

# ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DO LAGO DO JARDIM BOTÂNICO NA CIDADE DE GOIÂNIA-GO

Vinícius de Oliveira Gonçalves Pereira<sup>1</sup>

Gláucia Machado Mesquita<sup>2</sup>

Geórgia Ribeiro S. de Sant'Ana

## RESUMO

O trabalho de pesquisa apresenta análise dos parâmetros físico-químicos da água do lago do Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira (JBAHT), localizado em Goiânia-Goiás, sendo que este se encontra totalmente inserido no meio urbano, estando sujeito às ações antrópicas. O presente estudo teve como objetivo apresentar às análises de parâmetros físico-químicos da água do lago do JBAHT. Os parâmetros físico-químicos analisados: temperatura da água; turbidez; condutividade; oxigênio dissolvido; DBO; DQO; pH; nitrogênio e fósforo total, as quais foram realizadas em laboratório. Sendo realizada a coleta sub-superficial de amostras de água em três pontos diferentes do lago do Jardim Botânico, abrangendo duas etapas semelhantes, porém em diferentes períodos do ano. Com as informações coletadas, foram comparadas as análises nos períodos chuvoso e seco, e se elas obedecem às normas da legislação vigente Art. 3º da Resolução CONAMA nº 357/2005 no que se refere à categoria que este corpo de água superficial está enquadrado. Observou desconformidade com a norma ambiental no parâmetro fósforo total, o qual apresenta 0,09 mgP/L. Essa diferença pode ser explicado pelo local no parque, estando sujeito a processos naturais como o carreamento do solo principalmente no período de chuvas. No período da seca o fósforo total apresentou, nos três pontos de coletas níveis acima do permitido para ambientes lênticos; 0,10 mgP/L; 0,09 mgP/L e 0,07 mgP/L. A presença de níveis de fósforo acima do permitido ao longo de todo o lago pode ser explicada pela presença de ações antrópicas no ambiente urbano em que ele se encontra, adicionando grande quantidade deste nutriente através de poluentes, além do baixo índice de pluviosidade do período não permitindo uma maior diluição desse corpo d'água.

**Palavras-chave:** Águas superficiais. Unidade de conservação. Parâmetros físico-químicos.

## ANALYSIS OF THE PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF JARDIM BOTÂNICO LAKE WATER IN THE CITY OF GOIÂNIA-GO

### ABSTRACT

The research work presents an analysis of the physical and chemical parameters of the water of the Amália Hermano Teixeira Botanic Garden (JBAHT), located in Goiânia-Goiás, being totally inserted in the urban environment, being subject to the anthropic actions. The present study had as objective to present to the analyzes of physical-chemical parameters of the lake water of the JBAHT. Physical-chemical parameters analyzed: water temperature; Turbidity; conductivity; Dissolved oxygen; BOD; COD; PH; Nitrogen and total phosphorus, which were carried out in the laboratory. The sub-superficial collection of water samples was carried out at three different points of the Jardim Botânico lake, covering two similar stages, but at different periods of the year. With the information collected, the analyzes were compared in the rainy and dry periods, and if they obey the rules of the current legislation Art. 3 of CONAMA Resolution nº. 357/2005 regarding the category that this body of surface water is framed. It observed non-compliance with the environmental standard in the parameter total phosphorus, which presents 0.09 mgP/L. This difference can be explained by the location in the park, being subject to natural processes such as the land transportation mainly during the rainy season. During the dry season, total phosphorus levels were higher than those allowed for lentic environments at the three collection points; 0.10 mgP/L; 0.09 mgP/L and 0.07 mgP/L. The presence of phosphorus levels above that allowed throughout the lake can be explained by the presence of anthropogenic actions in the urban environment in which it is found, adding a large amount of this nutrient through pollutants, in addition to the low rainfall index allowing a greater dilution of this body of water.

**Key-words:** Surface water, Conservation unit. Physicochemical parameters.

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Ambiental – Faculdade Araguaia

<sup>2</sup> Docente Faculdade Araguaia

## INTRODUÇÃO

A água é essencial para a existência e o bem-estar do ser humano, devendo ser disponível em quantidade suficiente e boa qualidade, para garantir a qualidade de vida (SANT'ANA, 2014; SILVA et al., 2007). Os recursos hídricos são utilizados para várias atividades, tais como, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômica (MUNDIM, TAVARES, 2014).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Todos esses parâmetros são de determinação rotineira em laboratórios de análise de água. É importante essa visão integrada da qualidade da água, sem uma separação estrita entre as suas diversas aplicações (VON SPERLING, 2005). A classificação de um corpo hídrico visa assegurar às águas, qualidade compatível com os usos a que forem destinadas, assegurando o direito ao uso dos recursos hídricos (CONAMA, 2005).

O Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira-JBAHT constitui uma unidade de conservação (UC) inserida na categoria de proteção integral destinada a promover a pesquisa, a conservação, a preservação, a educação ambiental e o lazer (PEREIRA, PASQUALETTO, 2012). A área do Jardim Botânico tem sofrido inúmeras agressões antrópicas ao longo dos anos que prejudicam suas características ambientais, por isso a necessidade de se fazer o levantamento da qualidade de sua água para o devido monitoramento (SEMMA, 2007).

A água do lago do Jardim Botânico, segundo a classificação dos corpos de água, deve obedecer à classificação da classe 4: águas que podem ser destinadas: à navegação; e à harmonia paisagística (CONAMA, nº 357/2005). Uma análise físico-química dessa água mostrará parâmetros confiáveis que atendam a essa devida classificação.

Almeida e Schwartzbold (2003) observam dois fatores relevantes que interferem na qualidade da água de um rio: o espacial e o sazonal. O fator espacial está relacionado à localização geográfica dos usos impactantes como as áreas agrícolas, industriais e centros urbanos. Já o fator sazonal está associado às variações de pluviosidade e vazão, que interferem em variáveis como pH, turbidez, sólidos totais e em suspensão (JARDIM, 2011).

O presente estudo teve como objetivo apresentar às análises de parâmetros físico-químicos da água do lago do JBAHT. Os parâmetros físico-químicos analisados: temperatura da água; turbidez; condutividade; oxigênio dissolvido; DBO; DQO; pH; nitrogênio e fósforo total, as quais foram realizadas no laboratório Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, sendo que este encontra-se totalmente regular, seguindo as normas preconizadas. O lago está situado totalmente

em meio urbano, estando sujeito às ações antrópicas. Esta análise possibilitará a verificação da qualidade dessa água, que é de interesse tanto ambiental, quanto socioeconômico da população da região.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O trabalho foi realizado no Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira-JBAHT, em Goiânia-Goiás, localizado na região sul da capital de Goiás, fazendo limite a noroeste com o Setor Pedro Ludovico, ao sul com a Vila Santo Antônio e a leste com a Vila Redenção. O JBAHT situa-se em uma cota de aproximadamente 815 acima do nível do mar e é constituído por uma densa cobertura vegetal nativa, Cerrado Semidecidual, este possui três nascentes permanentes e uma intermitente, sendo estas nascentes as principais formadoras do Córrego Botafogo, a partir desse córrego, originam-se três lagos presentes no JBAHT (Figura 1).

**Figura 1.** Mapa do Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira



Fonte: [www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps), 2016.

A área do JBAHT, atualmente, encontra-se dividida por três áreas sendo cortada por uma via pública pavimentada. A área utilizada no projeto de pesquisa foi a Área I onde existem os três lagos, possuindo aproximadamente 441.600 m<sup>2</sup>. O lago onde foi realizada a coleta é o lago central o qual tem grande visitação de público, sendo que este já possuiu palco para

apresentações artísticas (Figura 2).

**Figura 2.** Lago Central do Jardim Botânico Amália Hermano Teixeira



Fonte: [www.vivencehoteis.com.br/vivence-suites-hotel-goiania/os-melhores-parques-de-goiania](http://www.vivencehoteis.com.br/vivence-suites-hotel-goiania/os-melhores-parques-de-goiania), 2016

### *Coleta de dados*

A coleta da água do lago do JBAHT ocorreu em duas etapas semelhantes, porém em diferentes períodos do ano para a comparação e análise da influência da pluviosidade e da temperatura nos dados obtidos.

A primeira coleta foi realizada no período chuvoso, no dia 07 de março de 2016, onde foram coletadas sub superficialmente amostras de água in natura em três pontos diferentes no lago. O ponto 1, à jusante ( $16^{\circ}43'21.3''S$ ,  $49^{\circ}15'03,8''O$  e 817 m de altitude); o ponto 2, no meio do lago ( $16^{\circ}43'25,5''S$ ,  $49^{\circ}15'06,8''O$  e 821 m de altitude) e o ponto 3, à montante ( $16^{\circ}43'29.3''S$ ,  $49^{\circ}15'10,1''O$  e 819 m de altitude). Foi medida a temperatura da água e foram obtidos os dados do índice de pluviosidade do dia.

A segunda etapa do projeto foi realizada no dia 27 de Setembro de 2016, período de seca na região, onde foram coletadas sub superficialmente amostras de água in natura em três pontos diferentes no lago principal do JBAHT, nos mesmos locais da primeira etapa medidos através do GPS, assim como a medição da temperatura da água e os dados do índice de

pluviosidade do dia.

O material para coleta foi fornecido pela empresa responsável pela análise da água, a Aqualit Tecnologia em Saneamento SS LTDA, sendo que a água in natura colhida foi armazenada em quatro diferentes frascos esterilizados e mantidos fechados para cada ponto de coleta, sendo que estes foram imediatamente acondicionados em caixa térmica e levados ao laboratório.

O GPS Garmin e Trex H Portátil Básico, utilizado para medir os pontos de coleta, o termômetro digital espeto Incoterm 6132 à prova d'água para medir a temperatura da água e a embarcação para se deslocar até os pontos de coleta foram fornecidos pela administração do parque. Os dados referentes à pluviosidade foram obtidos através do site de meteorologia inmet.gov.br.

#### *Análise de dados*

Os parâmetros analisados no laboratório da água coletada de cada um dos três pontos do lago do JBAHT, nas duas etapas do projeto foram: temperatura da água; turbidez; condutividade; oxigênio dissolvido; DBO; DQO; pH; nitrogênio e fósforo total. Todos eles, com exceção da temperatura da água, foram analisados através de ensaios químicos segundo a metodologia preconizada pela ABNT NBR ISO/IEC 17025 (2005).

O fósforo total foi determinado pelo método colorimétrico com ácido ascórbico de norma 4500P B e E. O nitrogênio amoniacal foi determinado pelo método colorimétrico com Fenato de norma 4500NH3 F. A demanda química de oxigênio (DQO) foi determinada pelo método colorimétrico com refluxo fechado de norma 522 0D. A determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5 dias a 20 °C) foi realizada pela norma 5210B. A condutividade foi analisada pelo método do eletrodo de condutividade de norma 2510B. A turbidez foi determinada pelo método nefelométrico de norma 2130B. O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de modificação com azida de norma 45000C. E por fim, o pH foi determinado pelo método eletrométrico de norma 4500H+B.

Com as informações coletadas, foram comparadas as análises nos períodos chuvoso e seco, e se elas obedecem às normas da legislação vigente Art. 3º da Resolução CONAMA nº 357 (2005) no que se refere à categoria que este corpo de água superficial está enquadrado.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O relatório de ensaio das análises dos nove parâmetros solicitados, em cada um dos três

pontos colhidos nos períodos chuvoso e seco, foi enviado pelo Aqualit Tecnologia e Saneamento LTDA dentro do prazo estabelecido. Nos dados da amostra para cada parâmetro constam: os resultados obtidos; a respectiva unidade; o limite de quantificação do método (LQ); os limites de acordo com a resolução do CONAMA nº 357; o método utilizado e a data de análise.

#### *Resultados da 1ª etapa*

A primeira etapa do projeto, realizada no dia 7 de março de 2016, o índice de chuva acumulada no período de 24 horas foi de 7 mm, enquanto a chuva acumulada para o mês de fevereiro foi de 172 mm. A temperatura medida da água foi de 23 °C. Os parâmetros nos pontos 1, 2 e 3 apresentaram os seguintes resultados: (Tabela 1; Tabela 2; Tabela 3).

**Tabela 1.** Dados da Amostra no Ponto 1-Jusante do Lago-Data da Coleta: 07/03/2016

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ	Resolução CONAMA 357	Método	Data de Análise
pH	6,3	NA	1 a 13	Entre 6 e 9	SMWW 4500-H+B	08/03/2016
Condutividade	670,0	µS/cm	0,1	---	SMWW 2510B	07/03/2016
DBO 5 dias a 20°C	< 2,0	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	Até 5 mg O <sub>2</sub> /L	SMWW 5210B	07/03/2016
DQO	< 5,0	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	---	SMWW 5220 D e F	17/03/2016
Fósforo total	0,03	mgP/L	0,01	Ambiente lântico: 0,030 mg/L; ambiente intermediário 0,050mg/L; ambiente lótico 0,1mg/L	SMWW 4500-P B e E	21/03/2016
Nitrogênio Amoniacal	< 0,6	mgNH <sub>3</sub> -N/L	0,6	3,7mg/L pH<7,6; 2,0mg/L pH entre 7,6 e 8,0; 1,0mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5mg/L pH>8,5	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> F	12/03/2016
Oxigênio Dissolvido	7,40	mgO <sub>2</sub> /L	0,05	Não inferior a 5,0mg/L O <sub>2</sub>	SWMM 4500-O C	09/03/2016

Turbidez	3,9	NTU	0,1	Até 100 NTU	SWMM 2130 B	07/03/2016
----------	-----	-----	-----	-------------	----------------	------------

Fonte: Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, 2016.

#### Legenda

LQ: Limite de qualificação do método;

NTU: Unidade de Turbidez Nefelométrica

SWMM: Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22<sup>a</sup> Ed.

Os dados observados na Tabela 1 apresentam em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357, podendo-se afirmar que os parâmetros satisfazem os limites permitidos.

**Tabela 2.** Dados da Amostra no Ponto 2-Meio do Lago-Data da Coleta: 07/03/2016

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ	Resolução CONAMA 357	Método	Data de Análise
pH	7,5	NA	1 a 13	Entre 6 e 9	SMWW 4500- H+B	08/03/2016
Condutividade	113,5	µS/cm	0,1	---	SMWW 2510B	07/03/2016
DBO 5 dias a 20°C	< 2,0	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	Até 5 mg O <sub>2</sub> /L	SMWW 5210B	07/03/2016
DQO	< 5,0	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	---	SMWW 5220 D e F	17/03/2016
Fósforo total	0,03	mgP/L	0,01	Ambiente lêntico: 0,030 mg/L; ambiente intermediário 0,050mg/L; ambiente lóxico 0,1mg/L	SMWW 4500-P B e E	21/03/2016
Nitrogênio Amoniacal	< 0,6	mgNH <sub>3</sub> - N/L	0,6	3,7mg/L pH<7,6; 2,0mg/L pH entre 7,6 e 8,0; 1,0mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5mg/L pH>8,5	SMWW 4500- NH <sub>3</sub> F	12/03/2016
Oxigênio Dissolvido	7,80	mgO <sub>2</sub> /L	0,05	Não inferior a 5,0mg/L O <sub>2</sub>	SWMM 4500-O C	09/03/2016
Turbidez	5,9	NTU	0,1	Até 100 NTU	SWMM 2130 B	07/03/2016

Fonte: Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, 2016.

Os dados observados na Tabela 2 apresentam em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357, podendo-se afirmar que os parâmetros satisfazem os limites permitidos.

**Tabela 3.** Dados da Amostra no Ponto 3-Montante do Lago-Data da Coleta: 07/03/2016

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ	Resolução CONAMA 357	Método	Data de Análise
pH	7,5	NA	1 a 13	Entre 6 e 9	SMWW 4500-H+B	08/03/2016
Condutividade	116,4	µS/cm	0,1	---	SMWW 2510B	07/03/2016
DBO 5 dias a 20°C	< 2,0	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	Até 5 mgO <sub>2</sub> /L	SMWW 5210B	07/03/2016
DQO	< 5,0	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	---	SMWW 5220 D e F	17/03/2016
Fósforo total	<b>0,09</b>	<b>mgP/L</b>	<b>0,01</b>	<b>Ambiente lântico: 0,030 mg/L; ambiente intermediário 0,050mg/L; ambiente lótico 0,1mg/L</b>	<b>SMWW 4500-P B e E</b>	<b>21/03/2016</b>
Nitrogênio Amoniacal	< 0,6	mgNH <sub>3</sub> -N/L	0,6	3,7mg/L pH<7,6; 2,0mg/L pH entre 7,6 e 8,0; 1,0mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5mg/L pH>8,5	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> F	12/03/2016
Oxigênio Dissolvido	7,00	mgO <sub>2</sub> /L	0,05	Não inferior a 5,0mg/L O <sub>2</sub>	SWMM 4500-O C	09/03/2016
Turbidez	3,7	NTU	0,1	Até 100 NTU	SWMM 2130 B	07/03/2016

Fonte: Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, 2016.

Os dados observados na Tabela 3 apresentam em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357, podendo-se afirmar que os parâmetros satisfazem os limites permitido, com



exceção do parâmetro fósforo total o qual apresenta acima do limite qualificado pelo método utilizado, indicando que ocorreu um carreamento de material o qual apresenta altas concentrações de fósforo.

#### *Discussão da 1ª Etapa*

O pH, nos três pontos, obedece aos critérios de proteção à vida aquática fixados na faixa entre 6 e 9. Porém, o ponto 1, à jusante do lago, apresentou índice de 6,3, com uma diferença significativa em relação aos pontos 1 e 2 que apresentaram 7,5. Essa diferença pode ser explicada pelo acúmulo gradual poluentes que são carreados para o lago, principalmente no período chuvoso, culminando em um meio mais ácido à jusante, por se tratar de uma área predominantemente urbana, sujeita à impactos antrópicos.

A condutividade apresentou valores acima de 100,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nos três pontos, com destaque mais uma vez ao ponto 1, com um índice de 670,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ela indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, sendo que altos valores podem indicar características corrosivas da água. Dessa forma o índice de condutividade apresenta-se maior com um pH menor no ponto 1.

As taxas de DBO e DQO nos três pontos mantiveram-se estáveis e dentro das normas, mostrando índices menores que 2,0  $\text{mgO}_2/\text{L}$  para a DBO e índices menores que 5,0  $\text{mgO}_2/\text{L}$  para a DQO. A proximidade dos valores de DBO e DQO indica uma boa biodegradabilidade do corpo d'água. Esses resultados demonstram um baixo teor de matéria orgânica presente na água, não interferindo significativamente no equilíbrio da vida aquática, nem produzindo odores muito desagradáveis.

Os níveis de fósforo total para ecossistemas lênticos, como no caso do lago do JBAHT permitem até 0,03  $\text{mgP}/\text{L}$ . Os pontos 1 e 2 mantiveram-se dentro do padrão apresentando exatamente o limite da norma. Já o ponto 3, à montante do lago apresentou 0,09  $\text{mgP}/\text{L}$ , três vezes acima do permitida para nesse tipo de ambiente. Essa diferença pode ser explicada pelo local encontrar-se próximo ao borboletário do parque, estando sujeito à processos naturais como o carreamento do solo principalmente no período de chuvas. Pode também sofrer impactos antropogênicos recebendo matéria orgânica fecal ou mesmo detergentes em pó, fertilizantes e pesticidas que apresentam fósforo em grandes quantidades.

O nível de nitrogênio amoniacal encontrou-se estável e dentro dos padrões preconizados nos três pontos coletados com teor  $< 0,6 \text{ mg NH}_3\text{-N}/\text{L}$  para cada pH encontrado. Dessa forma

pode-se dizer que os níveis de amônia no corpo d'água aliado aos de fósforo total, macronutrientes essenciais para o processo de eutrofização, são considerados, de uma forma geral, satisfatórios, contribuindo assim para o baixo consumo do oxigênio dissolvido e baixas taxas de DBO no corpo d'água.

Os níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos mantiveram-se dentro da norma, não sendo inferiores a 5,0 mgO<sub>2</sub>/L . O ponto 1 apresentou 7,40 mgO<sub>2</sub>/L; o ponto 2 apresentou 7,80 mgO<sub>2</sub>/L e o ponto 3 apresentou 7,00 mgO<sub>2</sub>/L. Assim, pode-se dizer que o corpo d'água não apresenta baixa concentração de oxigênio dissolvido, não estando sujeita portanto, à uma grande decomposição de compostos orgânicos e nem uma supersaturação, com concentrações acima de 10 mgO<sub>2</sub>/L no período diurno, o que poderia indicar um crescimento excessivo e indesejado de algas.

A turbidez medida nos três pontos do lago encontra-se dentro dos padrões preconizados, apresentando no ponto 1 de 3,9 NTU; no ponto 2 de 5,9 NTU e no ponto 3 de 3,7 NTU, abaixo de 100 NTU. Os resultados demonstram a presença de poucos sólidos em suspensão, a não existência de grandes erosões das margens do lago mesmo no período chuvoso, até mesmo por possuir uma densa mata ciliar ao redor, além da não ocorrência de despejos de efluentes domésticos ou industriais diretamente no corpo d'água.

#### *Resultados da 2ª etapa*

A segunda etapa do projeto, realizada no dia 27 de Setembro de 2016, o índice de chuva acumulada no período de 24 horas foi de 0 mm, enquanto a chuva acumulada para o mês de fevereiro foi de 28 mm. A temperatura medida da água foi de 21 °C. Os parâmetros nos pontos 1, 2 e 3 apresentaram os seguintes resultados: (Tabela 4; Tabela 5; Tabela 6).

**Tabela 4.** Dados da Amostra no Ponto 1-Jusante do Lago-Data da Coleta: 27/09/2016

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ	Resolução CONAMA 357	Método	Data de Análise
pH	6,7	NA	1 a 13	Entre 6 e 9	SMWW 4500- H+B	28/09/2016
Condutividade	101,2	µS/cm	0,1	---	SMWW 2510B	27/09/2016
DBO 5 dias a 20°C	< 2,0	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	Até 5 mg O <sub>2</sub> /L	SMWW 5210B	28/09/2016
DQO	< 5,0	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	---	SMWW	30/09/2016

					5220 D e F	
<b>Fósforo total</b>	<b>0,10</b>	<b>mgP/L</b>	<b>0,01</b>	<b>Ambiente lântico: 0,030 mg/L; ambiente intermediário 0,050mg/L; ambiente lótico 0,1mg/L</b>	<b>SMWW 4500-P B e E</b>	<b>10/10/2016</b>
Nitrogênio Amoniacal	< 0,6	mgNH <sub>3</sub> -N/L	0,6	3,7mg/L pH<7,6; 2,0mg/L pH entre 7,6 e 8,0; 1,0mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5mg/L pH>8,5	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> F	11/10/2016
Oxigênio Dissolvido	6,30	mgO <sub>2</sub> /L	0,05	Não inferior a 5,0mg/L O <sub>2</sub>	SWMM 4500-O C	27/09/2016
Turbidez	7,6	NTU	0,1	Até 100 NTU	SWMM 2130 B	27/09/2016

Fonte: Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, 2016.

Os dados observados na Tabela 4 apresentam em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357, podendo-se afirmar que os parâmetros satisfazem os limites permitidos, com exceção do parâmetro fósforo total.

**Tabela 5.** Dados da Amostra no Ponto 2-Meio do Lago-Data da Coleta: 27/09/2016

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ	Resolução CONAMA 357	Método	Data de Análise
pH	7,0	NA	1 a 13	Entre 6 e 9	SMWW 4500-H+B	28/09/2016
Condutividade	103,2	µS/cm	0,1	---	SMWW 2510B	27/09/2016
DBO 5 dias a 20°C	< 2,0	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	Até 5 mg O <sub>2</sub> /L	SMWW 5210B	28/09/2016
DQO	< 5,0	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	---	SMWW 5220 D e F	30/09/2016
<b>Fósforo total</b>	<b>0,09</b>	<b>mgP/L</b>	<b>0,01</b>	<b>Ambiente lântico: 0,030 mg/L; ambiente intermediário 0,050mg/L; ambiente lótico</b>	<b>SMWW 4500-P B e E</b>	<b>10/10/2016</b>

				<b>0,1mg/L</b>		
Nitrogênio Amoniacal	< 0,6	mgNH <sub>3</sub> -N/L	0,6	3,7mg/L pH<7,6; 2,0mg/L pH entre 7,6 e 8,0; 1,0mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5mg/L pH>8,5	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> F	11/10/2016
Oxigênio Dissolvido	6,30	mgO <sub>2</sub> /L	0,05	Não inferior a 5,0mg/L O <sub>2</sub>	SWMM 4500-O C	27/09/2016
Turbidez	6,1	NTU	0,1	Até 100 NTU	SWMM 2130 B	27/09/2016

Fonte: Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, 2016.

Os dados observados na Tabela 5 apresentam em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357, podendo-se afirmar que os parâmetros satisfazem os limites permitidos, com exceção do parâmetro fósforo total.

**Tabela 6.** Dados da Amostra no Ponto 3-Montante do Lago-Data da Coleta: 27/09/2016

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ	Resolução CONAMA 357	Método	Data de Análise
pH	7,0	NA	1 a 13	Entre 6 e 9	SMWW 4500-H+B	28/09/2016
Condutividade	100,5	μS/cm	0,1	---	SMWW 2510B	27/09/2016
DBO 5 dias a 20°C	< 2,0	mgO <sub>2</sub> /L	2,00	Até 5 mgO <sub>2</sub> /L	SMWW 5210B	28/09/2016
DQO	< 5,0	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	---	SMWW 5220 D e F	30/09/2016
<b>Fósforo total</b>	<b>0,07</b>	<b>mgP/L</b>	<b>0,01</b>	<b>Ambiente lântico: 0,030 mg/L; ambiente intermediário 0,050mg/L; ambiente lótico 0,1mg/L</b>	<b>SMWW 4500-P B e E</b>	<b>10/10/2016</b>
Nitrogênio Amoniacal	< 0,6	mgNH <sub>3</sub> -N/L	0,6	3,7mg/L pH<7,6; 2,0mg/L pH entre 7,6 e 8,0; 1,0mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5mg/L pH>8,5	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> F	11/10/2016
Oxigênio	5,60	mgO <sub>2</sub> /L	0,05	Não inferior a	SWMM	27/09/2016

Dissolvido				5,0mg/L O <sub>2</sub>	4500-O C	
Turbidez	6,6	NTU	0,1	Até 100 NTU	SWMM 2130 B	27/09/2016

Fonte: Aqualit Tecnologia em Saneamento LTDA, 2016.

Os dados observados na Tabela 6 apresentam em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357, podendo-se afirmar que os parâmetros satisfazem os limites permitidos com exceção do parâmetro fósforo total. Nos lagos tropical, a distribuição das diferentes frações de fosfato na coluna d'água, parece não estar estreitamente relacionada com o seu estado trófico, como acontece nas regiões de clima temperado. Ela está mais relacionada com a concentração de oxigênio e o regime de estratificação térmica, do que com a produtividade primária fitoplanctônica (Esteves, 1998).

#### *Discussão da 2ª Etapa*

O pH nos três pontos obedece à resolução CONAMA n° 357, com resultados muito próximos da neutralidade de índice 7,0 ao longo de todo o lago. A condutividade também manteve um padrão nos três pontos, um pouco à cima do limite de 100 µS/cm. Esses dados podem ser explicados pelo baixo índice pluviométrico do período, no qual o carreamento de resíduos para o lago através da chuva é reduzido, se comparado ao período chuvoso.

As taxas de DBO e DQO nos três pontos, assim como na primeira etapa, mantiveram-se estáveis e dentro das normas, mostrando índices menores que 2,0 mgO<sub>2</sub>/L para a DBO e índices menores que 5,0 mgO<sub>2</sub>/L para a DQO, indicando também boa biodegradabilidade e baixos teores de matéria orgânica no corpo d'água.

O fósforo total nos três pontos apresentaram níveis acima do permitido para ambientes lenticos onde o ponto 1 apresentou 0,10 mgP/L; ponto 2 de 0,09 mgP/L e o ponto 3 de 0,07 mgP/L. A presença de níveis de fósforo acima do permitido ao longo de todo o lago pode ser explicada pela presença de ações antrópicas no ambiente urbano em que ele se encontra, adicionando grande quantidade deste nutriente através de poluentes, além do baixo índice de pluviosidade do período não permitindo uma maior diluição desse corpo d'água.

O nível de nitrogênio amoniacal, assim como na primeira etapa, encontrou-se estável e dentro dos padrões preconizados nos três pontos coletados com teor < 0,6 mgNH<sub>3</sub>-N/L para

cada pH encontrado. Dessa forma, o baixo teor de nitrogênio amoniacal evita um grande processo de nitrificação, ou seja, a oxidação da amônia (NH<sub>3</sub>) através de bactérias e o excesso de nitritos e posteriormente nitratos, o que diminuiria o oxigênio dissolvido e o pH da água.

O oxigênio dissolvido apresentou índices dentro da norma prevista, no qual os pontos 1 e 2 apresentaram 6,30 mgO<sub>2</sub>/L, à medida que o ponto 3 apresentou 5,60 mgO<sub>2</sub>/L. Em média, os níveis foram um pouco abaixo dos níveis encontrados na primeira etapa do projeto. Essa diferença pode ser explicada observando-se os níveis de fósforo total que, por sua vez, aumentaram nos três pontos na segunda etapa, consumindo mais o oxigênio dissolvido. A pouca pluviosidade também contribuiu para a diminuição da oxigenação de todo o lago.

A turbidez nos três pontos do lago, encontra-se dentro dos padrões preconizados, apresentando no ponto 1 de 7,6 NTU; no ponto 2 de 6,1 NTU e no ponto 3 de 6,6 NTU. Os resultados, em comparação com a primeira etapa, mostram um aumento da turbidez nos três pontos, o que pode ser explicado pelo aumento de níveis de nutrientes como o fósforo total e também pelo baixo índice pluviométrico, o que dificulta uma maior diluição dos poluentes e sólidos em suspensão presentes.

A temperatura da água esteve acima dos 20 °C em ambas as etapas, comum em lagos de regiões tropicais, apresentando-se muito semelhantes, com apenas 2 °C de diferença, o que na prática, não influencia significativamente nos demais parâmetros.

## CONCLUSÃO

A avaliação dos nove parâmetros físico-químicos da água do lago do JBAHT, pelo método de coleta sub superficial de água *in natura* apresentou-se eficaz para uma visão integrada da sua qualidade. Os dados em três diferentes pontos e em épocas diferentes do ano demonstraram a influência direta das condições meteorológicas sobre as dinâmicas dos corpos hídricos.

Os resultados obtidos, no geral, mostram a conformidade com a legislação vigente, com algumas pequenas alterações, sugerindo ações de impacto antrópico, às quais o lago está sujeito, por encontrar-se inserido totalmente em meio urbano. O uso inadequado do solo, lançamentos clandestinos de efluentes, infiltração da rede de esgotos, além do carreamento de nutrientes podem contribuir para a alteração desses dados.

Através da interpretação dos dados coletados, foram fornecidos subsídios para um adequado manejo do lago e de seu entorno, mostrando a necessidade de sistemas de drenagem

para minimizar o carreamento de poluentes para esses corpos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO/IEC 17025; Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2005.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARTZBOLD, A.; **Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade da água (IQA)**; RS. 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA nº 357, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, de 17 de Março de 2005, publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, pags. 58-63.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 602 p.

JARDIM, B. F. M.; **Variação dos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais da bacia do Rio das Velhas-MG e sua associação com as florações de cianobactérias**; Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos; Belo Horizonte-MG, 2011.

MUNDIM, E. F. Q.; TAVAREZ, P. S.; **Qualidade da água do Córrego Botafogo quanto aos aspectos físico-químicos em Goiânia, Goiás**; Faculdade de Tecnologia Senai Roberto Mange, Curso de Tecnologia em Processos Químicos; Anápolis-GO; Setembro, 2014.

**Norma Técnica Interna SABESP NTS 004**; São Paulo; Maio, 1997.

PEREIRA, T. S. R.; PASQUALETTO, A.; **Avaliação dos impactos ambientais no parque Jardim Amália Hermano Teixeira, Goiânia – GO**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia-GO, Brasil. Goiânia, v.8, n. 14. 2012.

SANTANA, C. E. R.; SANT'ANA, G. R. S.; **Análise físico-química e biológica da água do lago do Jardim Botânico de Goiânia (GO)**; Revista Processos Químicos; Goiânia-GO 2014.

SEMMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente – Goiânia; **Plano de manejo Jardim Botânico**; Goiânia-GO, 2007.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/CPTEC/DAS; Cachoeira Paulista – SP, 2007.

VON SPERLING, M.; **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**; Belo Horizonte-MG, 2005.

Recebido em 10 de maio de 2017.

Aprovado em 02 de junho de 2017.