

## IV-012 – DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS: ESTUDO DE CASO EM UM LAGO ARTIFICIAL

**Anderson de Assis Moraes<sup>(1)</sup>**

Biólogo. Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Adjunto II na Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira.

**Josiano Josiel Rodrigues Silva**

Engenheiro Civil. Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá – campus Itabira.

**Fernanda Paula Bicalho Pio**

Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá – campus Itabira.

**Gisely de Assis Oliveira**

Turismóloga. Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá – campus Itabira.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Irmã Ivone Drumond, 200 – Distrito Industrial II – Itabira - MG - CEP: 35903-087 - Brasil - Tel: (31) 3840-0907 - e-mail: [andersondeassis@unifei.edu.br](mailto:andersondeassis@unifei.edu.br)

### RESUMO

A água é um recurso de fundamental importância para manutenção da vida no planeta e, esse recurso vem sendo degradado em decorrência do resultado de ações antrópicas. Os estudos ambientais voltados para os recursos hídricos envolvem inúmeras técnicas, sendo a batimetria uma das ferramentas utilizadas. O levantamento batimétrico consiste na realização de medições para obtenção de valores de profundidade de ambientes aquáticos associados a uma posição na superfície da água, para posterior representação em uma carta e obtenção de informações sobre a topografia submersa do ambiente aquático. A realização de estudos sobre o ambiente aquático é de grande importância para alcançar informações que permitem observar as características e mudanças ocorridas no meio, como os parâmetros morfométricos primários e secundários. O objetivo deste trabalho foi elaborar um mapa batimétrico do lago a montante do campus da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) em Itabira, bem como determinar os parâmetros morfométricos primários e secundários. Para a coleta dos valores da profundidade do lago foram traçados alguns transectos e realizaram-se as coletas em diversas profundidades, com o auxílio de um barco de apoio, de uma sonda multiparâmetros e um GPS. Os dados obtidos foram reunidos em uma tabela e utilizados juntamente com as ferramentas dos programas ArcGIS® e Google Earth Pro® para a confecção do mapa batimétrico, além da determinação de alguns parâmetros morfométricos primários e secundários. A partir deste estudo foi possível constatar que a profundidade máxima do lago é 4,25m e que, por serem vários pontos com esta profundidade (distribuídos de forma linear próximo a sua margem direita) há indícios de que na área existia um curso d'água natural, posteriormente represado. O lago conta com um volume de 12.089 m<sup>3</sup>, estando inserido dentro do principal manancial de abastecimento público do município de Itabira. Além disso, foi possível verificar que a microbacia do lago apresenta alguns pontos de degradação ambiental (solo exposto, ausência de vegetação ciliar, entre outras) o que pode contribuir para a aceleração do processo de assoreamento do lago.

**PALAVRAS-CHAVE:** Batimetria. Lago. Morfologia.

### INTRODUÇÃO

A água é considerada um recurso de fundamental importância para a manutenção da vida no planeta, sendo indispensável para a realização de processos metabólicos dos seres vivos e desenvolvimento de processos climáticos. Atualmente, a disponibilidade de recursos hídricos em qualidade e em quantidade vem sendo prejudicada em decorrência do desenvolvimento socioeconômico e de variações no comportamento de fatores climáticos como diminuição da precipitação e aquecimento global (BRIGHENTI, 2009). O uso e ocupação irregulares do solo, além do mau uso dos recursos hídricos, proporcionam modificações nas bacias hidrográficas e em seus cursos naturais (FRITSCH, 2013).

À vista disso, Brighenti (2009) ressalta a importância da realização de estudos relacionados à conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos, uma vez que as atividades antrópicas realizadas nas bacias hidrográficas, como urbanização, agropecuária e industrialização, provocam mudanças na cobertura do solo e na estratificação dos lagos.

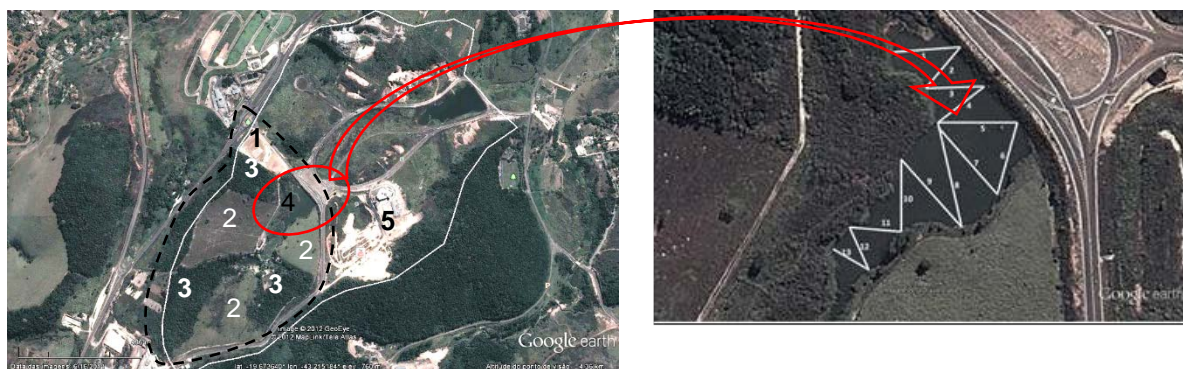
O levantamento batimétrico consiste na realização de medições para obtenção de valores de profundidade de ambientes aquáticos associados a uma posição na superfície da água, para posterior representação em uma carta (KRUEGER; VEIGA; FAGGION, 2003). Isto permite o conhecimento da morfologia de fundo do ecossistema possibilitando a observação da dinâmica dos sistemas hídricos em decorrência de processos de erosão e deposição em corpos d'água; determinação da variação do nível d'água podendo ainda, auxiliar no controle de projetos de engenharia como pontes, túneis, barragens e portos (GAGG, 2016).

A água armazenada em lagos, em represas e em açudes apresenta variações de qualidade, ligadas à morfologia do ambiente (área, perímetro, largura, comprimento, forma, profundidade); portanto é importante se conhecer as características morfométricas de lagos e represas e suas possíveis interações com a qualidade da água (SPERLING, 1999).

Esse tipo de estudo permite mensurar as dimensões físicas do ambiente aquático e quantificar as formas de sua bacia de acumulação por meio do levantamento de alguns parâmetros que indicam a condição de qualidade da água e níveis de produtividade do lago (TUNDISI & TUNDISI, 2008). A partir disso, esse trabalho tem como objetivo elaborar um mapa batimétrico do lago a montante do campus da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) de Itabira, bem como determinar os parâmetros morfométricos primários e secundários.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho consiste em um estudo de caso de um lago artificial localizado à montante da Unifei Campus de Itabira, que contribui com o abastecimento do atual e principal sistema de captação de água do município, a Estação de Tratamento de Água Pureza, pertencente à microbacia hidrográfica do Ribeirão Candidópolis. Utilizando um barco de apoio, foram traçados transectos e realizadas medições das profundidades com o auxílio de uma sonda multiparâmetros (Quanta, Hydrolab®) ao longo de todo o lago, conforme apresentado na Figura 1, que também apresenta a localização do lago estudado.



**Figura 1:** Área da bacia de drenagem e respectivos usos dos solos. Legenda: 1. Fábrica de blocos de concreto; 2. Pastagem; 3. Remanescentes de mata secundária; 4. Lago estudado, com ampliação na foto ao lado, mostrando os transectos seguidos para coleta de dados. 5. Campus da Unifei – Itabira. Adaptado de Google Earth®.

Em cada um dos pontos onde foram medidas as profundidades, também foram coletadas as coordenadas geográficas com o auxílio de GPS da marca *Garmin®*, modelo *eTrex*. As coordenadas e suas respectivas profundidades foram reunidas em uma tabela e utilizadas para a elaboração do mapa.

Para a confecção do mapa batimétrico do lago utilizaram-se ferramentas dos *softwares* ArcGIS® e *Google Earth Pro*® juntamente com os dados primários coletados. Utilizando o software *Google Earth Pro*® realizou-se a demarcação do perímetro do lago e em seguida aplicou-se o mesmo no ArcGIS® para elaboração do mapa batimétrico. Foram quantificados alguns parâmetros morfométricos descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 – Descrição dos parâmetros morfométricos levantados.**

| Parâmetros morfométricos primários       | Parâmetros morfométricos secundários      |
|--|---|
| Perímetro (P)                            | Índice de desenvolvimento de margem (Ds), |
| Área (A)                                 | Profundidade média (Z),                   |
| Volume (V)                               |   |
| Profundidade máxima ( $Z_{max}$ ),       |   |
| Comprimento máximo efetivo ( $L_{max}$ ) |   |
| Largura máxima efetiva ( $La_{max}$ )    |   |

Os parâmetros morfométricos primários foram obtidos diretamente a partir do mapa batimétrico ou de medições realizadas utilizando os programas computacionais já citados. Já os parâmetros morfométricos secundários foram calculados de acordo com as Equações 1 e 2, apresentadas a seguir, de acordo com Tundisi & Tundisi (2008):

$$\text{Índice de Desenvolvimento de Margem (Ds)} = P / (2\sqrt{\pi * A}) \quad (\text{Eq.1})$$

$$\text{Profundidade Média (Z)} = V / A \quad (\text{Eq.2})$$

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados obtidos a partir das atividades realizadas, são apresentados na Tabela 2 os valores dos parâmetros morfométricos primários. A área é um dos parâmetros morfométricos mais importantes, pois além de representar o tamanho do lago também informa sobre os efeitos potenciais do vento sobre um lago, influencia a capacidade de diluição que um lago possa ter, além de ser útil para se escolher um tipo de barco para ser usado no lago (FLORIDA LAKEWATCH, 2001). Já  $Z_{max}$  é considerado um importante parâmetro utilizado para caracterizar a circulação vertical no lago. Esse parâmetro obtido diretamente no lago, nas medições realizadas, sendo também utilizada no cálculo de outros parâmetros morfométricos secundários (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

**Tabela 2: Parâmetros morfométricos primários.**

| PARÂMETRO                                | UNID           | VALORES |
|--|----------------|---------|
| Área (A)                                 | m <sup>2</sup> | 7.985   |
| Volume (V)                               | m <sup>3</sup> | 12.089  |
| Profundidade máxima ( $Z_{max}$ )        | m              | 4,25    |
| Comprimento máximo efetivo ( $L_{max}$ ) | m              | 190     |
| Largura máxima efetiva ( $La_{max}$ )    | m              | 100     |
| Perímetro (P)                            | m              | 565,1   |

No lago estudado o  $L_{max}$  foi igual a 190 m, distância que o vento percorre sem encontrar uma massa de terra. Quanto maior esse valor mais propenso o lago estará à ação do vento na circulação (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Tem um papel importante em processos de circulação em lagos, pois valores maiores podem permitir que a ação do vento cause desestratificação do ambiente. Já a  $La_{max}$ , medida perpendicular ao  $L_{max}$ , são representativos da distância entre os dois pontos mais remotos do lago em uma linha reta. Assim como  $L_{max}$ , esse parâmetro é também importante para determinação do potencial para que ondas movimentem a água ou sedimentos no fundo do lago (FLORIDA LAKEWATCH, 2001). Comparando-se com o estudo realizado por Torres *et al.*, 2015, em outro lago artificial na área do campus universitário, os autores mediram valores de  $L_{max}$  de 274m.

A partir dos parâmetros morfométricos primários foram determinados os parâmetros morfométricos secundários, que são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Parâmetros morfométricos secundários.**

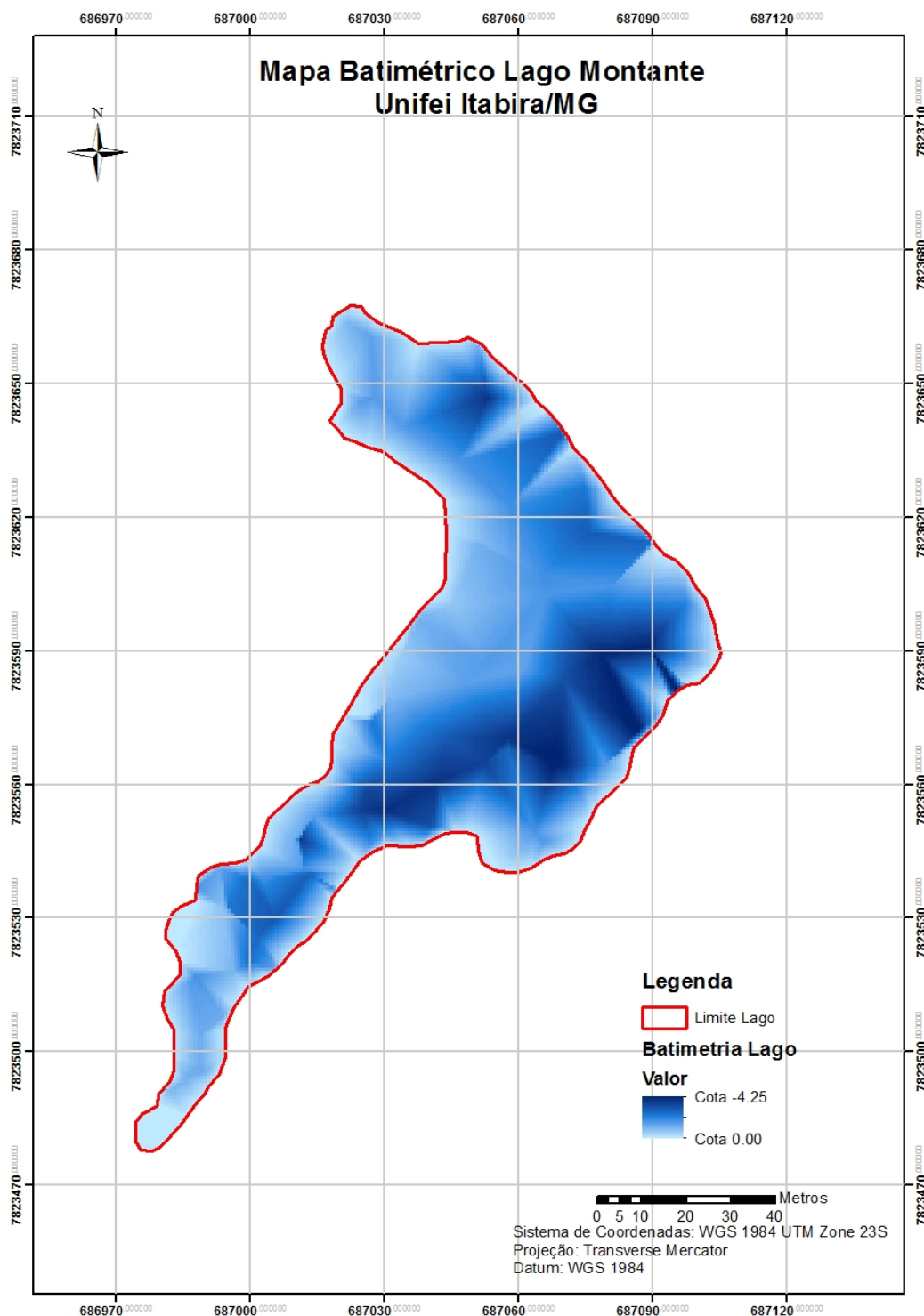
| PARÂMETRO   | UNID | VALOR |
|---|------|-------|
| Índice de Desenvolvimento de Margem/Perímetro ( $D_s$ ) | -    | 1,78  |
| Profundidade Média ( $Z$ )                              | m    | 1,52  |

Considerando os parâmetros secundários, o parâmetro profundidade média ( $Z$ ) fornece um dado interessante para avaliação do potencial de produtividade de um lago pois, lagos mais rasos geralmente apresentam maior produtividade biológica que lagos profundos. Além disso,  $Z$  relaciona-se com o potencial para formação de ondas e fenômenos de mistura de sedimentos em um lago (FLORIDA LAKEWATCH, 2001).

Para analisar questões relacionadas à forma do lago utiliza-se o índice de desenvolvimento de margem ( $D_s$ ), que guarda relação com o grau de irregularidade das margens e faz uma relação entre o comprimento da margem e o comprimento da circunferência de um círculo com área igual à do lago. Para lagos perfeitamente circulares,  $D_s = 1,0$ . Quando as formas se diferenciam de um círculo,  $D_s$  possui valores entre 1,5 e 2,5; e, para lagos dendríticos,  $D_s$  varia entre 3 e 5. Com relação a forma do lago, as margens deste diferenciam-se de um círculo uma vez que  $1,5 < D_s < 2,5$  ( $D_s=1,78$ ). Sabendo-se que o presente estudo foi realizado em um lago artificial, ou seja, um reservatório, acredita-se que pelo valor de  $D_s$  e pela forma da margem observada na Figura 1, este está em uma classificação intermediária entre circular e dendrítico. De acordo com Wetzel (1993) *apud* Moura *et al.*, (2015), quanto maior o  $D_s$  maior o potencial de colonização das margens por comunidades de organismos litorâneos. Torres *et al.*, (2015) encontraram um valor um pouco menor (1,54) para esse parâmetro em outro lago estudado, também localizado no campus da Unifei em Itabira.

Com relação à profundidade média ( $Z$ ), o ecossistema apresentou-se como um lago raso ( $Z = 1,52$  m). Por esse motivo, o ambiente em estudo pode ser visto como um local com potencial para uma boa produção biológica, baixo potencial para ondas e como um local que quando a coluna d'água é movimentada, a mistura de sedimentos ocorre com certa facilidade devido à baixa profundidade média (FLORIDA LAKEWATCH, 2001). O outro lago estudado por Torres *et al.*, (2015) tem  $Z = 1,73$ m, sendo então um ambiente com uma profundidade média maior que o lago desse estudo.

Na Figura 2 é apresentado o mapa batimétrico, que permite observar os contornos e profundidades do lago. Observa-se que as maiores profundidades são encontradas de montante para jusante no lago, na região mais próxima à margem direita do lago, indicando o local onde o antigo curso d'água fluía antes do represamento. Destaca-se também a baixa profundidade (menor que 1 metro) em toda a porção próxima a margem esquerda do lago.



**Figura 2 – Mapa batimétrico do lago estudado. Tons de azul mais escuros evidenciam as regiões de maior profundidade.**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A morfometria dos ambientes aquáticos se alteram naturalmente com o passar do tempo, porém, com o uso desordenado do solo pelo homem, estas interferências estão ocorrendo em um espaço de tempo muito menor que o natural. Com isso, a produção do mapa batimétrico e a obtenção de dados morfométricos do lago se tornaram importantes ferramentas para o estudo e também para o monitoramento e gestão ambiental do lago, visto que este é de grande relevância para o município, pois fornece água para um dos principais pontos de captação para abastecimento público. Além disso, foi possível verificar que a microbacia do lago possui alguns pontos de degradação ambiental (solo exposto, ausência de vegetação ciliar, entre outras) o que pode contribuir para acelerar o processo de assoreamento do lago.

A partir dos dados obtidos, verificou-se que se trata de um lago artificial, uma vez que seus pontos mais profundos se encontram distribuídos de forma linear próximo à sua margem direita indicando que neste ponto existia um curso d'água natural; outro fato que se reforça essa hipótese é a presença da rodovia à jusante do lago (principal responsável pelo represamento das águas do lago).

Sugere-se que seja realizado o monitoramento contínuo da morfometria do lago, por meio da realização de análises ao longo de vários anos, inclusive com o uso de instrumentos mais precisos, como um ecobatímetro, pois assim será possível verificar se o lago está sendo assoreado em decorrência de atividades antrópicas realizadas em seu entorno. Além disso, recomenda-se que sejam realizadas a recuperação e preservação da vegetação ciliar, para reduzir o carreamento de sedimentos para dentro do lago.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRIGHENTI, Ludmila Silva. *Avaliação limnológica da lagoa Central (município de Lagoa Santa – MG): Uma abordagem espacial*. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BIRC-8A8KK9/dissertacao\\_de\\_mestrado\\_ludmila\\_silva\\_brighenti.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BIRC-8A8KK9/dissertacao_de_mestrado_ludmila_silva_brighenti.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 08 dez. 2017.
2. FLORIDA LAKEWATCH ©. 2. ed. University of Florida / Institute of Food and Agricultural Sciences/ Department of Fisheries and Aquatic Sciences. Gainesville, Florida. 2001.
3. FRITSCH, Fabricius Eduardo Danieli. *Influência do uso e ocupação do solo nas vazões de pico na bacia hidrográfica do alto Rio Ligeiro, Pato Branco – PR*. 2013. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1489/1/PB\\_DACOC\\_2013\\_1\\_06.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1489/1/PB_DACOC_2013_1_06.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2017.
4. GAGG, Gilberto. *Levantamentos Hidrográficos - Noções Gerais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016. (Apostila). Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/157210/001020445.pdf?sequence=1>>. Acesso em 14 dez. 2017.
5. KRUEGER, C. P.; VEIGA, L. A. K.; FAGGION, P. L. Levantamento batimétrico no rio Uruguai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21, 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: IBGE, 2003.
6. MOURA, R.S.T.; SANTOS, R.V.; LOPES, Y.V.A.; HENRY-SILVA, G.G. Parâmetros morfométricos dos reservatórios Santa Cruz e Umari, Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, 41(2): 355 – 363, 2015.
7. SPERLING, E.V. *Morfologia de lagos e represas*. Belo Horizonte: DESA/UFGM, 1999.
8. TORRES, J.C.; MORAIS, A.A.; RABELLO, A.L.F.; CUNHA, G.P.Q. Caracterização morfométrica de um lago na cidade de Itabira, MG. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2015.
9. TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.