

## **IV-069 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO DO RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE - GO: TESTE DE TOXICIDADE**

**Paulo Henrique Oliveira Marinho<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestrando em Engenharia Ambiental e Sanitária no PPGEAS/UFG.

**Andréia Gomes dos Santos Arantes<sup>(2)</sup>**

Graduada em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Pós-graduada em Gestão e Química do Meio Ambiente pela UFG. Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo PPGEAS/UFG.

**Ana Carolina Moreira Araújo<sup>(3)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília. Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária no PPGEAS/UFG.

**Nora Katia Saavedra del Aguila Hoffman<sup>(4)</sup>**

Doutora em Hidráulica e Saneamento pela EESC – USP. Professora Associada da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da UFG (EECA/PPGEAS/UFG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Universitária, 1488 - Setor Universitário - Goiânia - GO - CEP: 74605-220 - Brasil - e-mail: marinho.pho@gmail.com

### **RESUMO**

O reservatório do ribeirão João Leite, localizado a montante da cidade de Goiânia (Goiás-Brasil), tem como objetivo único o abastecimento público de água para a cidade de Goiânia e áreas conurbadas. Diante da constante deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia de drenagem, torna-se necessário a inclusão da avaliação da qualidade de sedimentos de forma a complementar os protocolos de monitoramento ambiental. O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar a qualidade do sedimento do reservatório do ribeirão João Leite quanto a toxicidade. Foram coletadas amostras de sedimentos em cinco pontos amostrais, durante os períodos de chuva durante o ano de 2016. Foram realizados testes de toxicidade aguda com sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Nos pontos próximos a entrada do reservatório o crescimento foi favorecido. Por outro lado, os testes de toxicidade aguda indicaram que o crescimento foi reduzido, tanto da raiz como do hipocótilo, nas amostras coletadas próximas ao barramento. Por fim, não foi constatada a presença de agrotóxicos nos sedimentos, sendo a concentração de alumínio o principal inibidor do crescimento das amostras próximas ao barramento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reservatório, Toxicidade, Sedimentos, *Lactuca sativa*.

### **INTRODUÇÃO**

O aumento da demanda devido ao crescimento populacional e à distribuição hídrica irregular tem gerado pressões para o armazenamento de água em muitas regiões do planeta (Straškraba e Tundisi, 2013). Um dos efeitos dessa pressão é a criação de reservatórios artificiais. Estes, apresentam impactos positivos aos seres humanos como: regularização da vazão, produção de energia, fonte de água para sistemas de abastecimento e controle de enchentes, impactos negativos na qualidade da água também são gerados devido às alterações no regime hidrológico (de lótico para lético), que por sua vez, interferem profundamente nas características físicas, químicas e biológicas do ecossistema aquático (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Entretanto, devido às atividades antrópicas ao longo das bacias, os mananciais podem ser contaminados por esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos, uso indiscriminado de agrotóxicos e utilização excessiva de fertilizantes (SANTOS, 2009; AGUIAR; DELDUQUE; SCHARF, 2014). Nesse sentido, os agrotóxicos se destacam devido aos impactos nocivos aos ecossistemas e a saúde humana, bem como a sua capacidade de permanecer no ambiente por longos períodos (DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014).

A Associação Brasileira de Saúde Coletiva – ABRASCO, coloca o Brasil na posição lugar de maior consumidor de agrotóxicos do mundo, a frente dos Estados Unidos (CARNEIRO et al., 2015). O Panorama da

Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de origem Agrícola no Brasil, cenário 1992-2011, evidenciou a expansão da ocupação agrícola na Região Centro-Oeste, principalmente pelas culturas de soja e milho, bem como de cultivos intensivos que exigem a aplicação de adubos, fertilizantes e agrotóxicos (GOMES; BARIZON, 2014).

A maior parte dos poluentes orgânicos persistentes permanece nos sedimentos. Apresentando quantidades superiores às concentrações dissolvidas (MERTEN; POLETO, 2006). Além de acumular os nutrientes e contaminantes, os sedimentos são responsáveis por disponibilizar e trocar espécies químicas para a coluna d'água (MOZETO; SOARES, 2006; ARAÚJO et al., 2006; WANG et al., 2012).

Entende-se que os sedimentos são essenciais para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, atuando como um reservatório de contaminantes para bioacumulação e transferência trófica, ocasionado pelo transporte que ocorre entre os diferentes compartimentos ambientais (ar, água superficial e subterrânea, terra e biota) (GAO, 2015).

Comumente são utilizadas três abordagens para a avaliação da qualidade dos sedimentos, às análises físicas e químicas, análises da estrutura das comunidades bentônicas e os testes de toxicidade. Estes últimos, importantes para verificar os prováveis efeitos do contaminante na biota (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2008).

Portanto, os efeitos das substâncias tóxicas presentes nos sedimentos podem ser verificados com os ensaios toxicológicos (ARAÚJO et al., 2006). Os bioensaios se destacam nesse sentido por apresentarem baixo custo, reprodutibilidade, sensibilidade e resultados confiáveis em curto prazo, além disso, não exigem grandes instalações e permitem uma perspectiva geral do efeito conjugado dos contaminantes presente (GUSTAVSON et al., 2000; RODRIGUES, 2006).

Dado o exposto e considerando a importância do reservatório do ribeirão João Leite para Goiânia e demais municípios que utilizam suas águas para abastecimento público, o estudo toxicológico dos sedimentos, avaliando a possível contaminação por agrotóxicos e os impactos na biota é importante para a compreensão das interações entre sedimentos, contaminantes e ecossistema bem como para gerenciamento ambiental do reservatório.

Portanto, durante a pesquisa, realizou-se a análise toxicológica dos sedimentos de forma a fornecer dados adicionais sobre os impactos antrópicos que podem comprometer a qualidade da água do reservatório do ribeirão João Leite, que tem como uso único o abastecimento público de água. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade do sedimento do reservatório do ribeirão João Leite no período chuvoso e de estiagem, no que diz respeito a toxicidade aguda nos sedimentos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

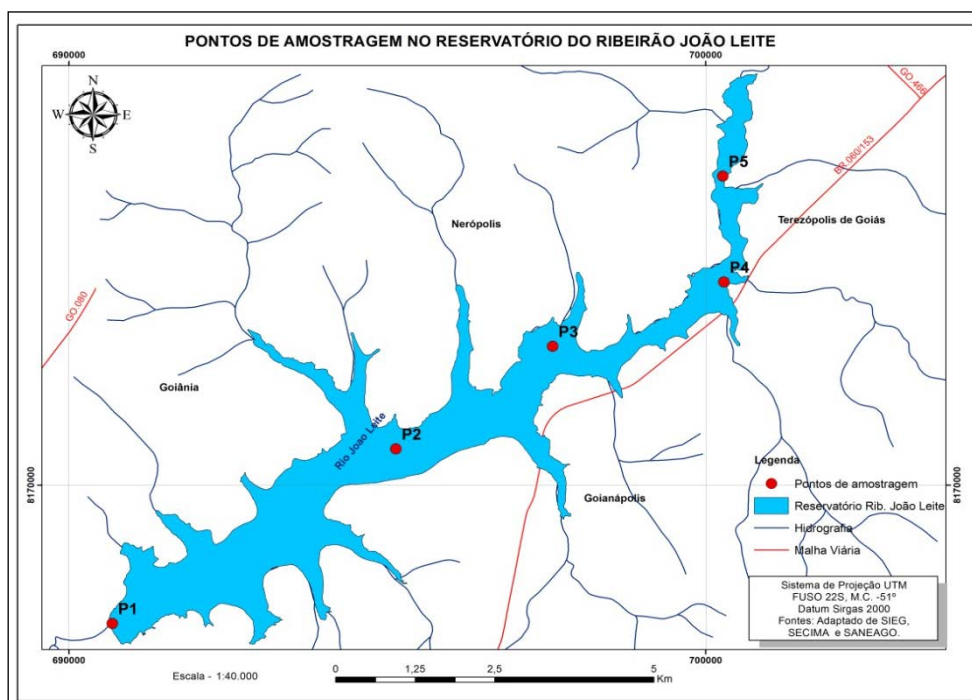
O presente estudo foi desenvolvido no reservatório do ribeirão João Leite. O ribeirão João Leite, nasce na Serra do Sapato Arcado, no município de Ouro Verde, e pertence à bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, que integra a bacia do rio Paranaíba e por sua vez, a bacia do rio Paraná (BRANDÃO et al., 2008).

O reservatório do ribeirão João Leite, dista 15 (quinze) quilômetros em direção ao norte, do centro de Goiânia, limitado pelas coordenadas 16°33'35" S e 49°12'38" W. Portanto, localiza-se a montante da cidade de Goiânia (Goiás-Brasil), limítrofe ao Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP) e do Parque Estadual João Leite (PEJoL) (CAVALCANTE; CARMO, 2015; SANEAGO, 2006).

### **PONTOS DE AMOSTRAGEM**

A morfometria e a localização dos principais tributários diretos foram consideradas na escolha dos pontos. Optou-se também pela escolha de pontos na parte mais profunda do sistema em razão do fenômeno denominado *sediment focussing*, que é a convergência das partículas das partes mais rasas para as zonas mais profundas de um lago (BLAIS; KALFF, 1995; Mozeto (2004),).

Desse modo, foram definidos cinco pontos de amostragem ao longo do reservatório do ribeirão João Leite, nos quais, se realizaram quatro coletas de amostras de água e sedimentos, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1 - Pontos de amostragem no reservatório do ribeirão João Leite.**

Os pontos foram georreferenciados com o auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global), da marca Garmin modelo MontanaTM 650. Os pontos determinados foram: P1 (Barramento); P2 (Eixo do Córrego Bandeira); P3 (Eixo do Córrego Barreiro); P4 (Eixo paralelo ao Córrego Carapina) e P5 (Zona de transição), conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Informações sobre os pontos de amostragens.**

Ponto	Descrição do Ponto	Coordenadas geográficas em graus decimais	
		Longitude	Latitude
P1	Barramento	-49.2131650556	-16.5654605891
P2	Eixo do Córrego Bandeira	-49.1727375796	-16.5384444183
P3	Eixo do Córrego Barreiro	-49.148563013	-16.5232676613
P4	Eixo paralelo ao Córrego da Gramma	-49.1248881142	-16.5130174831
P5	Transição de lótico para lântico	-49.124197344	-16.497234589

## AMOSTRAGEM

As coletas de amostras de sedimentos foram realizadas seguindo a norma NBR 9898 (ABNT, 1987), que fixa as condições exigíveis para a coleta e a preservação de amostras de efluentes líquidos domésticos e industriais, e de amostras de água, sedimentos e organismos aquáticos dos corpos receptores interiores superficiais, bem como o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (CETESB, 2011). As amostras foram coletadas com draga de Petersen, acondicionadas em frascos de polietileno de 100 mL e mantidas sob refrigeração, a uma temperatura de aproximadamente 4°C, até o momento das análises químicas.

## BIOENSAIOS DE GERMINAÇÃO DE SEMENTE E ALONGAMENTO DE RAIZ COM LACTUCA SATIVA L.

Os bioensaios com sementes de *Lactuca sativa* L. (alface). foram realizados no mês de dezembro (período chuvoso) conforme os métodos propostos por Sobrero e Ronco (2008). As sementes foram expostas às

amostras de sedimento (elutriato) por um período de 120 horas, na ausência de luz e com a temperatura controlada ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), com taxa de germinação acima de 90%, conforme fornecedor (ISLA sementes).

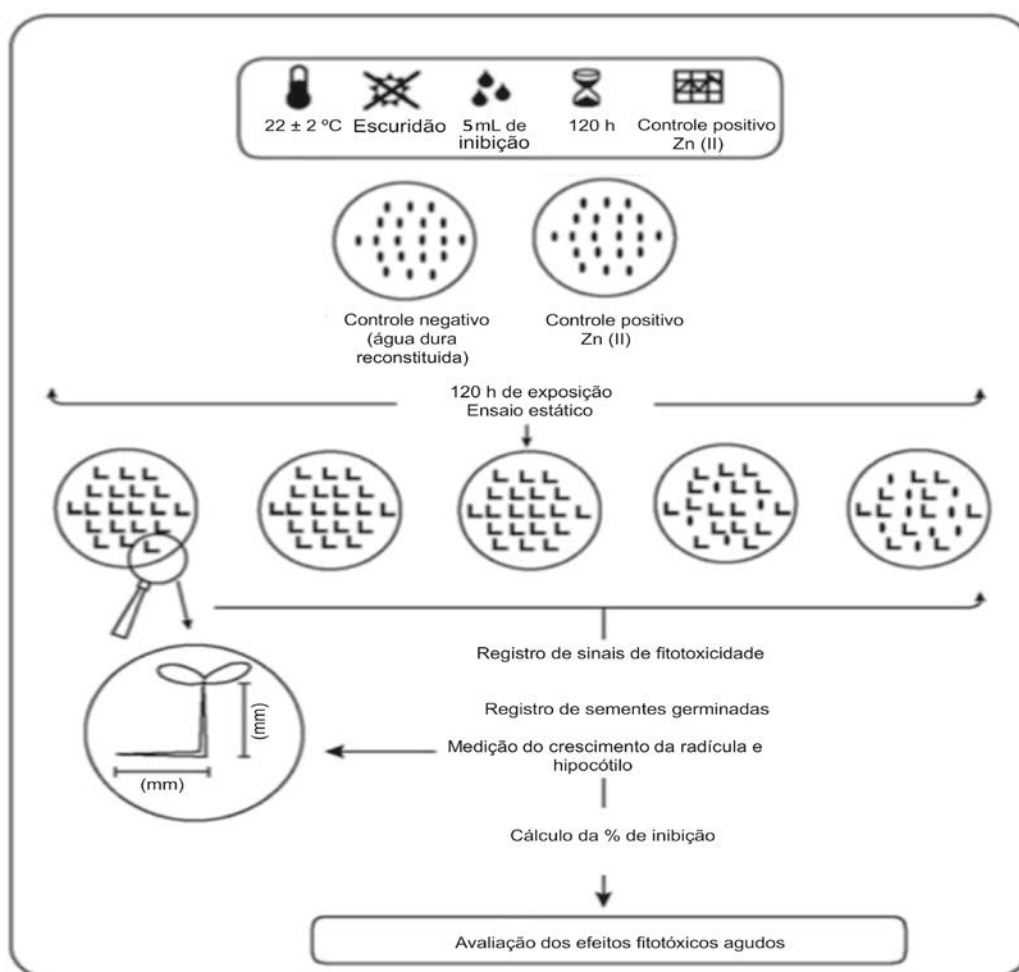
Conforme determinado pelo método, utilizou-se 5 mL de elutriato produzido a partir da agitação de uma solução de sedimento/água destilada (1: 4 w/v) durante 30 minutos, seguidos de repouso para sedimentação à temperatura ambiente durante 24 h, a fase líquida foi utilizada. Placas de Petri de 100 mm forradas com papel de filtro (do tipo Whatman nº 3, com 90 mm de diâmetro e porosidade de  $6\mu\text{m}$ ).

O papel de filtro foi saturado com 5 mL da amostra a ser avaliada (elutriato). Em seguida, foram dispostas cuidadosamente 20 sementes, deixando espaço suficiente para permitir o crescimento da raiz. As placas foram cobertas com filme plástico com a finalidade de evitar a perda da umidade.

Os ensaios foram realizados em triplicata com 20 sementes cada, totalizando 60 sementes. Utilizou-se um controle negativo composto por água dura reconstituída e um controle positivo de solução de sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ) 0,05 N. A água dura reconstituída foi preparada adicionando-se em 1L de água destilada 384 mg de  $\text{NaHCO}_3$ , 240 mg de  $\text{MgSO}_4$ , 240 mg de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e 16,0 mg de KCl (APHA, 2012).

A taxa de germinação foi calculada pela relação entre o número de sementes germinadas e o número total de sementes testadas. Para a determinação do desenvolvimento da plântula mediu-se o comprimento a partir da extremidade da raiz para a radícula com um paquímetro.

Além do ensaio de toxicidade, foi realizada a caracterização físico-química das amostras. A figura 2, resume o procedimento para a realização do ensaio de toxicidade aguda.



**Figura 2 - Esquema do procedimento de ensaio de toxicidade com sementes de *Lactuca sativa* L. (alfafa). Adaptado de Sobrero e Ronco (2008)**

O cálculo de inibição de crescimento radicular (%ICR) foi realizado utilizando a Equação 1:

$$\% \text{ ICR} = \frac{(\text{crescimento radicular amostra}) \times 100}{(\text{crescimento radicular controle negativo})} \quad (1)$$

A porcentagem de germinação relativa de sementes (GR) por meio da Equação 2:

$$\text{GR} = \frac{(\text{número de sementes germinadas na amostra}) \times 100}{(\text{número de sementes germinadas no controle})} \quad (2)$$

O índice de germinação (%IG) foi calculado utilizando a Equação 3:

$$\% \text{ IG} = \frac{(\% \text{ sementes germinadas}) \times (\% \text{ crescimento da raiz})}{100} \quad (3)$$

## RESULTADOS

Os valores encontrados para inibição do crescimento radicular (ICR) e do hipocótilo, a porcentagem de germinação relativa (GR) e o índice de germinação (IG) estão apresentados nas tabelas 2, 3 e 4. A tabela 1 apresenta as análises de metais dos sedimentos do reservatório do ribeirão João Leite.

**Tabela 1 – Concentração de metais dos sedimentos do reservatório do ribeirão João Leite (valores médios).**

Parâmetros	Pontos de amostragem					Unidade
	P1	P2	P3	P4	P5	
Alumínio	8,99	67,45	53,96	71,94	4,50	mg.kg-1
Cálcio	1182	691	491	731	892	mg.kg-1
Cobre	8,8	10,4	10,1	10,65	10,85	mg.kg-1
Ferro	176	174	176	173	171,5	mg.kg-1
Magnésio	294	218	146	201	234	mg.kg-1
Manganês	179,5	163	163,5	163,5	170,5	mg.kg-1

Completando a caracterização dos sedimentos, o pH encontrado nas amostras de sedimentos esteve entre 4,2 e 5,1. A matéria orgânica manteve-se no intervalo de 1,5 a 9,6%. O oxigênio dissolvido encontrado variou de 2500 a 10300 mg.kg-1. O nitrogênio total apresentou a concentração entre e de 5,7 a 13,4 mg.kg-1, enquanto o fósforo total encontrado esteve entre 6,4 a 29,5 mg.kg-1. Quanto a presença de agrotóxicos nos sedimentos, a concentração manteve-se abaixo do limite de detecção. Entretanto, a presença de agrotóxicos foi observada em amostras de água. Foi detectada a atrazina entre 0,166 e 0,304 µg.L-1, no ponto P2 foi detectado a presença de trifluralina (0,200 µg.L-1). Os valores encontrados se mantiveram abaixo dos valores máximos permitidos.

**Tabela 2 – Valores médios de comprimento radicular.**

	Comprimento radicular (mm)					
	P1	P2	P3	P4	P5	Controle Negativo
Média	0,45	0,07	0	3,30	7,18	6,78
Desvio padrão	1,27	0,18	0	5,79	6,04	2,55



**Tabela 3 – Valores de ICR, GR e IG.**

	P1	P2	P3	P4	P5	Controle Negativo
Número de sementes germinadas	12	15	0	33	100	100
%ICR	6,61	1,05	0,00	48,6	105,89	*
GR	11,67	15,00	0,00	33,3	100	*
%IG	0,77	0,16	0,00	16,21	105,89	*

**Tabela 4 – Valores médios do comprimento do hipocótilo.**

	Comprimento hipocótilo (mm)					
	P1	P2	P3	P4	P5	Controle negativo
Média	0,00	0,03	0,21	3,90	7,92	11,89
Desvio Padrão	0,00	0,07	0,80	7,52	6,61	6,73

Os valores de crescimento radicular e os de comprimento do hipocótilo apresentaram resultados semelhantes, existindo diferenças estatisticamente apenas entre os pontos P4 e P5, os quais apresentaram crescimento superior aos demais pontos. No caso do crescimento do comprimento foi excluído o ponto de amostragem P3 das análises devido a falta de variabilidade dos dados (todos valores foram zero). Por esse mesmo motivo, o ponto de amostragem P1 da análise do crescimento do comprimento do hipocótilo também foi excluído.

Messias (2008) constatou que o estímulo do crescimento das raízes de alface encontrava-se relacionado à presença de compostos contendo nitrogênio e fósforo, enquanto que, o oposto se dava pela presença de resíduos de pesticidas. Contudo apesar de não terem sido constatadas concentrações de agrotóxicos próximo ao barramento o teste de toxicidade demonstra que os sedimentos dessas regiões (P2 e P3) apresentaram crescimento reduzido tanto da raiz como do hipocótilo. Nesse caso o alumínio pode ter sido responsável por inibir o crescimento.

O alumínio, comum nos solos, apresenta efeito deletério sob condições de pH inferior a 5,5, condição essa encontrada nos sedimentos amostrados cujo pH variou entre 4,20 e 5,10. De fato, a concentração de alumínio nos pontos P2, P3 e P4 foram superiores aos outros pontos amostrais e o ponto P5 (menor concentração de alumínio) apresentou o maior crescimento.

O crescimento radicular e do hipocótilo apresentaram uma tendência de serem menores conforme os pontos se aproximam do barramento. Outro aspecto que pode ter contribuído pode ser a concentração de matéria orgânica e nitrogênio, que apresentaram os maiores valores na entrada da represa (P5). Nesse sentido, Rodrigues et al. (2013), ao avaliarem a fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e do sedimento do córrego do Pântano (MG), verificaram que o estímulo do crescimento das raízes de alface poderiam estar correlacionados com o aporte de nutrientes e matéria orgânica em detrimento da presença de contaminantes.

As maiores concentrações de matéria orgânica foram registradas no começo do reservatório, com 8,5 % no P5 e 9,6% no P4, bem como o registro de teores mais elevados de nitrogênio total no P5 (13,4 mg.kg<sup>-1</sup>), sendo portanto, os principais estímulos para o crescimento radicular e do hipocótilo nesses pontos amostrais.

## CONCLUSÕES

Os resultados das análises dos sedimentos indicam que os diferentes usos de solo ao longo da área de influência do reservatório do ribeirão João Leite não estão contribuindo com cargas poluidoras significativas, capazes de comprometer a qualidade da água.

Os testes de toxicidade aguda do sedimento, não apresentaram resultados que indicam algum tipo de contaminação. Apesar disso, houve inibição do crescimento, tanto radicular quanto do hipocótilo, próximo ao barramento indicando que os nutrientes estão mais disponíveis no começo do reservatório, onde o crescimento foi favorecido. Apesar de não haver indicativo que o uso do solo na área de influência implique em contaminação, a falta de cobertura vegetal e o consequente aumento do carreamento de solo para o reservatório podem ser responsáveis pela elevada presença de metais em determinados pontos.

Os parâmetros monitorados nos sedimentos indicaram que as concentrações de ferro e manganês podem interferir nos padrões de qualidade da água do reservatório, principalmente nos períodos de desestratificação. Nesses períodos pode ocorrer a mistura da massa líquida, levando a ressuspensão de nutrientes e a oxidação de substâncias presentes nos sedimentos.

Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam estudadas a quantificação dos metais presentes nos sedimentos do reservatório do ribeirão João Leite, bem como o desenvolvimento de estudos de toxicidade em diferentes níveis tróficos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo apoio financeiro e a Saneamento de Goiás SA (Saneago) por permitir a realização deste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, L.; DELDUQUE, M.; SCHARF, R. Como cuidar da nossa água. São Paulo: BEI Comunicação, 2014. 144 p.
2. APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: SC, 22th ed., 2012.
3. ARAUJO, R. P. A.; SHIMIZU, G. Y.; BOHRER, M. B. C.; JARDIM, W. Avaliação da qualidade de sedimentos. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações. São Carlos: Rima, 2006. cap. 13.
4. BLAIS, J. M.; KALFF, J. The influence of lake morphometry on sediment focusing. Limnol. Oceanogr., v. 40, n. 3, 582-588, 1995.
5. BRANDÃO, D.; SILVA, J. Q.; JACÓ, M. G.; RIZZO, M. R.; MARTINS JR., O. P.; PINHEIRO, R. C. D.; MATTOS, S. C. Diagnóstico Ambiental da Bacia hidrográfica e Possibilidades de Uso Sustentável do Entorno do Reservatório João Leite (Relatório). Goiânia: Neotrópica - Roriz Tecnologia Ambiental, 2008. 134p.
6. CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BURIGO, A. C. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624p.
7. CAVALCANTE, T. C.; CARMO, N. C. Monitoramento ambiental da barragem do ribeirão João Leite utilizando ferramentas de geoprocessamento. Anais. XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, p.1-8, 2015
8. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
9. DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 18, n. 12, p. 1296-1301, 2014.
10. GAO, W. Sediment Quality Analysis and Related Management Approaches in Halifax Harbour. 2015. 86 f. Dissertação (Mestre em Gestão Marinha) - Universidade de Dalhousie, Nova Escócia, 2015.
11. GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. Jaguariuna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2014. 35 p.
12. GUSTAVSON, K. E.; SONSTHAGEN, S. A.; CRUNKILTON, R. A.; HARKIN, J. M. Groundwater Toxicity Assessment Using Bioassay, Chemical, and Toxicity Identification Evaluation Analyses. Environmental Toxicology, v. 15, n. 5, p. 421-430, 2000.
13. MERTEN, G. H.; POLETO, C. (Org.). Qualidade dos sedimentos. Porto Alegre: ABRH, 2006. 397 p.
14. MESSIAS, T. G. Influência da toxicidade da água e do sedimento dos rios São Joaquim e Ribeirão Claro na bacia do Corumbataí. 2008. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
15. MOZETO, A. A. Sedimentos e particulados lacustres: amostragens e análises biogeoquímicas. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Org.). Amostragem em Limnologia. São Carlos: RiMa, 2004. cap. 18.
16. MOZETO, A. A.; SOARES, A. Determinação de fluxos de nutrientes e outras espécies químicas na interface sedimento-água de ambientes aquáticos lênticos e lúmnicos. In: MOZETO, A. A. UMBUZEIRO, G. A.; JARDIM, W. F. Métodos de coleta, análises físico-químicas e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce. São Carlos: Cubo multimídia, 2006. cap. 1

17. RODRIGUES, L. C. A.; BARBOSA, S.; PAZIN, M.; MASELLI, B. S.; BEIJO, L. A.; KUMMROW, F.. Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1099-1108, Oct. 2013.
18. RODRIGUES, P. F. Teste de toxicidade aguda com a bactéria luminescente. – *Vibrio fischeri*. In: MOZETO, A. A. UMBUZEIRO, G. A.; JARDIM, W. F. Métodos de coleta, análises físico-químicas e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce. São Carlos: Cubo multimídia, 2006. cap. 3.
19. SANEAGO. Situação ambiental da bacia do ribeirão João Leite (Relatório). Goiânia. 2006. 85 p.
20. SANTOS, E. H. M. Comportamento Hídrico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, GO. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
21. SOBRERO, M. C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda com semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. In: ROMERO, P. R.; CANTÚ, A. M. Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas em agua y suelo – La experiencia em México. México, 2008. p. 55-68.
22. STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2013.
23. TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. Braz. J. Biol., v.68, n. 4, p. 1133-1135, 2008.
24. WANG, X.; ZHANG, L.; ZHANG, H.; WU, X.; MEI, D. Phosphorus adsorption characteristics at the sediment–water interface and relationship with sediment properties in FUSHI reservoir, China. Environ Earth Sci., v. 67, p. 15–22, 2012.
25. ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações. São Carlos: Rima Editora, 2008. p. 293-320.