodologia proposta por Carson (1977), Toledo (1983, 1984, 1990), Yoshimi (1987) e Sorrel (2006) a área de estudo se encontra em estado ultraoligotrófico.

No entanto, apesar desse corpo hídrico receber grande quantidade de efluentes ao longo do seu curso, verifica-se uma condição ainda de estado trófico: Oligotrófico e Mesotrófico segundo Lamparelli (2004), a qual melhor representa a atual situação das águas da bacia. Esse quadro de poluição do rio pode ser revertido se forem adotadas sucessivas medidas para diferentes fatores como tratamento de efluentes domésticos e destinação adequada dos resíduos sólidos, assim como a conservação das matas ciliares.

Conclui-se que a caracterização das águas por parâmetros físico e químico é de extrema importância como indicador de sua qualidade, e que reflete o uso e ocupação do solo na bacia, e o nível de consciência da população e atuação efetiva do poder público na região.

5. Referências Bibliográficas

ANA- **Unidade 2 bases conceituais para monitoramento de águas.**2013.Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/76/4/Unidade_2.pdf>. Acessado em: 04 de jun. 2018.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Walter quality assessments** – a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2. Ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. P.74-133.

CETESB- **“Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem”**. In: Série Relatórios/CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2009. 2ª edição. Apêndice A. São Paulo/SP, Brasil. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2011.

CONAMA. **Resolução N° 357/2005 Ministério do Meio Ambiente Resolução.** Disponível em:<www.mma.gov.br/port/conama/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf>. Acesso em: 05 de jan. 2019.

MACEDO, Lucio Antônio Alves. **Qualidade Ambiental dos Rios da Ilha de São Luís.** Ed. UEMA, 2003.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.