



## Estudo da qualidade da água do reservatório João Leite no município de Goiânia – GO

**Andréia Gomes dos Santos Arantes<sup>1</sup>, Juliana Beatriz Sousa Leite<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária/PPGEAS/Universidade Federal de Goiás/SANEAGO (andreia\_gyn24@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária/PPGEAS/Universidade Federal de Goiás Ambiental (julianabeatrizsl@gmail.com)

### Resumo

A água é essencial ao desenvolvimento e a manutenção da vida e sob o ponto de vista da qualidade sofre influência de diversos fatores relacionados aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na bacia de drenagem do próprio corpo d'água. Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água do reservatório do ribeirão João Leite por meio de variáveis limnológicas. Para a realização deste estudo, foram definidos cinco pontos de coleta distribuídos ao longo do reservatório João Leite, nos quais foram determinadas algumas variáveis limnológicas da qualidade da água e realizadas leituras *in situ* com sonda multiparâmetro, quinzenalmente de janeiro a dezembro de 2014. Os resultados das análises indicaram uma correlação positiva e significativa entre o COT e a amônia com um valor de  $R$  de 0,856. Já o pH e a clorofila-*a* demonstraram uma correlação positiva moderada de 0,567. Apesar das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo da bacia desse manancial, o comportamento das variáveis estudadas permaneceram, em sua maioria, dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005.

Palavras-chave: Qualidade da água. Reservatório. Variáveis limnológicas.

Área Temática: Recursos Hídricos.

## Study of the quality of water of the reservoir João Leite in the city of Goiânia- GO

### Abstract

*Water is essential to the development and maintenance of life and in the quality point of view is influenced by several factors related to the physical, chemical and biological processes occurring in the drainage basin of the water body itself. Based on the above, this study aimed to evaluate the water quality of the river reservoir Leite through limnological variables. For this study, five sampling points distributed throughout the Joao Leite reservoir were defined, in which some limnological variables were determined water quality readings and performed *in situ* with multi-parameter probe, fortnightly from January to December 2014. The results the analysis indicated a positive and significant correlation between TOC and ammonia with an R-value of 0.856. Since pH and chlorophyll-a showed a moderate positive correlation of 0.567. Despite the anthropogenic activities along the basin this spring, the behavior of the variables remained mostly within the limits established by Resolution CONAMA 357/2005.*

Key words: Water quality. Reservoir. Limnological variables.

Theme Area: Water resources



## 1 Introdução

Recurso indispensável para a sobrevivência humana, a água é essencial ao desenvolvimento e a manutenção da vida. Contudo, a complexidade dos usos múltiplos aliada às excessivas retiradas de água tem acarretado impactos múltiplos e deletérios que interferem tanto na disponibilidade quanto na qualidade hídrica (TUNDISI, 2011; BARBOSA, 2014).

Em virtude da heterogeneidade da distribuição da água no planeta, várias represas artificiais foram construídas para reservar água doce e atender a finalidades específicas como: irrigação, recreação, geração de energia elétrica, abastecimento público entre outros (STRAŠKRABA; TUNDISI, 2013).

Salienta-se, porém, que os reservatórios constituem-se como um sistema intermediário entre rios e lagos com características morfométricas e hidrológicas específicas, o que os tornam ambientes complexos (MARGALEF, 1983). E sob o ponto de vista da qualidade da água são influenciados por diversos fatores relacionados aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na bacia de drenagem do próprio corpo d'água. Desta forma, a poluição ocasionada por contaminações oriundas de lançamentos de efluentes industriais, águas pluviais, esgoto urbano e rural, deposição de resíduos sólidos, uso de pesticidas entre outros têm produzido custos elevados para o tratamento da água e a adoção de novas tecnologias tem se tornada necessária (BONAI et al., 2009).

Destaca-se como um dos principais problemas ambientais ligados aos recursos hídricos destinados ao abastecimento público o processo de eutrofização artificial, que ocorre devido ao aumento excessivo de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio nos ecossistemas aquáticos, que tem como principais consequências o aumento da produção primária e o favorecimento do crescimento de macrófitas aquáticas (ESTEVES, 1998).

Considerando, que reservatórios para o fornecimento de água potável apresentam os maiores requisitos em termos de qualidade da água, um número cada vez maior de variáveis deve ser regularmente monitorado a fim de se avaliar adequadamente qual é a qualidade de determinado corpo hídrico e se existem possíveis problemas de contaminação. Visto que o comprometimento do manancial pode onerar os processos de tratamento ou até mesmo inviabilizar sua utilização (TUNDISI, 2011; STRAŠKRABA; TUNDISI, 2013).

Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água do reservatório do ribeirão João Leite por meio de variáveis limnológicas, tais como: pH, fósforo total, nitrato, nitrito, amônia, carbono orgânico total, clorofila-*a*, oxigênio dissolvido (OD) e turbidez.

## 2 Metodologia

A bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite situa-se numa área de aproximadamente 778,94 km<sup>2</sup> e 61,20 km de extensão de curso hídrico e localiza-se entre os paralelos 16°13' e 16°39' sul e os meridianos 48°57' e 49°11' oeste, na região central do Estado de Goiás, (Brasil), ocupando áreas dos municípios de Ouro Verde de Goiás, Campo Limpo de Goiás, Anápolis, Terezópolis de Goiás, Nerópolis, Goianápolis e Goiânia (SANEAGO, 2006).

De modo geral, a bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite apresenta elevado grau de antropização, predominando o uso do solo por pastagens, lavouras anuais e horticultura com pequenas e esparsas reservas de matas (PINA, 2013).

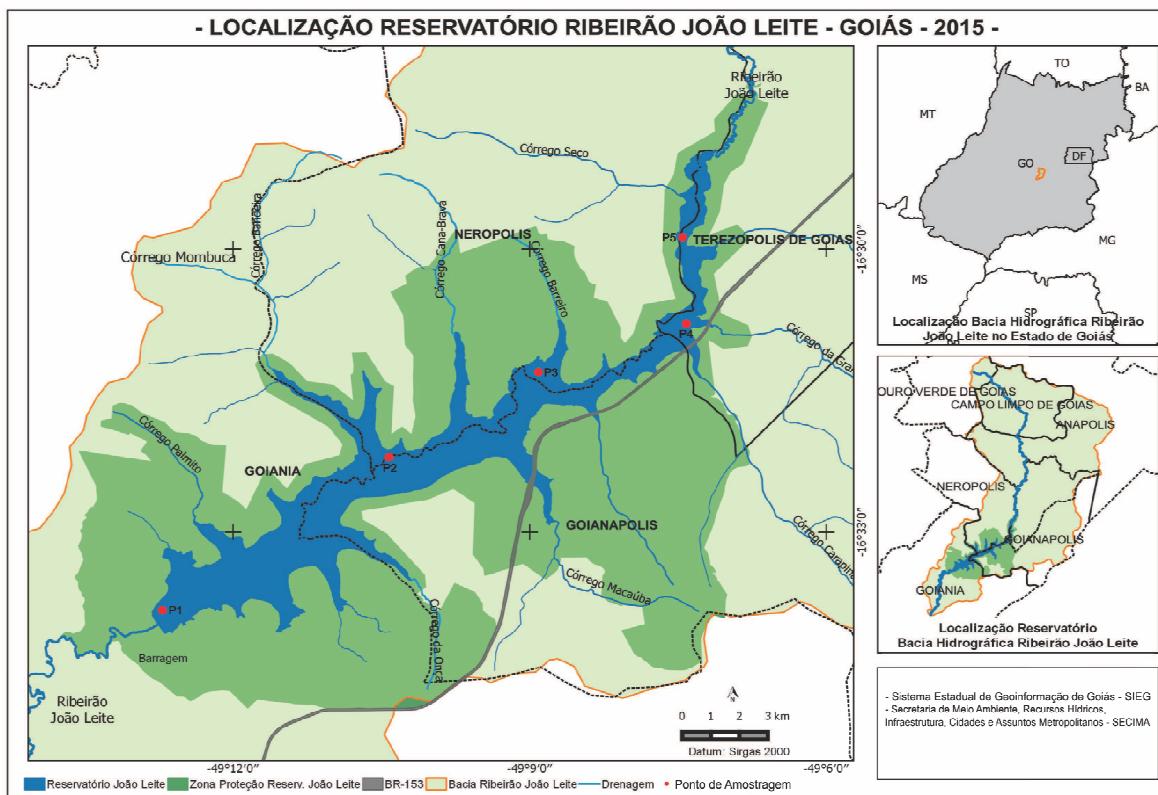
A área de estudo compreende a região do reservatório João Leite, ilustrada na **Figura 1**, que está localizada junto ao morro do Bálsmo, limítrofe a uma parte da área do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco e ao Parque Estadual João Leite, distando aproximadamente 6,5 km do núcleo urbano de Goiânia, formando um reservatório de acumulação/regularização com volume de 129 hm<sup>3</sup>, em sua cota máxima operacional, destinado ao abastecimento público de água (GUSMÃO; VALSECCHI, 2009).



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Figura 1 – Localização do reservatório João Leite e dos pontos de amostragem



Para a realização deste estudo, foram definidos cinco pontos de coleta, conforme **Quadro 1**, distribuídos ao longo do reservatório. As coletas foram realizadas quinzenalmente de janeiro a dezembro de 2014. Foram determinados os seguintes parâmetros: fósforo total, nitrato, nitrito, amônia, carbono orgânico total e clorofila-a. Os métodos determinados para os parâmetros de referência seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th Edition (APHA, 2005) e os valores dos parâmetros foram analisados segundo a Resolução N°357 de 17 de Março de 2005 do CONAMA que enquadra os corpos de água em classes. Também foram realizadas medições *in situ*, com sonda multiparâmetro da marca HIDROLAB modelo Quanta, do pH, oxigênio dissolvido (OD) e turbidez.

Quadro 1 – Informações sobre os pontos de amostragem

<b>Ponto</b>	<b>Descrição do Ponto</b>	<b>Coordenadas geográficas em graus decimais – DATUM SAD69</b>	
		<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>
P1	Barramento	-49.212751	-16.565060
P2	Eixo do Córrego Bandeira	-49.171020	-16.538249
P3	Eixo do Córrego Barreiro	-49.148102	-16.522876
P4	Eixo paralelo ao Córrego da Gramma	-49.123018	-16.513137
P5	Transição de lótico para lêntico	-49.123309	-16.497471

Para avaliar o grau de associação entre as variáveis em estudo do reservatório João Leite foram calculados os coeficientes de correlação linear de *Pearson*.



### 3 Resultados e discussão

A **Tabela 2** apresenta os valores mínimos, máximos e o desvio padrão (DP) dos resultados obtidos nos cinco pontos amostrais durante o período de estudo.

Tabela 2 – Mínimo, máximo e desvio padrão dos resultados obtidos

		Parâmetros								
Ponto amostral	Estatística	pH	OD (mg/L)	TURB (NTU)	CL ( $\mu\text{g/L}$ )	PT (mg/L)	$\text{NO}_3^-$ (mg/L)	$\text{NO}_2^-$ (mg/L)	$\text{NH}_3$ (mg/L)	COT (mg/L)
P1	Mínimo	6,95	5,53	2,1	1,56	0,002	0,053	0,002	0,013	0,01
	Máximo	8,82	8,53	7,1	4,34	0,103	0,200	0,029	1,400	2,92
	DP	0,60	0,78	1,53	0,84	0,03	0,05	0,01	0,38	0,82
P2	Mínimo	7,11	4,06	3,2	1,07	0,001	0,053	0,002	0,010	0,02
	Máximo	8,58	8,17	7,7	6,19	0,108	0,200	0,053	0,778	2,99
	DP	0,45	1,18	1,33	1,55	0,03	0,07	0,02	0,22	0,74
P3	Mínimo	7,48	6,89	2,7	0,63	0,003	0,053	0,002	0,010	0,03
	Máximo	8,62	7,97	9,5	5,82	0,046	0,200	0,053	0,448	2,68
	DP	0,44	1,08	2,09	1,51	0,02	0,06	0,02	0,13	0,71
P4	Mínimo	6,84	6,05	3,2	1,34	0,003	0,053	0,002	0,010	0,04
	Máximo	8,82	7,65	14,7	6,68	0,049	0,250	0,053	0,322	3,66
	DP	0,59	0,51	3,47	1,89	0,01	0,06	0,02	0,10	0,86
P5	Mínimo	6,99	5,62	5,1	0,53	0,001	0,050	0,001	0,010	0,07
	Máximo	8,84	7,96	167,0	7,25	0,050	0,300	0,053	0,197	3,75
	DP	0,53	0,64	48,04	2,30	0,02	0,10	0,01	0,07	1,01
<b>Conama 357/2005</b>		6 a 9	5,0	100,0	30	0,030	10,0	1,0	3,7	-
<b>Classe II</b>										

**Legenda:** pH – Potencial Hidrogeniônico; OD – Oxigênio Dissolvido; TUR – Turbidez; CLO – Clorofila-a; PT – Fósforo Total;  $\text{NO}_3^-$  - Nitrato;  $\text{NO}_2^-$  - Nitrito;  $\text{NH}_3$  -Amônia; COT – Carbono Orgânico Total.

Com base nos valores expressos na **Tabela 2**, observou-se que os valores de pH apresentaram tendência alcalina, com máximo de 8,84 no ponto P5 e mínimo de 6,84 no ponto P4 (Ver **Figura 2a**). Esteves (1998) destaca que a elevação do pH pode estar associada a assimilação de dióxido de carbono durante os processos fotossintéticos de algas e macrófitas aquáticas. Contudo, os valores obtidos permaneceram na faixa, de 6 a 9, estabelecida pela Resolução Conama 357/2005 para águas de classe II.

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou valores máximos variando entre 8,53 e 7,65 mg/L, sendo que as menores concentrações foram registradas no ponto P1 e P2 (5,53 mg/L; 4,06 mg/L) que se encontram localizados, respectivamente, limítrofe ao barramento e na porção central do reservatório sentido barramento. Somente no ponto P2, o valor de OD



apresentou-se abaixo da concentração mínima estabelecida pela Resolução Conama 357/2005 que é de 5 mg/L. Segundo Esteves (1998) em reservatórios tropicais a magnitude do déficit de OD pode estar relacionado com a extensão do período de estratificação térmica e com a concentração de matéria orgânica aliada às altas temperaturas (**Figura 2b**).

Em todos os pontos amostrados foram verificados baixos valores de turbidez com mínimos variando entre 2,1 e 5,1 NTU. Todos os valores obtidos permaneceram bem abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/2005, exceto, no ponto P5 que apresentou um valor máximo de 167 NTU, ressalta-se que esse ponto se encontra localizado na fase de transição de lótico para lêntico e que o resultado encontrado está relacionado com o aporte de material particulado devido à incidência de chuvas na região no período da coleta (**Figura 2c**).

Os valores de clorofila-*a* variaram entre 0,53 e 7,25 µg/L permanecendo abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 que é de 30 µg/L (**Figura 2d**). A clorofila-*a* é um dos tipos de clorofila cujo pigmento possui a capacidade de capturar a energia luminosa da fotossíntese, também presente em algas e cianobactérias (AMARAL et al., 2008). Dessa forma, pode ser considerada como a principal variável indicadora do estado trófico dos ambientes aquáticos e da biomassa fitoplanctônica.

Para o fósforo total verificou-se uma variação entre 0,001 e 0,108 mg/L, os pontos P1, P2, P3 e P4 apresentaram valores acima do limite máximo definido pela Resolução Conama 357/2005 para ambientes lênticos que é de 0,03 mg/L (**Figura 2e**). Os pontos P1 e P2 foram os que apresentaram as maiores concentrações (0,103 e 0,108 mg/L). Deve ser dada atenção a essa variável, pois está associada à produtividade aquática e sua concentração pode ser considerada como parâmetro relevante para a classificação do estado trófico (ESTEVES, 1998).

No período de estudo os valores de nitrato oscilaram entre 0,050 e 0,300 mg/L com máximo de 0,300 mg/L registrado no ponto P5 (**Figura 2f**). Já o nitrito não apresentou variações significativas entre os pontos, o valor máximo registrado foi de 0,053 mg/L em quatro dos cinco pontos analisados (**Figura 2g**). Em relação à amônia os valores obtidos variaram entre 0,010 e 1,40 mg/L, sendo que o valor máximo foi verificado no ponto P1 (1,40 mg/L) conforme pode ser visto na **Figura 2h**. De acordo com Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) o nitrato, nitrito e a amônia se destacam como fontes principais de nitrogênio para as plantas aquáticas que o utilizam para a síntese de aminoácidos e proteínas. Os valores de nitrato, nitrito e amônia permaneceram dentro dos limites máximos permitidos pela Resolução Conama 357/2005.

Os resultados analíticos do COT oscilaram entre 0,01 e 3,75 mg/L (**Figura 2i**). Segundo Esteves (1998) o COT é composto pelo carbono orgânico detrital e carbono orgânico particulado da biota sendo de fundamental importância para o metabolismo dos ecossistemas límnicos, pois abrange todos os componentes orgânicos independentemente do seu estado de oxidação. O COT, principalmente na forma dissolvida, assume papel preponderante no desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica no ecossistema aquático, introduzindo-se na cadeia trófica de bactérias e algas – como agente precipitador de nutrientes na camada bentônica para produção primária, atuando também no processo de fotossíntese, pela penetração das radiações solares no corpo d'água (LIBÂNEO et al., 2000).

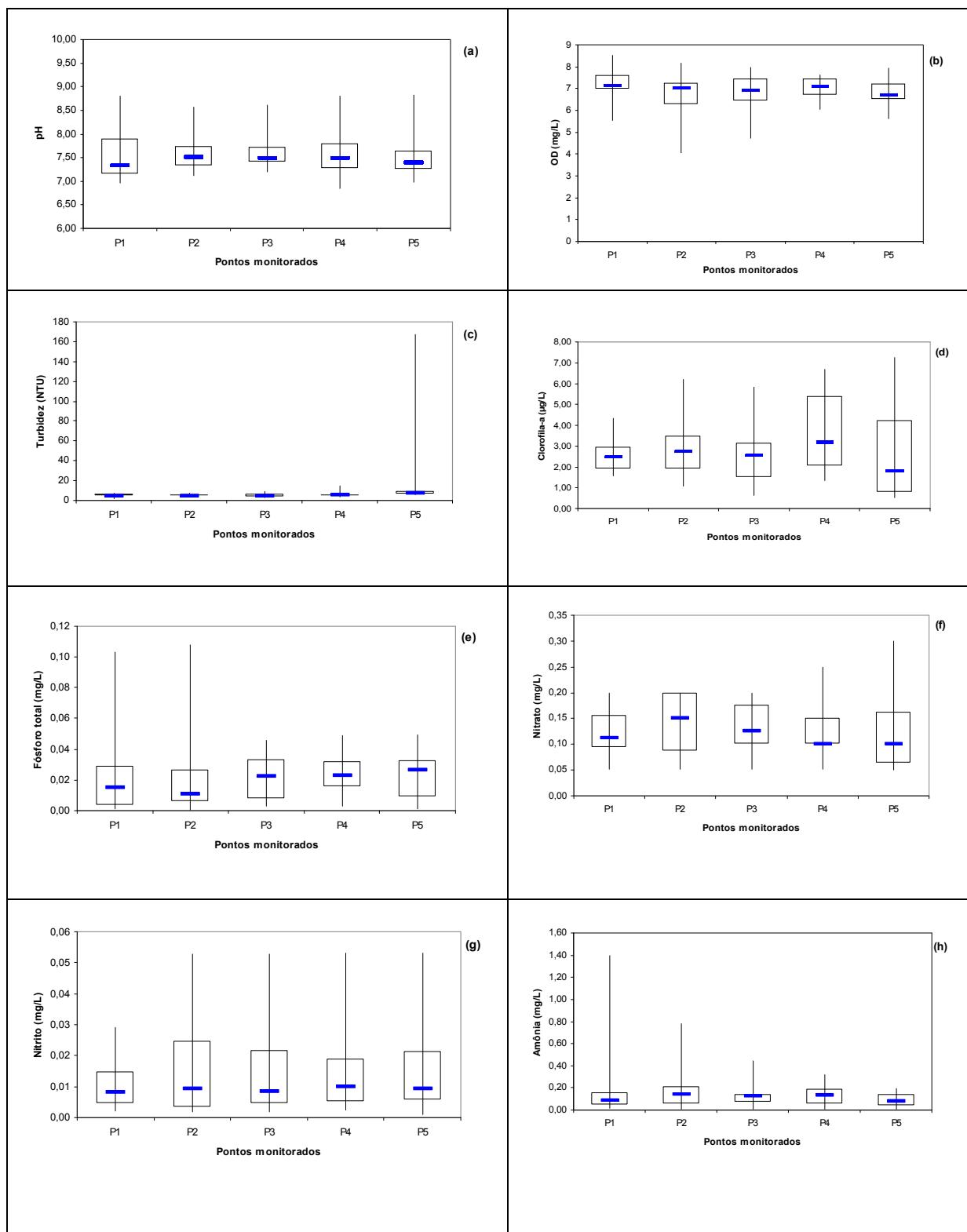
Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) destacam que em reservatórios com longos períodos de retenção e carga moderada de nutrientes, geralmente a produção primária autóctone é a principal fonte de carbono orgânico para o meio. Embora não existam limites estabelecidos na Resolução Conama 357/2005, para águas de classe II, essa variável atua como um indicador útil do grau de poluição do corpo hídrico.

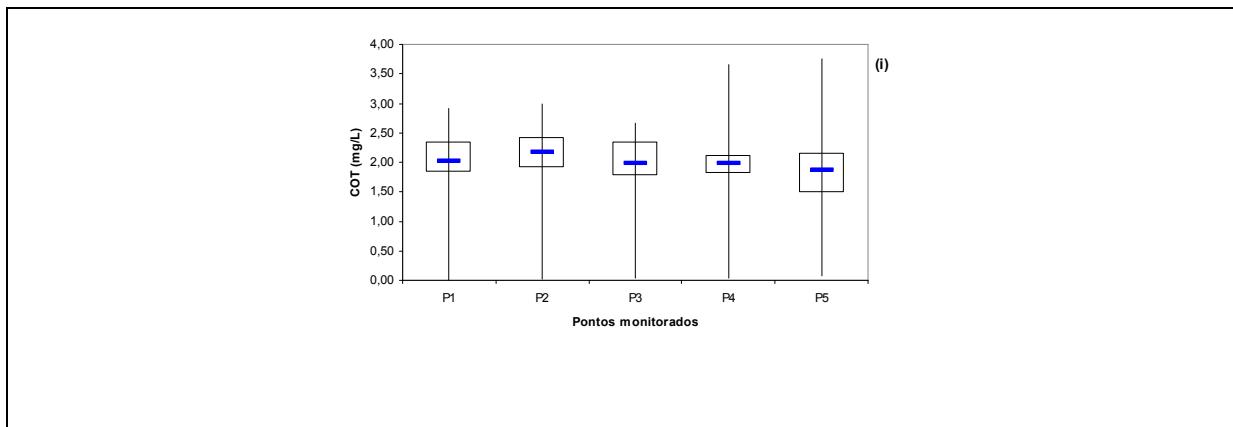


## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Figura 2 – Gráficos das variáveis limnológicas: pH (a), OD (b), turbidez (c), clorofila-*a* (d), fósforo total (e), COT (f), nitrito (g), nitrito (h) e amônia (i) obtidos no reservatório João Leite de janeiro a dezembro de 2014.





A **Tabela 3** apresenta os coeficientes de correlação linear de *Pearson* calculado para as variáveis limnológicas estudadas.

Tabela 3 – Matriz de correlação linear de *Pearson* das variáveis estudadas.

Variáveis	pH	OD	TUR	CLO	PT	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NH}_3$	COT
<b>pH</b>	1,000								
<b>OD</b>	-0,234	1,000							
<b>TUR</b>	-0,707	-0,224	1,000						
<b>CL</b>	<b>0,567</b>	0,193	-0,271	1,000					
<b>PT</b>	-0,283	0,062	0,130	0,352	1,000				
$\text{NO}_3^-$	0,235	-0,924	-0,031	-0,328	0,004	1,000			
$\text{NO}_2^-$	<b>0,699</b>	-0,761	-0,098	0,462	0,020	0,620	1,000		
$\text{NH}_3$	0,163	0,246	-0,776	-0,151	0,197	0,136	-0,271	1,000	
<b>COT</b>	0,470	-0,066	-0,791	0,211	0,392	0,367	0,224	<b>0,856</b>	1,000

**Legenda:** pH – Potencial Hidrogeniônico; OD – Oxigênio Dissolvido; TUR – Turbidez; CLO – Clorofila-a; PT – Fósforo Total;  $\text{NO}_3^-$  - Nitrato;  $\text{NO}_2^-$  - Nitrito;  $\text{NH}_3$  -Amônia; COT – Carbono Orgânico Total.

As correlações entre as variáveis não foram significativas, porém observou-se uma correlação positiva entre o COT e a amônia com um valor de R de 0,856. O pH e a clorofila-a demonstraram uma correlação positiva moderada de 0,567 indicando que quanto maior os valores de clorofila-a presente na água, maior o pH. Apresentou também valor de R significativo em relação ao nitrito de 0,699.

#### 4 Conclusão

A análise estatística utilizando o coeficiente de correlação linear de *Pearson* demonstraram uma forte correlação entre o pH e a clorofila-a e entre o carbono orgânico total e a amônia. O reservatório do ribeirão João Leite é utilizado exclusivamente para abastecimento público de água e para fins contemplativos. Apesar das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo da bacia desse manancial, o comportamento das variáveis estudadas neste trabalho permaneceram, em sua maioria, dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005. Contudo, mais estudos devem ser realizados para determinar um padrão temporal das variáveis limnológicas analisadas.



## 5 Agradecimentos

As autoras agradecem à FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás), UFG (Universidade Federal de Goiás) e Saneamento de Goiás S/A pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento desse trabalho.

## Referências

AMARAL, M. C. E.; BITTRICH, V.; FARIA, A. D.; ANDERSON, L. O.; AONA, L. Y. S. **Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do Estado de São Paulo**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. 452 p.

APHA - American Public Health Association/American Water Works. Association. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 22 ed. American Public Health Association, Washington, 2005.

BARBOSA, V. **A última gota**. 1. ed. São Paulo: Planeta, 2014.

BONAI, N. C.; SOUZA-FRANCO, G. M.; FOGOLARI, O.; MOCELIN, D. J. C.; DAL MAGRO, J. Distribution of metals in the sediment of the Itá Reservoir, Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, v. 21, n. 2, p. 245-250, 2009.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP, 1998.

GUSMÃO, C. A.; VALSECCHI, J. C. **Projeto Básico Ambiental da Barragem e do Reservatório de Regularização e Acumulação do Ribeirão João Leite em Goiânia, Goiás – Brasil**. BVSDE. Biblioteca virtual desarollo sostenible y salud ambiental, 2009.

LIBÂNEO, M.; CUNHA LIBANEO, P. A.; COSTA, B. M. P.; VON SPERLING, E. Avaliação da relevância do carbono orgânico total como parâmetro de caracterização de águas de abastecimento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 4, p. 41-55, 2000.

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Omega, 1983.

PINA, R. W. Avaliação experimental do crescimento da comunidade fitoplanctônica do Reservatório João Leite em diferentes condições de luz e nutrientes. 2013. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SANEAGO. **Situação ambiental da bacia do ribeirão João Leite** (Relatório). Goiânia. 2006.

STRÁSKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.