

## IV-062 - ESTUDOS MORFOMÉTRICOS DE LAGOAS NA CIDADE DE SUMARÉ, SP- BASES PARA O ESTUDO HIDROLÓGICO

### Anderson Manzoli

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Mestre em Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Transportes pela EESC/USP. Docente no curso de Engenharia Ambiental na Estácio-Uniseb/ Ribeirão Preto-SP

### Analú Egydio dos Santos<sup>(1)</sup>

Bióloga pela Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP/USP). Mestre em Biologia Comparada pela FFCLRP/USP. Doutora em Biologia Comparada- na área de Ecologia de ecossistemas aquáticos pela FFCLRP/USP. Docente no curso de Engenharia Ambiental na Estácio-Uniseb/ Ribeirão Preto-SP

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Abraão Issa Halack, 980- Ribeirão Preto- SP.- CEP 14096-160- Brasil- Tel: (16) 3603 9998- email: analu.santos@live.estacio.br

### RESUMO

A formação do lago estabelece características morfológicas e morfométricas que podem sofrer alteração com relação ao tempo, dependendo de situações que possam vir a acelerar o processo de degradação ambiental como a ação do homem ou então sobre os próprios eventos naturais intrínsecos à bacia hidrográfica a que se localiza. O crescimento urbano às margens dos ecossistemas aquáticos leva a degradação da qualidade das águas levando a eutrofização artificial, acarretando em prejuízos expressivos à sociedade humana ligados a saúde pública, produtividade pesqueira, balneabilidade do local, reduzindo o potencial de irrigação e limitando seu uso para o abastecimento urbano. A região apresenta elevada densidade populacional urbana e grande demanda por recursos hídricos para o abastecimento público e também para as atividades industriais e comerciais. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os estudos morfométricos de quatro lagoas na cidade de Sumaré, afluentes do Ribeirão do Quilombo, como base para estudos hidrológicos do município. Foram realizadas as batimetrias de quatro lagoas com perspectiva de armazenamento de água para o abastecimento público utilizando-se Estação Total. Os resultados encontrados revelaram que as quatro lagoas onde foram realizadas a batimetria são relativamente pouco profundas, apresentam assoreamento em alguns locais e necessitam de métodos de controle de erosão e carreamento de sedimentos para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos desta micro-bacia hidrográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Morfometria Lagos, Lagoas urbanas, Hidrologia, Erosão de margens, Ecossistemas aquáticos.

### INTRODUÇÃO

A cidade de Sumaré está localizada próxima à Região Metropolitana de Campinas e a Região Metropolitana de São Paulo, importantes centros urbanos e econômicos do país. O município de Sumaré encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica Piracicaba/Capivari/Jundiá. O território do município de Sumaré encontra-se completamente inserido na Sub-bacia Hidrográfica Alto Piracicaba. O relevo do município de Sumaré é levemente ondulado, apresenta colinas amplas, onde, predominam interflúvios com área superior a 4km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. A drenagem é de baixa densidade, padrão sub-dendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

Quanto à qualidade dos recursos hídricos superficiais da Bacia, a situação geral é ruim, em termos de distribuições percentuais do Índice de Qualidade de Água para fins de Abastecimento Público (IAP) e Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática (IVA). Isso demonstra um elevado estado de degradação dos corpos d'água da Bacia o que leva à problemas relacionados com a disponibilidade de água para o abastecimento público, o que obriga as cidades desta região a recorrerem a mananciais mais distantes e menos poluídos (CASTELLANO e BARBI, 2006).

Segundo Von Sperling (1999), morfologia é a ciência que tem por objetivo o estudo da forma de determinado elemento, organismo ou sistema. No caso de ambientes aquáticos, particularmente de lagos e represas, a morfologia envolve ainda o estudo da sua origem e da influência da forma sobre as características físicas, químicas e biológicas do ecossistema. As características morfológicas ainda se dividem em três configurações dos principais compartimentos de lagos e represas, são eles: região litorânea (margens), limnéticas (água livre) e região profunda (sedimentos). A morfologia dos lagos e represas sofrem evidentemente diversas alterações ao longo do tempo. Deve-se sempre ter em mente que os ambientes aquáticos são essencialmente dinâmicos, estando, portanto permanentemente sujeitos a alterações nos seus mais diversos componentes, referente as forças exógenas (intemperismo, erosão, transporte de sedimentos) e as forças endógenas (deposição de material particulado).

A Batimetria consiste em determinar mensurar, detalhar e gerar um mapa topográfico que identifica o relevo da superfície da terra, mesmo submerso por águas de rios, lagos, oceanos, com o intuito de indicar as elevações, falhas geológicas ou mesmo a profundidade da água em solos submersos. O detalhamento das características de um lago é de extrema importância determinar suas profundidades ao longo de seu perímetro, de forma a avaliar o volume e capacidade de armazenamento de água (VON SPERLING, 1999).

A morfometria, por sua vez, trata da quantificação e medida dos diversos elementos da forma, englobando, portanto o conjunto de métodos para medir as dimensões físicas de um sistema. Desde a antiguidade se buscou a conhecer as dimensões de lagos, tanto para informações de cunho geográfico, quanto a mecanismos de comparação entre os diversos sistemas. Segundo Tundisi (2008) as principais medidas e os índices normalmente utilizados para a descrição das características morfométricas são: Área (km<sup>2</sup>); Volume (m<sup>3</sup>); Comprimento Máximo (m); Largura Máxima (m); Profundidade Máxima (m); Profundidade Média (m); Profundidade Relativa (%); Perímetro (m); Índice de Desenvolvimento de Margens; Índice de Desenvolvimento de Volume.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar os estudos morfométricos de quatro lagoas na cidade de Sumaré, afluente do Ribeirão do Quilombo, como base para estudos hidrológicos do município.

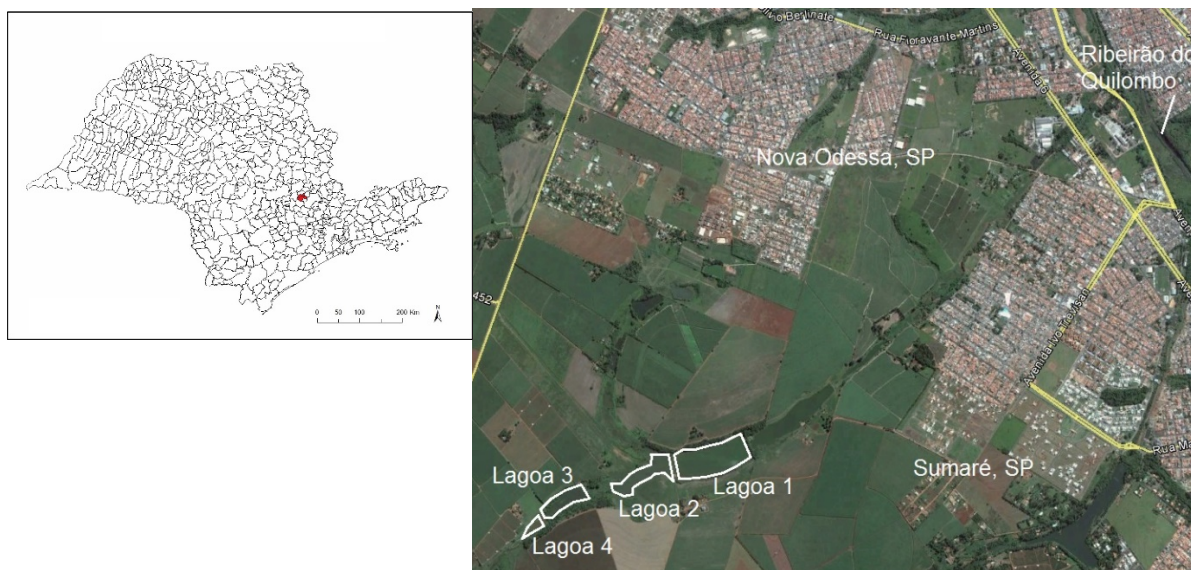
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local de estudo**

As lagoas onde foram realizados os levantamentos batimétricos e as análises morfométricas estão situadas entre os municípios de Sumaré e Nova Odessa, SP, cidades de intenso crescimento urbano, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. As lagoas estão sob as coordenadas geográficas central, Longitude - 263.520, Latitude -7.474.358, zona 23K, Sirgas 2000, no Jardim Consteca, área rural (Figura 1). As lagoas são afluentes do Ribeirão dos Quilombos, que percorre a área urbana dos municípios de Sumaré e Nova Odessa, desaguando no Rio Piracicaba, na cidade de Americana. O Ribeirão dos Quilombos possui grande destaque na cidade de Sumaré devido às constantes inundações nos períodos chuvosos, intensificado pela impermeabilização do solo, assoreamento e disposição irregular de resíduos sólidos às suas margens.

### **Levantamento Batimétrico**

As batimetrias foram realizadas em março de 2014. Foi utilizado em campo o equipamento TS-06 Wild-Leica e um prisma acoplado a um bastão de 5 metros para amostragem dos pontos. Foi utilizado o software Autocad (Autodesk) para o tratamento dos pontos e o software Surfer 6 para realizar o modelo tridimensional e o cálculo do volume. Os parâmetros calculados a partir dos pontos levantados foram largura máxima, comprimento máximo, profundidade máxima, profundidade média, profundidade relativa, área, perímetro, volume e o índice de desenvolvimento de margem e volume (TUNDISI e TUNDISI, 2008). Para o levantamento de campo, além da estação total e do prisma, foram utilizados rádios comunicadores, um barco inflável, equipamento Proteção Individual (EPI), Máquina Fotográfica, Navegador GPS (Sistema Global de Posicionamento) e cordas para posicionar o barco.



**Figura 1: Localização das lagoas entre as cidades de Nova Odessa e Sumaré, SP. Fonte: Imagem do Google Earth.**

## RESULTADOS

A morfometria está relacionada à quantificação e medida dos diversos elementos da forma, englobando os métodos para medir as dimensões físicas de um corpo d'água (VON SPERLING, 1999). As informações frequentemente requeridas são a área do espelho d'água, volume, comprimento máximo, largura máxima e profundidade do lago. A Tabela 1 apresenta os dados morfométricos das quatro lagoas onde foram realizadas as batimetrias. As Figuras 2 a 4 apresentam os perfis topográficos tridimensionais das lagoas.

Atualmente as lagoas são usadas para o abastecimento rural, recreação e controle de enchentes. Quanto ao uso do solo na micro-bacia de drenagem das lagoas destaca-se a agricultura e hortifrutigranjeiros. Os pontos de assoreamento são mais intensificados na Lagoa 1, utilizada para o abastecimento rural na agroindústria e para fins recreacionais, a qual também apresenta menor proteção de vegetação ciliar. Não foi observado lançamento de esgotos nas lagoas. No entanto trabalho realizado por Medeiros et al. (2009) revelam um quadro de degradação na qualidade da água na região, devido a lançamentos de resíduos de origem doméstica, no Córrego do Recanto, também afluente do Ribeirão Quilombo, o que ameaça a qualidade da água na região. A Lagoa 2 apresentava grande quantidade de macrófitas, e margens dendríticas com característica pantanosa, como pode ser comprovado com o maior índice de desenvolvimento de margem, 1,73, comparado às outras 3 lagoas. O índice de desenvolvimento de margem (DL) é uma medida referente a irregularidade das margens de lagos e represas (TUNDISI e TUNDISI, 2008). É uma relação entre o comprimento da margem e o comprimento de uma circunferência de um círculo com área igual à do lago. Quanto mais circular for o lago, o resultado será mais próximo de 1. Ao passo que lagos ou represas com formas dendríticas, muito irregulares, apresentam resultados entre 3 e 5.

As quatro lagoas onde foram realizadas a batimetria são relativamente pouco profundas, comparadas com a Lagoa do Nado, onde foram realizadas a batimetria por outros autores (BEZERRA-NETO e PINTO-COELHO, 2002), estando, portanto, mais sujeita à mistura da coluna d'água, o que provoca a desestratificação térmica e revolvimento de sedimento.

O índice de desenvolvimento de volume (DV) é utilizado para expressar a forma da bacia do lago e é definido através da razão entre o volume do lago e o volume de um cone com área basal igual à do lago e altura à profundidade máxima do lago. O índice de desenvolvimento de volume das lagoas estiveram entre 0,8 e 1,65, podendo ser observado formato levemente côncavo nas lagoas 1, 3 e 4, ou seja, as margens são inicialmente escarpadas, suavizando-se à medida em que se aprofunda (VON SPERLING, 1999).

Tabela 1: Dados Morfométricos das Lagoas entre as cidades de Nova Odessa e Sumaré - SP

	Unidade	Lagoa 1	Lagoa 2	Lagoa 3	Lagoa 4
Prof máxima (Zmáx)	m	3	2,5	3	2,5
Prof média (Z)	m	1,40	0,68	1,65	0,93
Prof relativa (Zr)	%	0,95	0,98	2,02	1,93
Volume (V)	m <sup>3</sup>	108.500,00	35.030,00	28.550,00	12.275,00
Comprimento máx (Lmáx)	m	482,5	425,00	239,6	295,6
Largura máx (Lamáx)	m	173,97	288,00	92,43	74,4
Area (A)	m <sup>2</sup>	77.664,00	51.322,00	17.267,00	13.172,00
Perímetro (L)	m	1240	1388	604,00	682,00
Índice de desenvolvimento de margem (DL)		1,26	1,73	1,30	1,68
Índice de desenvolvimento de volume (DV)		1,40	0,82	1,65	1,12

Já a lagoa 2 apresenta  $DV < 1$ , ou seja, a forma da bacia convexa, onde as margens apresentam baixa declividade na região rasa, ocorrendo um brusco aumento de declividade na região mais profunda, como observado na Lagoa das Pedras no Pantanal (FATIN-CRUZ, LOVERDE-OLIVEIRA e GIRARD, 2008). A Figura 5 apresenta a topografia da micro-bacia das 4 lagoas, onde pode-se observar as margens mais escarpadas nas lagoas 1, 3 e 4 a com menor declividade na lagoa 2, formando uma região de maior deposição de sedimento, e mais pantanosa.

Análises morfométricas de lagoas também constituem uma ferramenta para compreensão da diversidade fitoplancônica, como apresentado por Barbosa, Barbosa e Bicudo (2013), podendo ser utilizado como ferramenta de monitoramento de algas fitotóxicas.

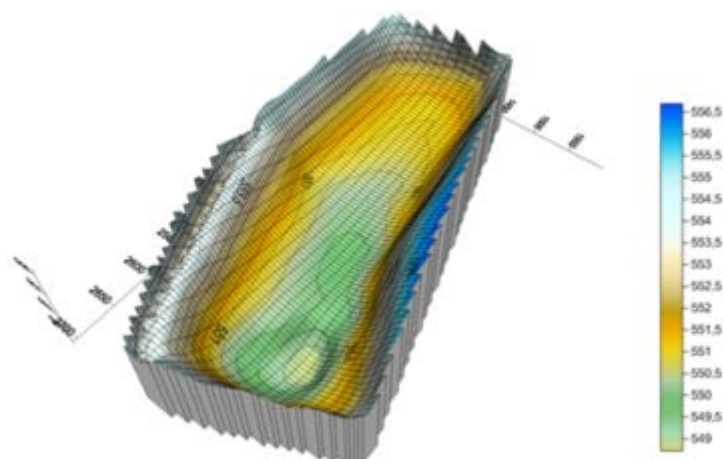


Figura 2: Perfil topográfico tridimensional da Lagoa 1, na cidade de Sumaré, SP.



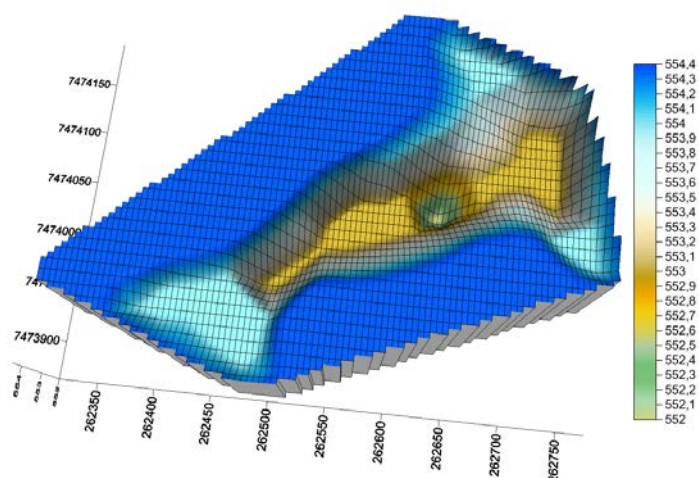


Figura 3: Perfil topográfico tridimensional da Lagoa 2, na cidade de Sumaré, SP.

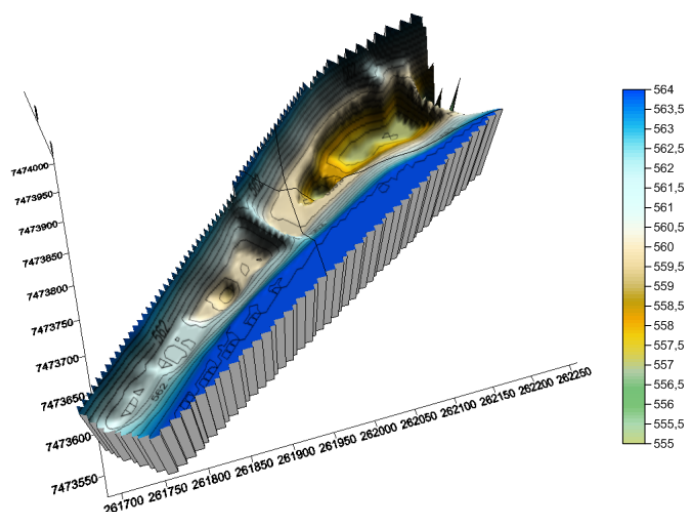
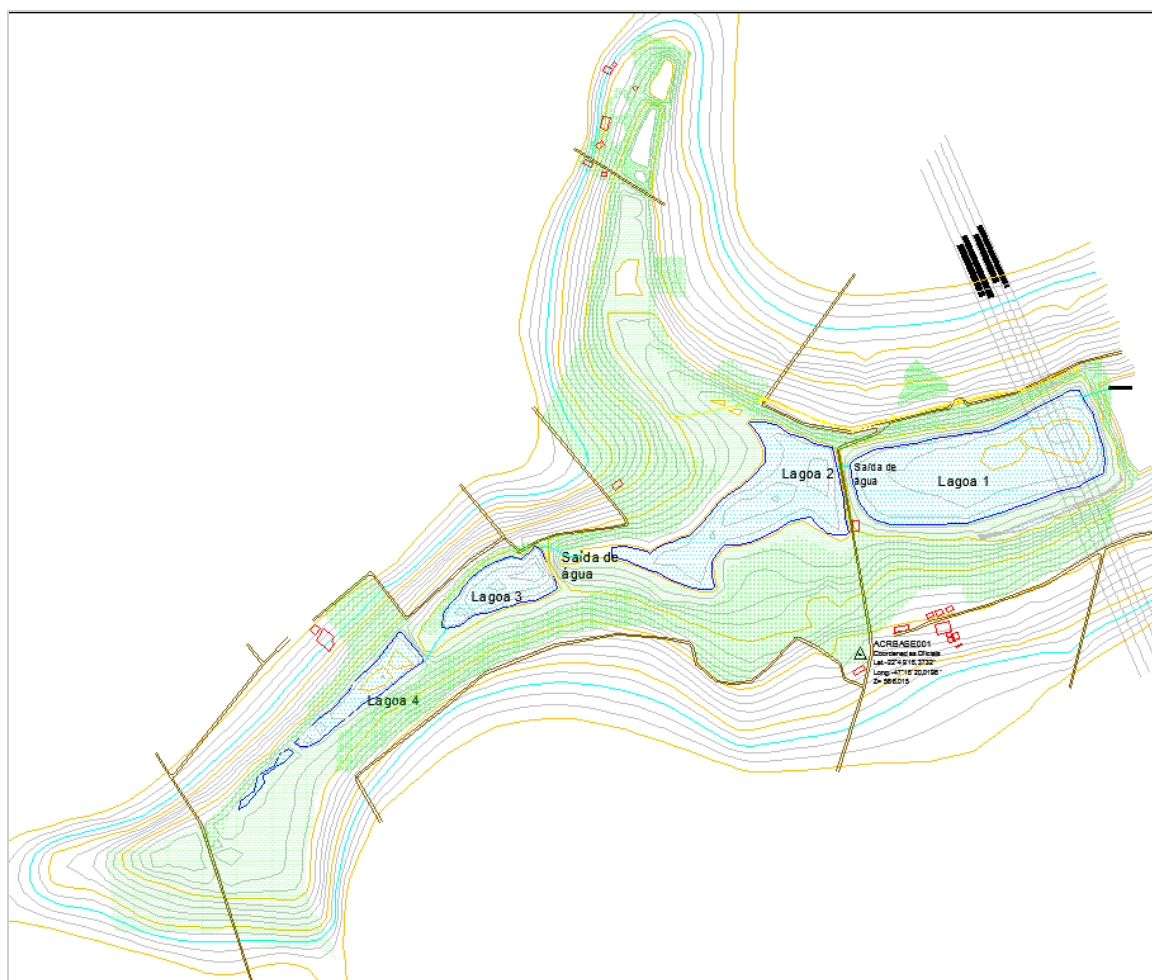


Figura 4: Perfil topográfico tridimensional da Lagoa 2, na cidade de Sumaré, SP.



**Figura 5: Topografia da micro-bacia das quatro lagoas no município de Sumaré, SP, divisa com Nova Odessa, SP.**

## CONCLUSÕES

A análise morfométrica de lagoas pode ser considerada um importante instrumento para o planejamento e gestão no espaço urbano, revelando a fragilidade destes ecossistemas e os riscos de degradação da qualidade da água. Este estudo é de fundamental importância para o planejamento do uso futuro dos recursos hídricos para determinar o potencial de uso para o abastecimento urbano. Assim, este estudo, realizado na cidade de Sumaré, SP oferece informações que podem auxiliar em uma possível atualização no plano diretor da cidade, ordenando melhor a urbanização do local e a gestão dos recursos hídricos. Os resultados também podem ser ferramentas para um Plano de Recuperação de áreas Degradadas (PRAD), a fim de minimizar os passivos ambientais gerados ao longo da micro-bacia hidrográfica apresentada, revelando soluções e métodos para contenção da erosão, carreamento de sedimentos, assoreamento e drenagem urbana nas cidades de Sumaré e Nova Odessa, SP.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, L. G.; BARBOSA, F. A. R.; BICUDO, C. E. M. Adaptive strategies of desmids in two tropical monomictic lakes in southeast Brazil: do morphometric differences promote life strategies selection?. *Hydrobiologia*, v. 710, n. 1, p. 157-171, 2013.
2. BEZERRA NETO, J. F.; PINTO-COELHO, R. M. A morfometria e o estado trófico de um reservatório urbano: lagoa do Nado, Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 24, p. 285-290, 2008.
3. CASTELLANO, M.; BARBI, F. Avanços na gestão compartilhada dos recursos hídricos nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. *São Paulo em Perspectiva*, v. 20, n. 2, p. 46-58, 2006.
4. FANTIN-CRUZ, I.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.; GIRARD, P. Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do Pantanal Norte. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 30, n. 2, p. 133-140, 2008.
5. MEDEIROS, G. A.; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F. A. G. V. Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do córrego Recanto, em Americana, no Estado de São Paulo. *Geociênc. (São Paulo)*, v.28, n. 2, p.181-191, 2009.
6. TUNDISI, J. G e TUNDISI, T. M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
7. VON SPERLING, E. *Morfologia de Lagos e Represas*. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1999.