

# ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO BALNEÁRIO VENEZA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO ITAPECURU, MA

M. Euba Neto<sup>1</sup>, W.O. da Silva<sup>1</sup>, F.C. Rameiro<sup>1</sup>, E.S. do Nascimento<sup>2</sup>, A. de S. Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Estudos Superiores de Caxias, Morro do Alecrim, s/nº, CEP 65600-000, Caxias, MA, Brasil. E-mail: meuban@hotmail.com

## RESUMO

A disponibilidade de alguns nutrientes inorgânicos e certos agentes microbiológicos em água indica o nível de qualidade em que ela se encontra, sendo um indicador fundamental para o monitoramento da vida em meios aquáticos. Com o presente estudo objetivou-se avaliar a balneabilidade das águas do Balneário Venezia pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru na Cidade de Caxias, MA, por meio dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. O estudo foi desenvolvido no período de julho a dezembro de 2010. Os parâmetros estudados foram determinados pelo método químico de análise titrimétrica e pelo método físico de análise espectrofotométrica. Os parâmetros microbiológicos de identificação de coliformes fecais e totais foram realizados pela técnica dos tubos múltiplos. Nesse período observaram-se níveis de fósforo (fosfato e fósforo total) acima dos valores máximos permitidos, ocasionando assim baixos níveis de oxigênio dissolvido na água desencadeando o processo de eutrofização, com desequilíbrio para o metabolismo do ecossistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eutrofização, contaminação microbiológica, impactos ambientais.

## ABSTRACT

PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF WATERS OF THE VENEZA BALNEARY IN THE MIDDLE ITAPECURU HYDROGRAPHIC BASIN, MARANHÃO, BRAZIL. The availability of inorganic nutrients and certain microbiological agents indicates the quality of the water where this availability is found, and is thus a key indicator for monitoring aquatic life. In this context, the present study was aimed to to evaluate the bathing waters of the Venezia Resort located in the Itapecuru river basin in Caxias, state of Maranhão, Brazil, according to physical, chemical and microbiological parameters. The study was conducted from July to December 2010. The parameters studied were determined by titrimetric chemical analysis and the physical method of spectrophotometric analysis. The microbiological parameters for identification of fecal coliforms were determined using the multiple tubes method. During this period there were levels of phosphorus (phosphate and total phosphorus) above the maximum allowed, thus causing low levels of dissolved oxygen in the water, beginning the process of eutrophication, disequilibrium with the metabolism of the ecosystem.

**KEY WORDS:** Eutrophication, microbiological contamination, environmental impacts.

## INTRODUÇÃO

A pressão das mudanças dos hábitos de higiene e da necessidade de se alcançar uma produtividade cada vez maior de alimentos e produtos industriais tem feito com que a demanda de água no mundo aumente mais rapidamente do que a população (REBOUÇAS, 2001).

Infelizmente, no cenário atual, é predominante o mau uso das águas, e isto vem causando a sua escassez relativa e a degradação de sua qualidade. Não sendo diferente a realidade do Rio Itapecuru,

onde é observada uma profunda antropização, consequência de ações criminosas desenvolvidas ao longo de suas margens e de suas cabeceiras, ocasionando assoreamento, rebaixamento do volume das águas, poluição orgânica e industrial, e escassez da fauna aquática.

A utilização indiscriminada de fertilizantes químicos e agrotóxicos na agricultura tem modificado drasticamente as características dos ecossistemas aquáticos continentais (PREVIATO, 2009). Esse processo é conhecido como eutrofização artificial que, além de reduzir sensivelmente a qualidade da água, produz

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil.

profundas alterações no metabolismo de todo o ecossistema (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Existem muitos parâmetros por meio dos quais se avalia a qualidade das águas. Neste trabalho priorizaram-se alguns dos mais significativos critérios de variáveis quantitativas de análise da água para avaliá-la à luz das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N°. 274/00 e 357/05 (CONSELHO..., 2000; 2005).

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30° C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades (CETESB, 2001).

O pH exerce influência direta e indireta sobre os ecossistemas aquáticos naturais; no primeiro, em função dos efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, no segundo, por contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, em condições específicas de pH, ou até mesmo sobre a solubilidade de nutrientes (CAMARGO *et al.*, 2009).

Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais de acordo com a Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 a 9 (CONSELHO..., 2005).

A alcalinidade da água é representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato (STANDARD..., 2005). Todos os íons causadores da alcalinidade têm características básicas, sendo assim, reagem quimicamente com soluções ácidas, ocorrendo a reação de neutralização (SANTOS, 2010).

A dureza total depende das concentrações de sais bivalentes, principalmente cálcio e magnésio (MAGALHÃES *et al.*, 2002).

Acidez representa o teor de dióxido de carbono livre, de ácidos minerais, de ácidos orgânicos e sais de ácidos fortes, os quais na hidrólise produzem íons de hidrogênio para a solução (ANDRADE; MACEDO, 1996).

O fósforo é um elemento de destacada importância para a produtividade da água. Sua concentração dentro dos organismos vivos é bem maior do que fora deles, se comparada com outros elementos. A ausência de fósforo pode ser o maior obstáculo ao incremento da produtividade da água (JAMES, 1985).

O nitrogênio também tem grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, com influência no processo de eutrofização (MACEDO, 2005). As principais formas de ocorrência de nitrogênio em água são: N<sub>2</sub>, compostos orgânicos, amônia (NH<sub>3</sub>) ou íon amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (CETESB, 2009). O teor de cloreto também pode ser

um indicativo de poluição por esgoto doméstico (LUCAS *et al.*, 2010).

No Brasil, o Ministério da Saúde determina, por meio da Portaria N°. 518 de 25 de março de 2004, como teor máximo o valor de 0,3 mg/L de ferro total na água potável, sendo este um dos contaminantes de águas subterrâneas, transmitindo cor e gosto desagradável a ela (BRASIL, 2004).

O oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de importância vital para os seres aquáticos aeróbicos. A introdução de OD no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico. A água contém uma série de micro-organismos, alguns naturais do ecossistema aquático e outros micro-organismos transitórios, provenientes do solo e de dejetos industriais e domésticos. O controle dessa população bacteriana é de fundamental importância, visto que densidades elevadas de micro-organismos na água podem determinar a deterioração de sua qualidade, com desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis e produção de biofilmes. Além disso, quantidades elevadas de bactérias podem atuar como patógenos oportunistas (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, entre outras), especialmente problemáticas para indivíduos debilitados imunologicamente (MACEDO, 2003).

Neste contexto, a importância da gestão dos recursos hídricos vem crescendo, fazendo com que seja necessário considerar o uso cada vez mais eficiente da água disponível.

A Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, estabelece parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos (COLUNA *et al.*, 2007).

Por meio desta pesquisa busca-se contribuir com a formação de um banco de dados das características físicas, químicas e microbiológicas das águas da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, em especial do Balneário Público Veneza em Caxias, Maranhão, subsidiando pesquisas em áreas afins como a biologia, a ecologia, a aquicultura, a agricultura, a agronomia, entre outras.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Itapecuru situa-se na parte centro-leste do Estado do Maranhão, entre as coordenadas 2°51' a 6°56' Lat. S e 43°02' a 43°58' Long W, abrange uma área de 52.972,1 km<sup>2</sup>, que corresponde a cerca de 16% das terras do Maranhão. Limita-se a Sul e Leste com a Bacia do Rio Parnaíba

através da Serra do Itapecuru, Chapada do Azeitão e outras pequenas elevações, a Oeste e Sudeste com a Bacia do Mearim e a Nordeste com a Bacia do Munim (ALCANTARA, 2004).

O Balneário Veneza, afluente do Rio Itapecuru, está localizado entre as coordenadas 04° 53' 05" S / 43° 22' 84" W. As águas minerais do minador da Veneza destinam-se ao Rio Itapecuru, percorrendo cerca de 100 m. A existência da nascente e ininterrupta fonte d'água que, depois de gerar um pouco mais abaixo um pequeno lago, transformou-se num alegre e improvisado balneário, com uma grande quantidade de plantas aquáticas como as macrófitas (ANTUNES, 2001).

### Localização das estações de coleta

Esse trabalho foi desenvolvido no Balneário Veneza, tendo como pontos de coletas quatro estações escolhidas de forma equidistantes, dentre elas estão: Estação A situada a cerca de 50 m das nascentes de água mineral, Estação B situada na região Norte do lago do balneário Veneza, Estação C situada a cerca de 50 m em relação à estação B (região central do balneário), Estação D situada a cerca de 50 m da estação C, antes do sangradouro do balneário, que finalmente encaminha o curso de água para o rio Itapecuru, como pode ser observado na Figura 1.

### Métodos de coleta e análise das amostras

O presente estudo foi desenvolvido em um período semestral abrangendo meio ciclo hidrológico compreendendo os meses de julho a dezembro de 2010, sendo as coletas realizadas a intervalos mensais, em um total de seis coletas no período amostral, sendo 24 amostras no total.

As amostras de água foram coletadas na região subsuperficial do corpo d'água, utilizando-se frascos de polietileno de 2.000 mL de capacidade previamente rotulados, limpos e esterilizados com ácido clorídrico a 10%. As amostras foram preservadas nos frascos acima e acondicionadas em caixas de isopor com gelo e, chegando ao laboratório, guardadas sob refrigeração até o momento da análise (STANDARD..., 2005). As determinações físicas, químicas e microbiológicas efetuadas no laboratório feitas em triplicata foram: pH, temperatura, alcalinidade, dureza total, acidez, cloretos, nitratos, fosfatos, fósforo total, oxigênio dissolvido, ferro, coliformes fecais e totais.

Para a análise de pH, utilizou-se o pHmetro digital calibrado à temperatura de 25° C com sensibilidade de 98%. As medidas de temperatura foram realizadas na camada subsuperficial do Balneário Veneza, utilizando-se termômetro de vidro. Os parâmetros de alcalinidade, dureza total, acidez, cloreto (Cl<sup>-</sup>) e fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) foram realizados pelo método químico

de análise titrimétrica e os parâmetros microbiológicos de identificação de coliformes fecais e totais foram realizados pela técnica dos tubos múltiplos NMP, ambos descritos em MACEDO (2003); enquanto os parâmetros de fósforo total (P), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e ferro (Fe<sup>+2</sup>) foram realizados pelo método físico de análise espectrofotométrica, segundo as metodologias descritas em MURPHY; RILEY (1962).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Parâmetros físico-químicos

Algumas substâncias podem apresentar riscos à saúde humana e alterar as características de um ambiente aquático, devido às concentrações em excesso; dentre essas substâncias está o fósforo que é normalmente um dos nutrientes limitantes do processo de eutrofização, de forma que se considera que o nível de fósforo de até 0,02 mg L<sup>-1</sup> evita o desenvolvimento de algas; mas, concentrações menores que 0,003 mg L<sup>-1</sup> são nichos ecológicos deficientes em fósforo. Logo, o fósforo desempenha grande papel no processo de eutrofização e concentração em excesso pode levar a uma alta produção de fitoplâncton na água (PHILIPS, 1980).

Os valores dos níveis de fósforo na forma de fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) e fósforo total (P) ficaram acima do estabelecido pela Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, a qual regulamente um limite máximo para o fosfato de 0,1 mg L<sup>-1</sup> e para o fósforo total de 0,02 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 1) (CONSELHO..., 2005).

O consumo de água com alto teor de nitrato leva a diminuição da capacidade de transporte de oxigênio no sangue, principalmente em crianças que podem desenvolver a metaemoglobinaemia. A Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA (CONSELHO..., 2005), estabelece um valor máximo de 10,0 mg L<sup>-1</sup> para o nitrato, dessa forma, os valores analisados estão dentro do limite permitido no que diz respeito ao consumo humano. Porém, em relação ao limite aceitável por esse nutriente em ambientes aquáticos, acredita-se que o teor de nitrato está acima do valor mínimo permitido para ecossistemas lênticos (águas paradas - Balneário Veneza), ultrapassando o valor de referência que é de 0,3 mg L<sup>-1</sup>.

Dessa forma, os níveis de fósforo (fosfato e fósforo total) encontrados nas análises desencadearam a multiplicação indesejável de plantas, desfavorecendo a fauna aquática, processo conhecido como eutrofização (Fig. 2), ou seja, um desequilíbrio que ocorre em rios e lagos que recebem efluentes sanitários, favorecendo o crescimento exagerado de organismos aquáticos autotróficos (THOMANN; MUELLER, 1987), os quais estão se expandindo por todo o balneário, desde a estação A passando pelas estações B e C e terminando no sangradouro na estação D.

Tabela 1 - Níveis de fósforo e nitrogênio nas águas do Balneário Veneza, Caxias, MA, 2010.

Parâmetro	Valor de referência	Estação A	Estação B	Estação C	Estação D
Fosfato	0,1 mg L <sup>-1</sup>	0,139	0,180	0,177	0,185
Fósforo total	0,02 mg L <sup>-1</sup>	0,052	0,058	0,064	0,060
Nitrato	10,0 mg L <sup>-1</sup>	0,485	0,440	0,456	0,436

Tabela 2 - Valores dos parâmetros físico-químicos das águas do Balneário Veneza, Caxias, MA, 2010.

Parâmetro	Valor de referência	Estação A	Estação B	Estação C	Estação D
pH	6,0 a 9,0	6,85	6,93	6,95	6,90
Temperatura	-	26,09	26,70	26,61	26,63
Alcalinidade	-	256,19	253,47	256,70	256,19
Dureza total	-	371,66	358,00	385,66	365,33
Acidez	-	10,29	9,04	8,52	9,11
Cloreto	250 mg L <sup>-1</sup>	10,15	9,83	9,77	10,03
Ferro	0,3 mg L <sup>-1</sup>	0,027	0,030	0,027	0,022
Oxigênio dissolvido	< 5,0 mg L <sup>-1</sup>	0,151	0,171	0,184	0,181

Tabela 3 - Análises microbiológicas nas estações de coleta do Valneário Veneza, Caxias, MA, 2010.

Parâmetro	Valor de referência	Estação A	Estação B	Estação C	Estação D
Coliformes fecais	NMP/100 mL (≤1000)	1600	240	300	900
Coliformes totais	NMP/100 mL (≤1000)	1600	130	300	500



Fig. 1 - Pontos das estações de coletas no Balneário Veneza, Caxias, MA, 2010.

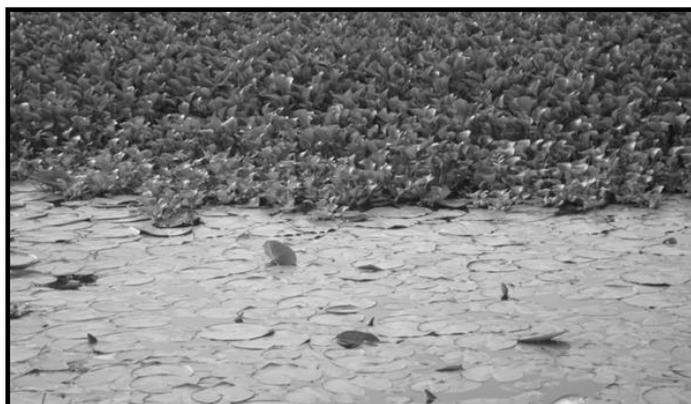


Fig. 2 - Processo de eutrofização nas águas do Balneário Veneza, Caxias, MA, 2010.

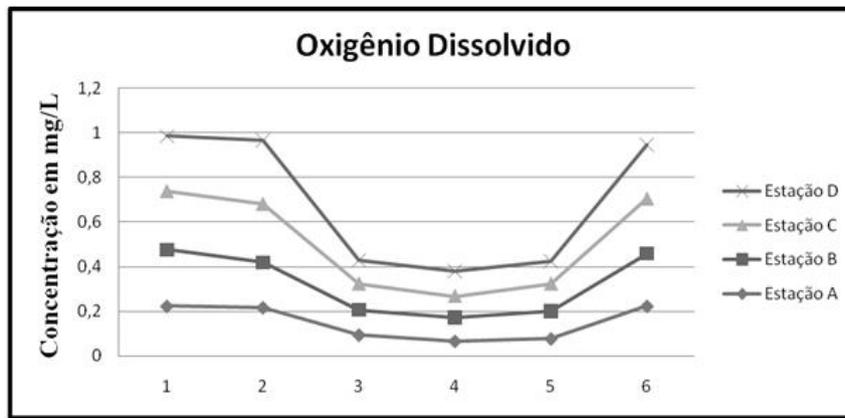


Fig. 3 - Valores de oxigênio dissolvido em mg L<sup>-1</sup> do Balneário Veneza, Caxias, MA, no período de julho a dezembro de 2010.

Em ambientes eutrofizados, têm-se um elevado índice de matéria orgânica decomposta em virtude dos altos níveis principalmente de nitrogênio, fósforo e dióxido de carbono, facilitando assim a fotossíntese de organismos anaeróbicos, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água, o que explica o fato da estação A apresentar os menores índices de oxigênio dissolvido como evidenciado na Figura 3, visto que a referida estação nas análises realizadas e visualmente apresentou o maior índice de eutrofização.

Os níveis de pH, cloreto e ferro encontram-se dentro dos limites aceitáveis estabelecido pela Resolução N<sup>o</sup>. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA (CONSELHO..., 2005), visto que os valores obtidos para a média final foram de 6,90 para o pH; 9,945 mg L<sup>-1</sup> para a concentração de cloreto e 0,026 mg L<sup>-1</sup> para níveis de ferro dissolvido em água, tendo como base os valores de referência da Tabela 2.

Em relação aos valores de alcalinidade, acredita-se que estes estão relacionados com a presença de bicarbonatos, caracterizado pela faixa de pH situada entre 4,4 a 8,4. Na análise da alcalinidade, observou-se que esta apresentou valores acima de 300 mg L<sup>-1</sup>, sendo classificada como uma água muito dura (MACÊDO, 2003)

Na avaliação dos parâmetros de temperatura e acidez, observaram-se que os valores encontram-se dentro dos padrões legais vigentes em lei para as águas doce (Tabela 2).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (NASCIMENTO, 2010). O teor de O<sub>2</sub> na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude. Quanto maior sua concentração melhor a qualidade da água (MACÊDO, 2003), a Figura 3 relaciona bem os menores índices de oxigênio dissolvido, nas quatro estações de coleta, com os meses mais quentes do ano na região em que se realizou a pesquisa, de agosto a dezembro.

### Parâmetros microbiológicos

As águas de abastecimento apresentam o risco de serem poluídas por águas residuárias e excretas de origem animal ou humano, podendo, desta forma, conter micro-organismos patogênicos, tornando-se assim um veículo de transmissão de doenças. Por isso, há a necessidade de suas análises rotineiras, para determinar seu grau de segurança do ponto de vista bacteriológico. Na avaliação das condições de potabilidade de uma água são utilizados métodos para a determinação da presença de bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal, já que estão sempre presentes no aparelho intestinal humano e de outros animais, sendo eliminadas em grande quantidade pelas fezes. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de micro-organismos patogênicos e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal (MACÊDO, 2003).

Os níveis de coliformes fecais e totais estão acima do limite permitido como satisfatório, alcançando 1.600 NMP/100 mL na estação de coleta A, isso pode ser explicado pelo despejo de efluentes domésticos não tratados dos restaurantes e residências, visto que essa área não apresenta redes de coleta de esgotos, fato que é agravado pelos banhistas e clientes dos bares que se situam no entorno do balneário Veneza, que também acabam por contribuir com essa contaminação pelo descarte de restos de alimentos.

### CONCLUSÕES

Os valores de fosfato e fósforo total estão acima dos valores permitidos pela legislação brasileira para o ambiente em estudo propiciando a ocorrência de eutrofização, pois o aumento desse nutriente em um

ecossistema faz com que ele produza mais do que consome, desencadeando um desequilíbrio que traz consequências para o metabolismo do ecossistema, que nesse caso se verifica com o aumento de plantas aquáticas e os baixos índices de oxigênio dissolvido. Este aspecto agrava-se pelos valores de coliformes fecais e totais que se apresentaram muito acima dos valores permitidos, indicando uma contaminação por esgotos domésticos e pelos banhistas; os demais parâmetros físico-químicos encontraram-se dentro dos limites vigentes pela legislação brasileira. Dessa forma, esta pesquisa contribui com a formação de um banco de dados das características físicas, químicas e biológicas das águas da bacia do rio Itapecuru e serve como subsídio para a tomada de decisão pela sociedade e autoridades em geral, que buscam a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E.H. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil. *Caminhos de Geografia: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia*, v.7, n.11, p.97-113, 2004.
- ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A.B. *Higienização na indústria de alimentos*. São Paulo: Varela, 1996. 182p.
- ANTUNES, J. *Reminiscências século XX: em tempos de Caxias*. Rio de Janeiro: Bosque dos Livros, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518 de 25 de mar. de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da água para consumo humano. Disponível em: <[http://www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2010.
- CAMARGO, F.P.; LEITE, M.A.; SUZUKI, E.T.; FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T. Avaliações preliminares dos parâmetros químicos e microbiológico de dois córregos do cinturão verde (Ilha Solteira - SP).. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP, 21., 2009, Ilha Solteira. *Anais*. Ilha Solteira: UNESP, 2009.
- CETESB - Companhia Estadual Técnica de Saneamento Básico e Defesa do Meio Ambiente (São Paulo). *Variáveis de qualidade das águas*. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 28 nov. 2010.
- CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (São Paulo). *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo*. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas.../variaveis.pdf>> Acesso em: 5 jun. 2012.
- COLUNA, N.M.E.; DIAS, H.C.T.; PINHEIRO, J.A.C. Análise temporal e espacial da qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo-MG. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, 1., 2007, Taubaté. *Anais*. Taubaté, SP: Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas, 2007. Disponível em: <<http://www.agro.unitau.br/serhidro/doc/pdfs/207-214.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2010.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Revisa os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Resolução CONAMA n. 274 de 29 de novembro de 2000: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em: 14 mai. 2010.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 14 mai. 2010.
- JAMES, A. *An introduction to water quality modelling*. Washington: John Wiley, 1985.
- LUCAS, A.A.T.; FOLEGATTI, M.V.; DUARTE, S.N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.9, p.937-943, 2010.
- MACÊDO, J.A.B. de. *Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas*. 2.ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2003. 450p.
- MACÊDO, J.A.B. 2. *Métodos laboratoriais de análises físico - químicas e microbiológicas*. 3. ed. Belo Horizonte : Conselho Regional de Química, 2005.
- MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.36, n.2, p.149-163, 2010.
- MAGALHÃES, N.F.; CEBALLOS, B.S.O.; NUNES, A.B.A.; GHEIY, H.R.; KONIG, A. Principais impactos nas margens do Baixo Rio Bodocongó - PB, decorrentes da irrigação com águas poluídas com esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.128-135, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141543662002000100023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662002000100023)>. Acesso em: 28 nov. 2010.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in nature waters. *Analytica Chimica Acta*, v.27, p.31-36, 1962.
- NASCIMENTO, R.F.F. *Utilização de dados MERIS e "in situ" para a caracterização bio-óptica do reservatório de Itumbiara, GO*. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais, São José dos Campos, SP, 2010. Disponível em: <<http://www.mtc-m19.sid.inpe.br/ol/sid.inpe.br/mtc.../2010/.../publicacao.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2012.

PHILIPS, D.J. *Quantitative aquatic biological indicators*. London: Applied Science Publishers, 1980.

PREVIATO, V. *Influência de uma piscicultura em tanques rede na qualidade da água do Rio São José dos Dourados no Município de Ilha Solteira/SP*. 2009. 109f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010. Disponível em: <[http://www.ppgec.feis.unesp.br/teses/2009/vanderlei\\_final\\_2009.pdf](http://www.ppgec.feis.unesp.br/teses/2009/vanderlei_final_2009.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2010.

REBOUÇAS, A.C. Água e desenvolvimento rural. *Estudos Avançados*, v.15, n.43, p.327-344, 2001.

SANTOS, V.O. Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.3, n.1, p.99-115, 2010. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/reb>>. Acesso em: 5 jul. 2010.

STANDARD *Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21.ed. Washington (D.C.): APHA; AWWA; WPCF, 2005. 1368 p.

THOMANN, R.V.; MUELLER, J.A. *Principles of surface water quality modeling and control*. New York: Harper and Row, 1987. 400p.

Recebido em 8/6/11

Aceito em 5/7/12