

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM LAGO ARTIFICIAL NO MUNICÍPIO DE ITABIRA/MG

Gisely de Assis Oliveira¹; Josiano Josiel Rodrigues Silva¹; Anderson de Assis Morais²; Ana Carolina Vasques Freitas²; Daniel Cristian Ferreira Soares² & Edison Aparecido Laurindo²

RESUMO – Desde os primórdios, o homem sempre optou por povoar regiões próximas aos cursos d'água, pois isto facilitava a captação para o atendimento de suas necessidades. Com a industrialização e crescimento desordenado das populações, a qualidade da água em diversas partes do mundo está sendo comprometida. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros físico-químicos da água de um lago situado a montante do *campus* da Universidade Federal de Itajubá *campus* Itabira, que é utilizado para incrementar a captação em situações de escassez no município, e compará-los com os critérios de classificação de corpos hídricos propostos na Resolução CONAMA nº 357/2005. Para a realização das análises físico-químicas foram utilizados um barco, disco de Secchi e uma sonda multiparâmetros (Qanta, Hydrolab), avaliando assim os seguintes itens: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, transparência e condutividade. Após a análise, verificou-se que todas as medições se encontraram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 referente às águas doces de Classe 2. Como o lago localiza-se em uma bacia hidrográfica de captação de abastecimento público do município, sugere-se que sejam adotadas medidas de proteção e revitalização do entorno do lago, como a recuperação e a preservação da vegetação ciliar, a fim de evitar o assoreamento e a contaminação do mesmo.

ABSTRACT – Since the beginning, humanity has always chosen to settle in regions close to waterways, because this facilitated the catchment to meet their needs. With the industrialization and disorderly growth of populations, water quality in many parts of the world is being compromised. Thus, the objective of this study was to analyze the physical and chemical parameters of the lake water located upstream at University, which is used to increase uptake in conditions of water scarcity in the city, and compare them with the classification criteria of water bodies proposed in CONAMA Resolution 357/2005. To carry out the physicochemical analysis were used a boat, Secchi disk and a multiparameter sensor (Qanta, Hydrolab), thus evaluating the following items: pH, temperature, dissolved oxygen, conductivity, and transparency. After analyses, it can be verified that all measurements were within the limits set by CONAMA Resolution 357/2005 related to Class 2. As this lake is located in a watershed catchment public municipal supply, it is suggested that measures be taken to protect and revitalize the surroundings of the lake, such as the recovery and preservation of ciliary vegetation, in order to avoid silting and contamination.

Palavras-chave: Água. Parâmetros físico-químicos.

-
- 1) Mestrando Prof.ª Água, Unifei - Universidade Federal de Itajubá *campus* Itabira – Rua Irmã Ivone Drumond, 200 - Distrito Industrial II, Itabira - MG, 35903-087. Tel: (31) 3839-0855, email: giselyassis25@gmail.com
 - 2) Professores Adjuntos - Unifei - Universidade Federal de Itajubá *campus* Itabira – Rua Irmã Ivone Drumond, 200 - Distrito Industrial II, Itabira - MG, 35903-087. Tel: (31) 3839-0855, email: andersonamorais@gmail.com

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas, mesmo em condições naturais pode ser influenciada por fatores externos, como a infiltração das chuvas no solo e/ou escoamento superficial (VICTORINO, 2014). As atividades humanas podem exercer um impacto direto na qualidade e no ciclo das águas, alterando suas características físico-químicas (VON SPERLING, 2014).

A poluição das águas superficiais ocorre por meio de fontes pontuais de lançamento de contaminantes, como o despejo de esgoto doméstico ou industrial diretamente no curso d'água; e por fontes não pontuais, onde os poluentes são lançados de forma dispersa no meio ambiente, como é o caso da aplicação de defensivos agrícolas nas lavouras que, ao serem carreados ou lixiviados pela água superficial, contribuem com a introdução de compostos que afetam diretamente a qualidade da água (VON SPERLING, 2014).

A qualidade da água de uma determinada região dependerá diretamente do tipo de uso e ocupação da bacia hidrográfica associada. Segundo Von Sperling (2014, p.3) “a qualidade desejável de uma determinada água é função de seu uso previsto” conforme estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 357/2005, que classifica a água doce de acordo com seus usos: classes especial, 1, 2, 3 e 4 (BRASIL, 2005).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros físico-químicos da água de um lago artificial localizado no município de Itabira/MG e compará-los com os critérios de classificação de corpos hídricos propostos na Resolução CONAMA 357/2005.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e Caracterização da Área de Estudo

O lago em estudo localiza-se no distrito industrial do município de Itabira/MG, nas seguintes coordenadas geográficas 19°40'27,55" S e 43°12'55,89" W (Figura 1). Em sua microbacia existem rodovias, fragmentos de mata, outros dois lagos (um à jusante e outro a montante), áreas de pastagem, áreas com solo exposto e/ou em processo de erosão, edificações (*campus* da Unifei Itabira, uma propriedade rural, entre outras), e uma fábrica de pré-moldados.

Estas atividades apresentam um grande potencial de modificação das propriedades físicas e químicas da água do lago, interferindo em sua qualidade. Assim, faz-se necessário a realização de um monitoramento e análise dos parâmetros físico-químicos de sua água, uma vez que o lago está localizado em uma bacia hidrográfica utilizada para abastecimento público no município de Itabira.

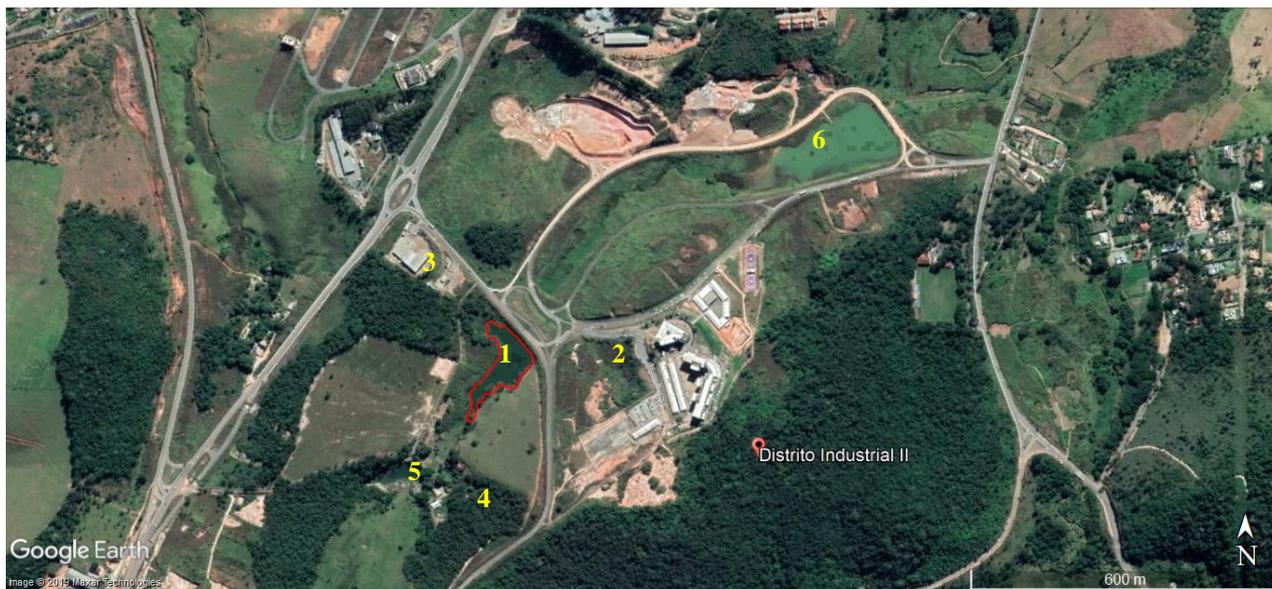


Figura 1 – Imagem aérea da microbacia de drenagem do lago estudado. Legenda: 1 - Lago em estudo; 2 – Edificações da Unifei *campus* Itabira; 3 - Fábrica de pré-moldados; 4 - Propriedade rural; 5 e 6 – Outros lagos.

No mês de outubro de 2015, com o auxílio de um barco, realizaram-se as coletas no ponto de maior profundidade do lago (aproximadamente 4,25 m), em dois dias distintos. Os trabalhos foram iniciados às 08h30 e encerrados às 16h30, sendo as medições realizadas em intervalos de 1 hora. Não foram levantados dados das vazões afluente e efluentes do lago durante os trabalhos de campo.

A definição do ponto de coleta foi feita baseado no mapa batimétrico do lago, apresentado na Figura 2. Os valores de pH, temperatura, oxigênio dissolvido, transparência e condutividade foram obtidos *in situ* com o auxílio de uma sonda multiparâmetros (Qanta, Hydrolab) e de um disco de Secchi. Os dados apresentados representam a média das medições realizadas, sendo 9 medições no primeiro dia (Coleta 1) e 10 medições no segundo dia (Coleta 2).

Em relação à morfometria, a Tabela 1 apresenta alguns dados morfométricos do lago estudado, obtidos no estudo realizado por Silva *et. al.* (2018). Já os dados meteorológicos referentes aos ventos, precipitação e temperatura do ar (Tabela 2) foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira (SMMA, 2015).

Tabela 1: Alguns parâmetros morfométricos do lago estudado (SILVA *et al.*, 2018)

PARÂMETRO	RESULTADOS
Área (A)	7.985 m ²
Volume (V)	12.089 m ³
Profundidade máxima (Z_{max})	4,25 m
Comprimento máximo efetivo (L_{max})	190 m
Largura máxima efetiva (La_{max})	100 m
Perímetro (P)	565,1 m

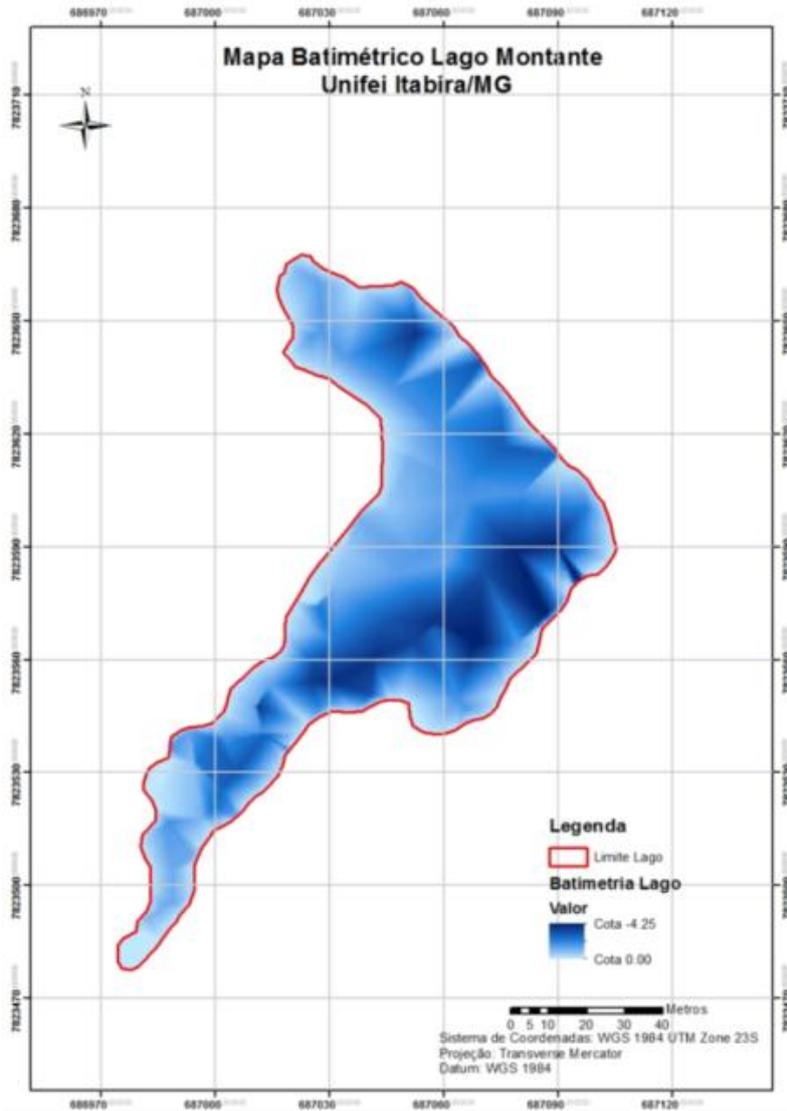


Figura 2 – Mapa batimétrico do lago estudado. Tons de azul mais escuros evidenciam as regiões de maior profundidade (SILVA *et al.*, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Velocidade e direção dos ventos, precipitação e temperatura do ar

As variações na velocidade e direção do vento, temperatura do ar e dados de precipitação do município, referentes aos dias e horários de coleta encontram-se reunidos na Tabela 2.

Tabela 2: Dados meteorológicos dos dias de coleta (SMMA, 2015)

Data	Horário	Velocidade Escalar do Vento (m/s)	Direção Escalar do Vento (°)*	Precipitação Pluviométrica (mm)	Temperatura do ar (°C)
21/10/2015	08:30	3,8	339,5	0	22,8
	09:30	2,1	338,1	0	26,3
	10:30	2	75,1	0	29,5
	11:30	2,8	153,7	0	32,4
	12:30	4,6	171,3	0	34,1
	13:30	4,2	161	0	35,4
	14:30	3,2	161,9	0	35,9
	15:30	2,2	145,2	0	33,9
	16:30	1,9	164,6	0	33,9
28/10/2015	08:30	6	348,1	0,5	18,7
	09:30	5,3	341,2	0	19,1
	10:30	5,4	343,2	0	19,8
	11:30	5,1	341,8	0	21,5
	12:30	5,1	339,3	0	23,1
	13:30	4,8	338,2	0	24,5
	14:30	5	337,9	0	23,4
	15:30	3	10,5	0	22,9
	16:30	2,2	2,8	0	23,1

*Sentido do vento definido no sentido horário, 0° sendo vento do norte.

De acordo com a Tabela 2, durante o primeiro dia de trabalho de campo, a temperatura mínima registrada foi de 22,8°C, máxima de 35,9 °C às 14h30 e média de 31,6°C. Houve uma amplitude térmica de 13,1°C, os ventos predominaram no sentido sul-sudeste e a maior velocidade do vento registrada foi de 4,6 m/s. Não houve registro de precipitação nas 24h antecedentes e no dia da coleta.

No segundo dia, as temperaturas foram mais amenas, visto que foram registradas precipitações na noite anterior à coleta. A temperatura mínima durante a realização do experimento foi de 18,7°C e a máxima 24,5 °C às 13h30, média de 21,8°C. A amplitude térmica durante os trabalhos de campo foi de 5,8°C. Os ventos ocorreram em sua maioria no sentido norte-noroeste e a maior velocidade do vento foi de 6,0 m/s.

Os dados da intensidade de radiação solar nos dias das coletas são apresentados na figura 3, onde é possível verificar que a primeira coleta foi realizada em um dia com alta intensidade de radiação solar, ultrapassando 3000 kJ/m² no momento de pico, por volta das 14h coincidindo com o horário de maior temperatura do ar (Tabela 2). A segunda coleta ocorreu em um dia com

intensidade de radiação mais baixa, com pico de radiação abaixo de 2000 kJ/m².

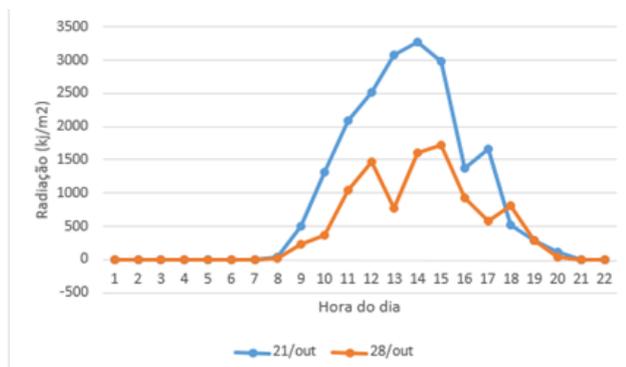


Figura 3 – Variação da radiação solar ao longo dos dias de coleta

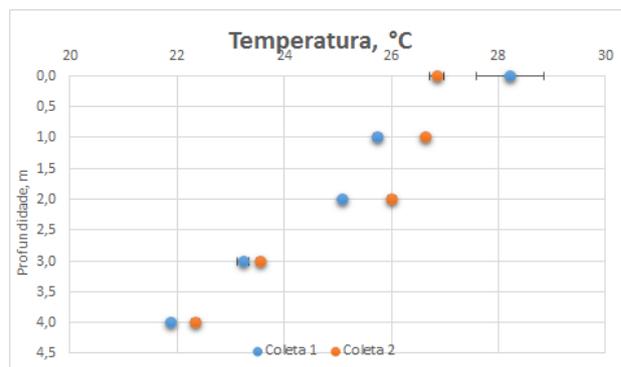


Figura 4 – Perfil de temperatura no lago. Os valores representam a média diária e as barras de erro representam o erro padrão da média

Em relação à temperatura da água, observou-se que há diminuição à medida que a profundidade do lago aumenta e foram verificadas variações na temperatura em função dos horários das coletas (Figura 4). As maiores temperaturas foram registradas na superfície do lago no período da tarde (14h30), atingindo 30,35°C, enquanto o menor valor foi de 21,75°C, a 4 m de profundidade, às 11h30.

O primeiro dia de coleta apresentou valores mais elevados de temperatura, pois estava ensolarado, sem nebulosidade, com alta incidência de radiação, enquanto o segundo dia estava nublado. É interessante observar que no segundo dia houve uma menor variação da temperatura em função da profundidade, devido a menor quantidade de radiação incidente na superfície do lago. O local não apresenta vegetação ciliar, que poderia influenciar na variação térmica da água ao interferir na penetração da radiação solar e troca de calor com a atmosfera.

Após a análise do parâmetro OD, constatou-se que este diminui em função da profundidade do lago, conforme apresentado na figura 5. Este fato pode ser justificado pela presença de organismos fotossintetizantes na camada superficial do lago e, também, pela influência do vento que pode ocasionar trocas e/ou adição de oxigênio pelo contato do lago com a atmosfera.

No primeiro dia de coleta, a média registrada na superfície foi de 6,13 mg/L contra 0,26 mg/L no fundo do lago. O percentual de saturação de OD apresentou comportamento semelhante, sendo mais elevado na superfície que no fundo: o maior valor aferido foi 91,2%, às 14h30, e o menor, 1,3%, às 08h30, a 4m de profundidade.

No segundo dia, os teores de OD foram mais baixos que no primeiro e também se reduziram com o aumento da profundidade, sendo a média na superfície de 5,62 mg/L e no fundo de 0,22 mg/L. Um fator que pode ter influenciado essa menor concentração de OD no segundo dia é uma menor taxa de fotossíntese, pois o dia apresentou uma menor incidência de radiação solar. Conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 os valores mínimos de OD para águas de classe 2 deve ser de 5 mg/L, sendo assim ambas coletas apresentaram valores dentro do que estabelece essa resolução (BRASIL, 2005), na superfície do lago estudado.

De acordo com Fiorucci e Benedetti Filho (2005) é comum encontrar condições aeróbias e anaeróbias em um lago devido à estratificação em camadas diferenciadas, ou seja, a superfície é aquecida pela absorção de radiação solar por materiais biológicos (epilimnio) e a parte abaixo do nível de penetração da luz continua fria (hipolimnio). A camada menos densa (com a água aquecida) posiciona-se sobre a camada inferior e praticamente não há transferência de massa entre elas, sendo a camada de transição denominada termoclina (SANTOS, 2015). Quando se trata da

separação entre as camadas levando-se em conta os níveis de oxigênio dissolvido, essa região passa a ser denominada oxiclina (FEARNSIDE, 2016). A partir da análise das figuras 4 e 5 verifica-se que a termoclina e a oxiclina encontram-se em profundidades intermediárias da coluna de água (entre cerca de 1,5m a 2,5m).

A camada superior comumente apresenta níveis de OD mais elevados, ou seja, próximo à saturação e suas condições são aeróbias, possibilitando a vida da maioria das espécies aquáticas. Próximo ao fundo predominam as condições anaeróbias, já que ocorre a depleção do oxigênio, que é consumido durante os processos de degradação da matéria orgânica.

Analisando-se os valores de pH encontrados na primeira coleta verificou-se o aumento deste entre a superfície e 3 m profundidade e a redução entre 3 a 4 m, conforme representado na figura 6. Às 16h30, foi aferido o maior valor de pH (8,07) a 1 m de profundidade. Já o menor valor encontrado foi de 7,02 (menor potencial hidrogeniônico), medido às 08h30, a 4 m de profundidade, região onde ocorre a maior atividade de decomposição da matéria orgânica.

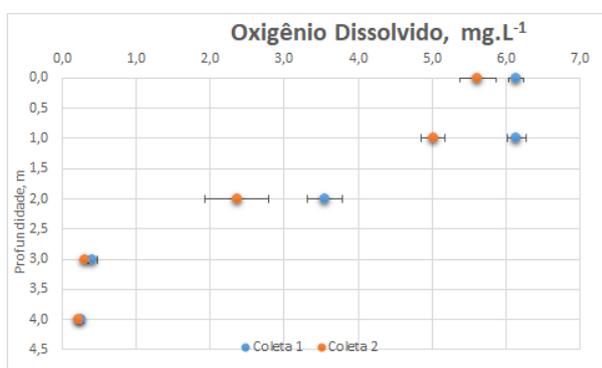


Figura 5 - Perfil de oxigênio dissolvido observado nas duas coletas realizadas. Os valores representam a média diária e as barras de erro representam o erro padrão da média.

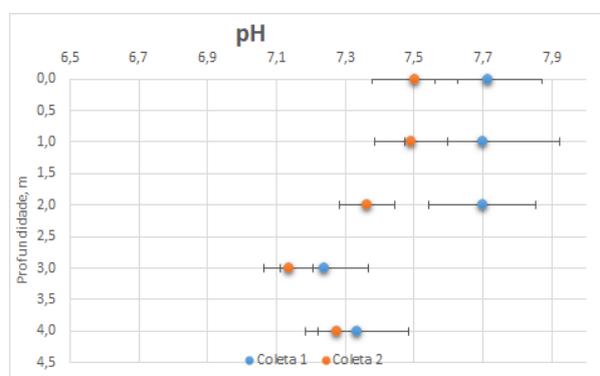


Figura 6 - Valores de pH nas coletas realizadas. Os valores representam a média diária e as barras de erro representam o erro padrão da média.

No segundo dia de coleta os valores obtidos apresentaram um comportamento similar ao do primeiro dia. O menor valor de pH foi de 7,07 a 3 m de profundidade, às 08h30 e o maior valor foi de 7,71 às 16h20, na superfície do lago. Os valores aferidos no segundo dia foram menores que os encontrados no primeiro dia, provavelmente ocasionados por uma menor taxa de fotossíntese na data da segunda coleta, que ocorreu em um dia de menor incidência de radiação solar. A partir dos dados obtidos nas coletas pode se constatar que os valores se mantiveram entre 6 e 9, padrão para a proteção da vida aquática de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

A medição da transparência do lago foi realizada com o auxílio do disco de Secchi e os resultados obtidos estiveram na faixa entre 50 cm e 1 m (figura 7), ou seja, sua transparência estava reduzida, uma vez que em lagos cristalinos a penetração da luz pode ultrapassar 1 metro de profundidade (BRASIL, 2006).

No primeiro dia de coleta a condutividade apresentou valores de 30 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nos 2 primeiros metros de profundidade e aumentou seu valor nas profundidades de 3m e 4m, conforme apresentado na figura 8.

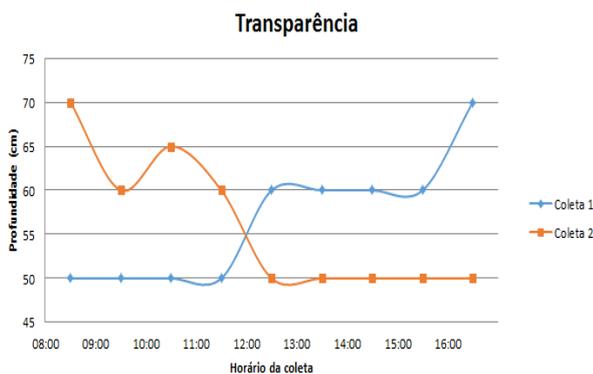


Figura 7 – Resultados da transparência do lago

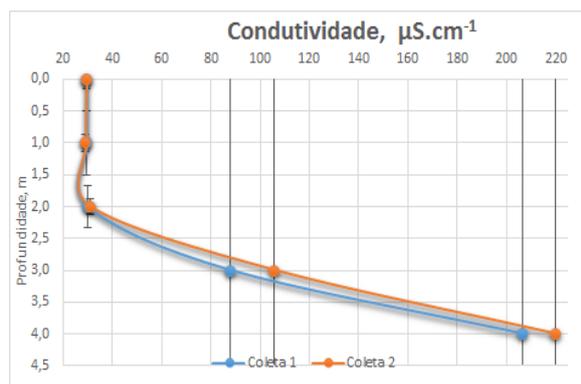


Figura 8 - Condutividade nas coletas realizadas. Os valores representam a média diária e as barras de erro representam o erro padrão da média.

No segundo dia, os valores obtidos apresentaram comportamento similar ao primeiro, porém nas profundidades de 3m e 4m os índices foram mais elevados que na primeira coleta. Provavelmente, essa situação aconteceu devido ao carreamento de sedimentos para o interior do lago ocasionado pela chuva, que pode ter contribuído para o aumento da quantidade de sólidos e íons presentes na água e, conseqüentemente, elevando a condutividade. Nas maiores profundidades há também a contribuição do sedimento, que contribui com íons para a coluna d'água, aumentando a condutividade.

A legislação brasileira não apresenta um padrão de condutividade, entretanto, segundo Von Sperling (2007), os teores de condutividade em águas naturais encontram-se na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por efluentes domésticos ou industriais os valores podem alcançar até 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises dos parâmetros físico-químicos da água do lago constatou-se que os valores obtidos estão dentro do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2 (BRASIL, 2005), na superfície do lago. Assim, no período de estudo, a água do lago encontrava-se dentro dos padrões e limites para o abastecimento humano, após a realização dos devidos tratamentos.

De um modo geral é possível verificar que a microbacia do lago apresenta sinais de degradação ambiental (solo exposto, ausência de vegetação ciliar, entre outras), entretanto estes fatores não foram capazes de afetar significativamente a qualidade da água do lago durante o período de realização deste estudo. Porém, vale ressaltar que mesmo as análises físico-químicas sendo essenciais para a caracterização da qualidade da água, elas são realizadas de maneira pontual ou seja elas apresentam valores instantâneos do ponto amostrado, com isso seria necessário um maior número de medições e um monitoramento contínuo da qualidade da água para se obter resultados mais representativos dos parâmetros.

Portanto, sugere-se que seja realizado o monitoramento do lago, por meio da realização de um maior número de análises, durante as várias estações do ano, para assim compreender a relevância da sazonalidade e os fatores temporais sobre a qualidade da água. Além disso, recomenda-se que sejam adotadas medidas de proteção e revitalização do entorno do lago, como a recuperação e a preservação da vegetação ciliar, a fim de evitar o assoreamento e a contaminação do mesmo.

AGRADECIMENTOS - Ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Prof.ª Água, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015, à Agência Nacional das Águas (ANA), à Fundação CAPES e à Universidade Federal de Itajubá *campus* de Itabira (Unifei).

REFERÊNCIAS

BRASIL (2005). Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de Novembro de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL (2006). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

FEARNSIDE, P. M. (2016). Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests. In: Lehr, J.; Keeley, J. (eds.) *Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia*. New York, E.U.A.: Wiley, p. 428-438.

FIORUCCI, A. R; BENEDETTI FILHO, E. (2005). A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos [The importance of dissolved oxygen in aquatic ecosystems]. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 10 - 16, 2005.

SANTOS, R. M. *et al.* (2015). Short-term thermal stratification and partial overturning events in a warm polymictic reservoir: effects on distribution of phytoplankton community. **Brazilian Journal Of Biology**, [s.l.], v. 75, n. 1, p.19-29, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.05313>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000100005&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 01 ago. 2019

SILVA, J.J.R. *et al.* (2018). Determinação de parâmetros morfométricos: estudo de caso em um lago artificial. Anais: XIV Sibesa Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2018. Disponível em http://abes.locaweb.com.br/eventos_img/XIVSibesa/programa_oficial_Sibesa2018.pdf. Acesso em 31/07/2019.

SMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira (2005). Dados meteorológicos do ano de 2015.

VICTORINO, C. J. A. (2007). Planeta água morrendo de sede: Uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: Edipucrs, 2007. 231 p. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/planetaagua.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

VON SPERLING, M. (2007). Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

VON SPERLING, M. (2014). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 472 p.