



## CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA ÁGUA DE DUAS LAGOAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE FORMIGA

M. S. Thebaldi<sup>1\*</sup>; A. V. Silva<sup>1</sup>; N. M. S. Vilela<sup>2</sup>; B. P. Leal<sup>1</sup>; I. C. Borges<sup>1</sup>;  
I. P. Martins<sup>1</sup>, L. R. Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIFOR – Centro Universitário de Formiga, Formiga, MG, Brasil

<sup>2</sup> UFV – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil, Viçosa, MG, Brasil

*Article history:* Received 12 May 2017; Received in revised form 08 June 2017; Accepted 08 June 2017; Available online 30 June 2017.

### RESUMO

A água é o recurso natural mais importante da Terra, sendo indispensável para a vida, assim, sua qualidade deve ser preservada. Este trabalho tem por objetivo analisar a concentração de nutrientes nas Lagoas do Fundão e do Josino, ambas localizadas no município de Formiga, no Estado de Minas Gerais. Para tal, foram coletadas amostras de água em diversos pontos das Lagoas, que apresentam diferentes formas de uso e ocupação em suas imediações. Entre os meses de agosto de 2015 a fevereiro de 2017 foram analisados os seguintes parâmetros: pH, nitrato, nitrito, íon amônio, potássio e fósforo, todos em vinte repetições. Os resultados obtidos para fósforo total não estão de acordo com o preconizado pela Resolução 357/2005 do CONAMA para Corpos Hídricos Classe 1, para ambas as Lagoas, caracterizando suas águas como eutrofizadas.

**Palavras-chave:** Contaminação de águas superficiais, Eutrofização, Gestão dos recursos hídricos.

### NUTRIENTS CONCENTRATION ON THE WATER OF TWO URBAN LAGOONS FO FORMIGA CITY - MG

#### ABSTRACT

Water is the most important natural resource of the Earth, being essential for life, thus, its quality should be preserved. This paper has as objective to analyze the water quality of Fundão and Josino Lagoons, both located in Formiga, at Minas Gerais State. To do this, water samples were collected in different parts of the Lagoons, which have different forms of use and occupation in the surrounding area. From August 2015 to February 2017 were analyzed the following water quality parameters: pH, nitrate, nitrite, ammonia, potassium and phosphorus, all with twenty replications. The results obtained for total phosphorus do not agree with the recommendations presented at Resolution 357/2005 of CONAMA for Class 1 Water Bodies, for both Lagoons, characterizing its waters as eutrophic.

**Keywords:** Surface water contamination, Eutrophication, Water resources management.

---

\* [msthebaldi@uniforg.edu.br](mailto:msthebaldi@uniforg.edu.br)

## INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são utilizados para distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento humano e animal, a geração de energia, a irrigação, a navegação, a aquicultura e a harmonia paisagística. Devido a essa importância, nas últimas décadas a preocupação do ser humano com esse recurso cresceu muito, principalmente em função das ações indevidas e do uso irracional da água, que resulta em uma série de prejuízos à sociedade (SETTI et al., 2001).

As bacias hidrográficas localizadas próximas a áreas urbanas são caracterizadas pela vulnerabilidade ao lançamento de efluentes industriais e domésticos. Além disso, os processos naturais de contaminação das bacias hidrográficas devido ao regime hídrico afetam o arraste de materiais superficiais no período chuvoso. Há também de se salientar o aumento das concentrações de poluentes advindos de diversos despejos, pelo fato da redução da vazão escoada escoada no período de estiagem. Como agravante, os processos antropogênicos como industrialização, urbanização e agricultura, apresentam grande contribuição para a degradação dos recursos hídricos, fator determinante da qualidade das águas (SINGH et al., 2004; LEMOS et al., 2010).

Entre as principais causas do decréscimo da qualidade da água, encontram-se a eutrofização, principalmente relevante em cursos hídricos de baixa velocidade (ambientes lênticos), como lagos, lagoas e represas. Este processo consiste num aumento da fertilidade dos ambientes aquáticos, provocado pela entrada excessiva de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio. Estes nutrientes são provenientes dos diferentes usos dos solos nas bacias hidrográficas e o aumento de sua concentração na água tem, como consequência, a perda da qualidade, especialmente pela promoção de florações

expressivas de microalgas e macrófitas (XAVIER, 2005).

TUNDISI & TUNDISI (2008) citam que ambientes lênticos possuem uma série de características que os conferem uns cuidados especiais quanto ao risco de sofrerem processos de poluição, uma vez que a dispersão vertical e longitudinal depende de mecanismos como: vento, pressão barométrica, transferência de calor, intrusão, fluxo a jusante, força de Coriolis, descarga na superfície, plumas e jatos na superfície de lagos e represas, estratificação; mistura vertical, retirada seletiva ou perda seletiva a jusante, correntes de densidade e formação de ondas internas.

De acordo com DI BERNARDO & PAZ (2008), como consequência da deterioração das águas, tem-se o aumento dos índices de doenças de veiculação hídrica diretamente relacionados ao saneamento deficiente, sendo grande parte das doenças que atingem países em desenvolvimento provenientes do consumo de água de baixa qualidade.

O município de Formiga, no estado de Minas Gerais, apresenta lagoas associadas às áreas de alagamento dos rios. Estas são utilizadas extensivamente como áreas de lazer e moradia. O corpo hídrico popularmente conhecido como Lagoa do Josino pertence a um sistema hídrico anexo à Lagoa do Fundão, cuja área de abrangência foi bem maior no passado. Ambas estão separadas por um aterro onde está localizada uma via pública. As lagoas são alimentadas por um sistema de córregos anexos ao divisor de águas onde hoje se situam casas populares.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as condições atuais da concentração de nutrientes da água utilizada para fins recreativos nas Lagoas do Fundão e Josino, em Formiga – MG, em diversos pontos que apresentam diferentes formas de uso e ocupação de suas

imediações, comparando a qualidade da água subsuperficial entre os pontos de amostragem e com os padrões de qualidade preconizados pelas normas federais vigentes,

de acordo com o preconizado pela Resolução 357/2005 do CONAMA para Corpos Hídricos Classe 1.

## MATERIAL E MÉTODOS

As Lagoas do Fundão e do Josino, estão localizadas na região sul da área urbana, a sudeste do Rio da Formiga. Os

pontos de coleta de amostras de água na Lagoa do Fundão são mostrados na Figura 1.



**Figura 1.** Pontos de amostragens de água na Lagoa do Fundão em Formiga – MG.

O ponto AF está localizado próximo a uma área de várzea da Lagoa do Fundão, enquanto o ponto BF em um clube localizado às margens da Lagoa. O ponto CF é caracterizado por estar na ponta extrema direita de uma vizinhança residencial. No ponto DF há um bueiro que encaminha a água extravasada da Lagoa ao Rio Formiga. O ponto EF está localizado na chamada “Praia Popular”, e o ponto FF na margem noroeste da Lagoa, onde há a presença de diversas plantas aquáticas.

Os pontos de amostragem na Lagoa do Josino são apresentados na Figura 2, onde observa-se que os pontos AJ, BJ e CJ estão inseridos dentro de um clube localizado às margens da lagoa do Josino. Não foram tomados escolhidos pontos de amostragem na face norte-Nordeste desta Lagoa, pois nesta ocorre grande rebaixamento do seu nível na época de estiagem. Já os pontos DJ e EJ estão localizados logo após uma faixa marcada pela presença de residências, enquanto o ponto FJ, no extremo sul da Lagoa, recebe água da nascente desta Lagoa.



**Figura 2.** Pontos de amostragens de água na Lagoa do Josino, em Formiga – MG.

Os pontos apresentados foram definidos em função da representatividade destes à análise de qualidade da água aliados à facilidade ao acesso, além da sazonalidade do nível da água nas Lagoas.

No ato da coleta das amostras de água, as mesmas foram colocadas em recipiente térmico preenchido com gelo em gel, sendo o início dos procedimentos de determinação dos parâmetros de qualidade ocorrendo no máximo em meia hora após finalização da amostragem. Já em laboratório foram determinados os valores de pH, nitrato, nitrito, amônia, potássio, fósforo. Estas foram realizadas no Centro de Análises de Águas e Resíduos do Centro Universitário de Formiga.

O pH foi medido com um pHmetro digital microprocessado AT 315 da Alfakit, com compensação automática de temperatura e teclado a prova d'água. A faixa de leitura do aparelho era de 0,0 a 14,0, resolução de 0,01 e precisão de  $\pm 1\%$ . Neste trabalho, o pH foi medido apenas para permear o critério de classificação das águas para o parâmetro íon amônio, de acordo com BRASIL (2005).

Já a concentração de nitrito foi obtida seguindo o procedimento descrito por FRIES & GETROST (1977), Método da

Naftilamina. Os reagentes utilizados foram à base de Ácido Sulfanílico e a base de 1-Naftilamina.

A concentração de nitrato foi obtida com o Método da Brucina (FRIES & GETROST, 1977). Os reagentes utilizados eram à base de veículo e indicador Brucina e a base de Ácido Sulfúrico, enquanto que concentração de amônia foi obtida utilizando o procedimento descrito por MERCK (1972), Método de Nessler. Os reagentes utilizados eram Tartarato de Sódio e Potássio e solução básica contendo Iodeto de Potássio e Iodeto de Mercúrio.

A concentração de potássio foi obtida utilizando fotômetro de chama modelo 910M Analyser, com faixa de leitura de 0 a 100 mg L<sup>-1</sup>. As concentrações de fósforo total foram obtidas seguindo o procedimento descrito em APHA (1995), Método Colorimétrico do Ácido Vanadomolibdicofosfórico. Os reagentes utilizados foram solução indicadora aquosa de fenoltaleína, ácido clorídrico 0,5 N e vanadato-molibdato.

As concentrações de nitrato, nitrito, amônia, fósforo, em mg L<sup>-1</sup>, foram obtidas em um fotocolorímetro de bancada com resolução de 0,001 mg L<sup>-1</sup> para concentração e de 0,01 para absorvância e precisão de 2%.

Os resultados obtidos pelas análises foram comparados aos padrões de qualidade descritos na Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005) do CONAMA. As concentrações dos parâmetros de qualidade da água para cada ponto estudado foram comparadas pelo teste F a 5% de significância. Nas análises em que

o teste de F foi significativo, procedeu-se teste de Scott-Knott, também com 5% de probabilidade para comparação de médias. Além disso, para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos, foram criados gráficos de *box-plot* para cada um dos pontos amostrais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) para os parâmetros nitrito, nitrato, íon amônio, potássio e fósforo na Lagoa do Fundão, é mostrada na Tabela 1. Pela análise das informações contidas na Tabela 1, pode-se perceber que não houve, considerando um nível de significância de 5% pelo teste F, diferença entre as médias das concentrações dos parâmetros de qualidade da água estudados nos diversos pontos de amostragem de água na Lagoa do Fundão, em Formiga – MG.

Há de se salientar que os altos coeficientes de variação obtidos são devidos

aos diversos fatores que podem alterar a qualidade da água. ANDRADE et al. (2007) citam que a qualidade da água de uma localidade é definida pela união de fatores naturais (intensidade das precipitações, temperatura do ar, intemperismo, cobertura vegetal) e por processos de natureza antrópica, como agricultura, concentração urbana, atividade industrial e uso excessivo da água. Além dos altos valores de cv, há a presença de outliers todas as avaliações (parâmetros e pontos amostrais, de ambas as Lagoas), como pode ser visto nas Figuras de 3 a 7.

**Tabela 1.** ANOVA para os parâmetros nitrito, nitrato, íon amônio, potássio e fósforo na Lagoa do Fundão, em Formiga – MG.

Fonte de variação	GL	QM				
		NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sup>4+</sup>	K	P
Pontos	5	0,00038 <sup>NS</sup>	0,075 <sup>NS</sup>	0,016 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>
Resíduo	114	0,0010	0,32	0,013	1,84	0,64
Total	119					
Média		0,019	0,24	0,061	3,30	1,10
cv (%)		170,54	238,30	184,10	41,14	72,65

Onde: NO<sub>2</sub>: nitrito (mg L<sup>-1</sup>), NO<sub>3</sub>: nitrato (mg L<sup>-1</sup>), NH<sup>4+</sup>: íon amônio (mg L<sup>-1</sup>), P: fósforo (mg L<sup>-1</sup>), K: potássio (mg L<sup>-1</sup>), QM: quadrado médio, cv: coeficiente de variação, NS: não significativo a 5% de probabilidade estatística pelo teste F.

Já a análise de variância (ANOVA) para os parâmetros nitrito, nitrato, íon

amônio, potássio e fósforo na Lagoa do Josino, pode ser vista na Tabela 2.

**Tabela 2.** ANOVA para os parâmetros nitrito, nitrato, íon amônio, potássio e fósforo na Lagoa do Josino, em Formiga – MG.

Fonte de variação	GL	QM				
		NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sup>4+</sup>	K	P
Pontos	5	0,00073 <sup>NS</sup>	0,057 <sup>NS</sup>	0,0060 <sup>NS</sup>	16,55 <sup>NS</sup>	1,039 <sup>NS</sup>
Resíduo	114	0,0012	0,21	0,022	8,89	0,81
Total	119					
Média		0,022	0,34	0,084	4,84	0,87
cv (%)		157,66	132,71	176,39	61,58	103,48

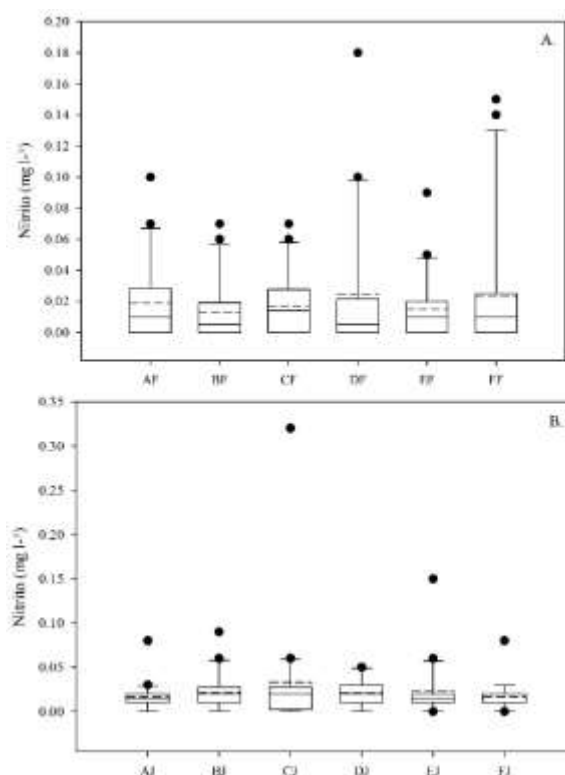
Onde: NO<sub>2</sub>: nitrito (mg L<sup>-1</sup>), NO<sub>3</sub>: nitrato (mg L<sup>-1</sup>), NH<sup>4+</sup>: íon amônio (mg L<sup>-1</sup>), P: fósforo (mg L<sup>-1</sup>), K: potássio (mg L<sup>-1</sup>), QM: quadrado médio, cv: coeficiente de variação, NS: não significativo a 5% de probabilidade estatística pelo teste F.

Assim como ocorrido para a Lagoa do Fundão (Tabela 1), não houve diferença significativa (teste F a 5% de probabilidade estatística) entre os valores obtidos dos parâmetros de qualidade da água nos diversos pontos de coleta da Lagoa do Josino (Tabela 2). Como em nenhuma análise do teste F foi significativa, não se procedeu, portanto, o teste de Scott-Knott para comparação das médias entre os pontos de coleta de água em ambas as Lagoas.

Comparando a média geral obtida para cada um dos parâmetros de qualidade da água estudados entre as duas Lagoas, percebe-se que apenas a média geral de

concentração de fósforo na Lagoa do Fundão foi maior que na Lagoa do Josino (Tabelas 1 e 2), o que indica, a priori, uma pior qualidade da água da segunda.

De acordo com VON SPERLING (2005), em função de processos bioquímicos de oxidação, o nitrogênio presente na água pode ser encontrado nas formas molecular, nitrogênio orgânico, amônia livre, íon amônio, íon nitrito e íon nitrato. A partir disso, o *box-plot* das concentrações de nitrito avaliadas nas Lagoas do Fundão e Josino, obtidas para nos diversos pontos de estudo, podem ser vistos na Figura 3.



**Figura 3.** Box-plot das concentrações de nitrito nas Lagoas do Fundão (A) e Josino (B), obtidas para nos diversos pontos de estudo.

Ao se avaliar a média das concentrações de nitrito (Figura 3) nos pontos amostrais em cada uma das Lagoas estudadas, observa-se que não houve valor superior ao máximo preconizado pela Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005) para a qualidade da água de corpos hídricos classe 1, sendo, a concentração máxima permitida de 1,0 mg L<sup>-1</sup>.

A maior amplitude registrada entre concentrações de nitrito obtidas na Lagoa do Fundão (Figura 3-a) foi 0,18 mg L<sup>-1</sup>, no ponto DF, enquanto que, para Lagoa do Josino, foi o CJ (Figura 3-b), sendo esta 0,32 mg L<sup>-1</sup>. Em todas as amostragens realizadas no ponto DF foi detectada grande quantidade de resíduos sólidos, e, em alguns casos, manchas de óleo. Além disso, esta área da Lagoa do Fundão, em que se encontra um extravasor controlado por uma comporta, é caracterizada pela presença de plantas aquáticas de alto grau de desenvolvimento.

De maneira geral, nas duas Lagoas, houve pouca variabilidade das concentrações

de nitrito entre o limite inferior e a mediana, ou mesmo dentro do primeiro quartil de dados, o que mostra que, concentrações as maiores concentrações deste parâmetro foram pouco frequentes.

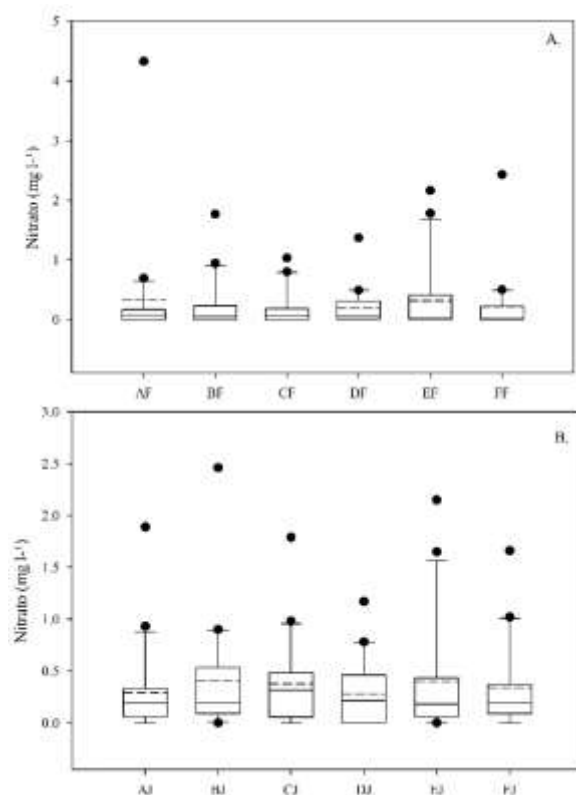
As concentrações de nitrato avaliadas em ambas as Lagoas e nos diferentes pontos de coleta de água, são apresentadas na Figura 4.

A Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005) apresenta, como valor máximo de nitrato em corpos hídricos classe 1, que são águas destinadas, entre outros, à recreação de contato primário (fim que seria objetável às Lagoas estudadas), uma concentração de 10,0 mg L<sup>-1</sup>, padrão este atendido em todos os pontos estudados, tanto na Lagoa do Fundão, quanto na Lagoa do Josino (Figura 4).

Na Lagoa do Fundão, no ponto AF (Figura 4) foi detectada a maior amplitude de dados (4,33 mg L<sup>-1</sup>), enquanto que na Lagoa do Josino a maior amplitude nos dados observados de nitrato foi de 2,46 mg

L<sup>-1</sup> no ponto BJ. Ao se analisar os gráficos *box-plot* determinados para este nutriente em todos os pontos amostrais nas duas Lagoas, pode ser visto que para a Lagoa do Josino, proporcionalmente à amplitude das concentrações obtidas, obteve-se intervalos interquartis maiores, enquanto que para a Lagoa do Fundão pôde ser observada uma amplitude pequena das concentrações de nitrato avaliadas até a mediana, em todos os pontos amostrais.

Mesmo sendo a forma menos prejudicial, em termos ambientais, em que se pode encontrar o nitrogênio em corpos d'água, o nitrato é nutriente essencial para a maioria dos organismos que se desenvolvem no meio hídrico, porém, este está associado à doença metahemoglobinemia, popularmente conhecida como síndrome do bebê azul, não sendo prejudiciais concentrações deste nutriente abaixo de 10 mg L<sup>-1</sup> (LIBÂNIO, 2010).



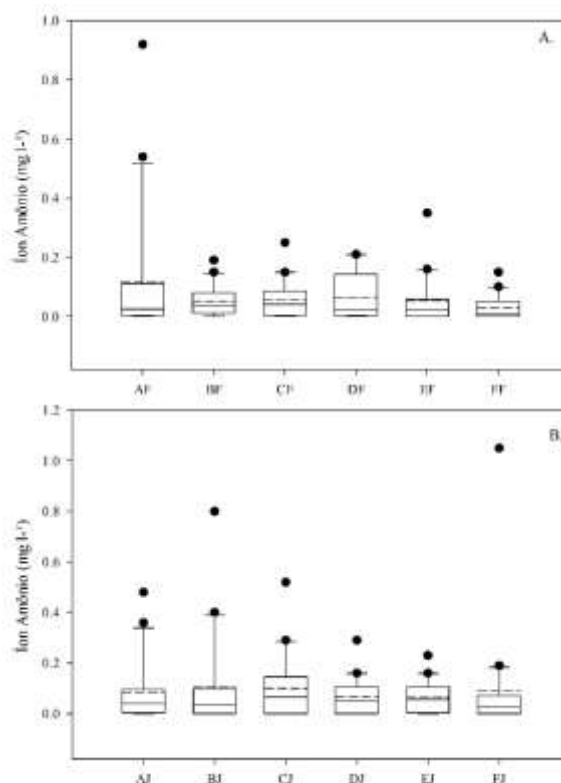
**Figura 4.** *Box-plot* das concentrações de nitrato nas Lagoas do Fundão (A) e Josino (B), obtidos para nos diversos pontos de estudo.

Já as concentrações de íon amônio determinadas nas Lagoas do Fundão e Josino, nos diferentes pontos de estudo, podem ser visualizadas na Figura 5.

No processo de nitrificação em corpos d'água, a amônia é oxidada a nitrito e este a nitrato, sendo que a amônia em sua forma livre é tóxica aos peixes (VON SPERLING, 2005). Para a análise da adequabilidade das concentrações de íon amônio obtidas ao preconizado por BRASIL (2005), é

necessário conhecer o pH da água, já que nesta Resolução há segmentação de concentração máxima de nitrogênio amoniacal na água em diferentes faixas de pH. A média geral do pH da água na Lagoa do Fundão foi 7,63, enquanto que na Lagoa do Josino foi 7,68, sendo consideradas neutras em BRASIL (2005), que vai de 6 a 9.





**Figura 5.** *Box-plot* das concentrações de íon amônio nas Lagoas do Fundão (A) e Josino (B), obtidos para nos diversos pontos de estudo.

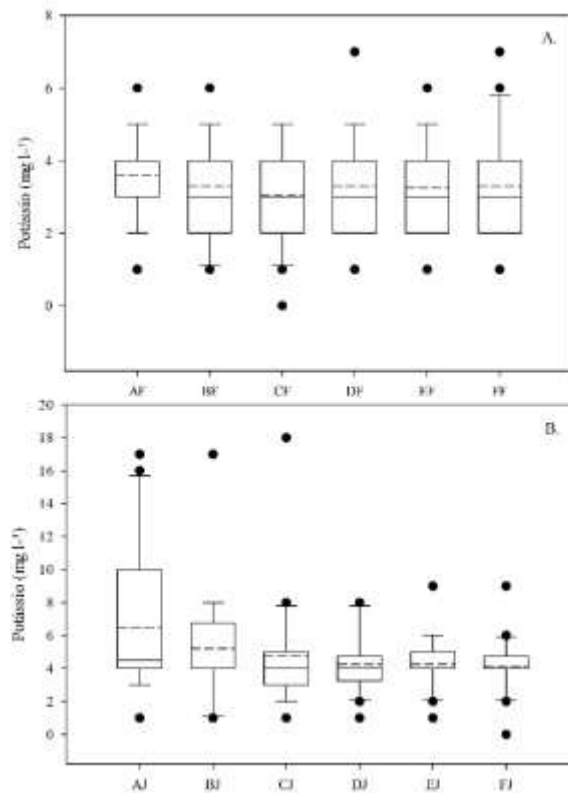
Para o nitrogênio amoniacal, BRASIL (2005) estabelece como padrão de qualidade de corpos hídricos classe 1, concentração máxima de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  para pH menor ou igual a 7,5;  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrogênio amoniacal em faixa de pH entre 7,5 e 8,0;  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  para pH entre 8,0 e 8,5 e  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  para pH acima de 8,5. Apenas um valor de concentração de íon amônio avaliado na Lagoa do Fundão (Figura 5-a) foi superior a  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo encontrado  $0,92 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto AF, porém, associado a um pH de 6,59, o que é caracterizado como aceitável.

Já na Lagoa do Josino (Figura 5-b), nos pontos BJ, CJ e FJ foram obtidas uma concentração de íon amônio superior a  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  em cada, sendo: 0,8; 0,52 e  $1,05 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, associados a valores de pH de 7,26; 7,62 e 7,27. Assim, todas as concentrações de íon amônio nas Lagoas

avaliadas, em todos os pontos amostrais e repetições estiveram e acordo com BRASIL (2005) para corpos hídricos classe 1. De maneira adicional, as médias de íon amônio nos pontos amostrais analisados das Lagoas do Fundão e Josino, foram menores que  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ .

O *box-plot* das concentrações de potássio avaliadas nas Lagoas do Fundão e Josino, obtidas para nos diversos pontos de estudo, podem ser vistos na Figura 6.

A concentração de potássio em corpos hídricos classe 1 não é padronizada pela resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005), porém, junto com os compostos nitrogenados e fósforo, é elemento importante ao se analisar a possibilidade de eutrofização em ambiente lântico.

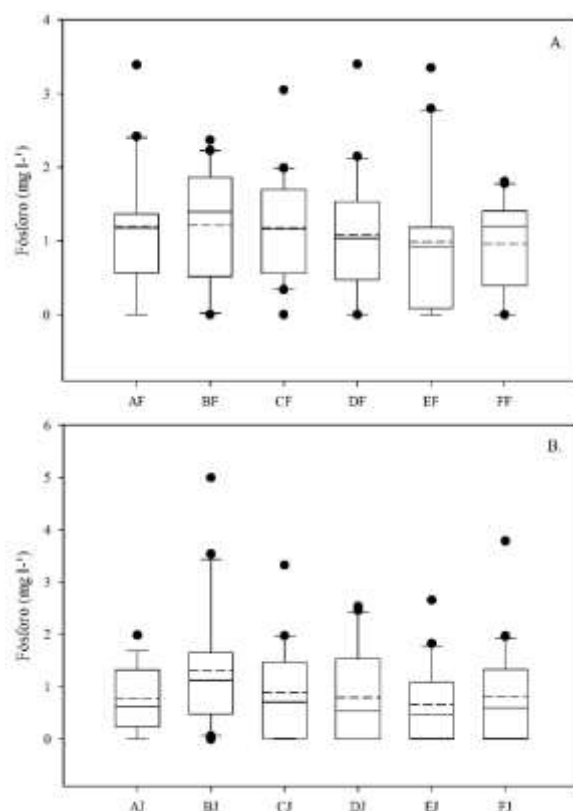


**Figura 6.** *Box-plot* das concentrações de potássio nas Lagoas do Fundão (A) e Josino (B), obtidos para nos diversos pontos de estudo.

Diferentemente do ocorrido para nitrito, nitrato e íon amônio (Figuras 3, 4 e 5, respectivamente), as concentrações de potássio obtidas durante a avaliação da qualidade das águas das Lagoas do Fundão e Josino tiveram, principalmente, nos pontos AF, BF, EF, DJ, EJ, e FJ as concentrações de

potássio com distribuição uniforme entre quartis, excetuando-se os *outliers*.

As concentrações de fósforo determinadas nas Lagoas do Fundão e Josino, nos diferentes pontos amostrais, podem ser vistas na Figura 7.



**Figura 7.** Box-plot das concentrações de fósforo nas Lagoas do Fundão (A) e Josino (B), obtidos para nos diversos pontos de estudo.

O fósforo, bem como os compostos nitrogenados e o potássio, são nutrientes essenciais para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e também de algas e outras plantas aquáticas (VON SPERLING, 2005), sendo então parâmetros de importante controle em ambientes lânticos, como lagoas, no que se refere à susceptibilidade à eutrofização. O mesmo autor ainda apresenta que, para indicação aproximada do estado de eutrofização de lagos, concentrações de fósforo superiores a 0,05 mg L<sup>-1</sup> indicam um ambiente eutrófico.

De acordo com LIBÂNIO (2010), as formas de ortofosfatos são facilmente assimiláveis por algas e macrófitas, que as incorpora a sua biomassa. Em corpos d'água não poluídos, esta capacidade do fitoplâncton e plantas aquáticas resulta em concentrações de fósforo dissolvido inferiores a 0,02 mg L<sup>-1</sup>, em regiões próximas à superfície da água.

A Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) preconiza, que, em corpos hídricos classe 1 caracterizados como ambientes lânticos, a concentração máxima de fósforo deve ser 0,025 mg L<sup>-1</sup>. Assim, vê-se a partir da análise da Figura 7 que, a média das concentrações de fósforo em todos os pontos das Lagoas estudadas foram superiores ao máximo estabelecido pela legislação, sendo encontrado em vários pontos concentrações superiores a 3,0 mg L<sup>-1</sup>.

Este fato corrobora com as observações de desenvolvimento de plantas aquáticas nas Lagoas do Fundão e do Josino, o que infere possível trofia do corpo d'água. Neste sentido, de acordo com ESTEVES (2011), o fósforo é elemento essencial para o crescimento de organismos, podendo ser o nutriente limitante da produtividade primária de um corpo d'água.

Em avaliação da qualidade da água na Lagoa do Taí, no município de São João da

Barra, estado do Rio de Janeiro, VIANA et al. (2013), observaram concentrações de fósforo variando de 0,01 mg L<sup>-1</sup> a 0,1 mg L<sup>-1</sup>, com média de 0,04 mg l<sup>-1</sup>, inferiores às observadas neste estudo.

Os autores supracitados destacam que em seu trabalho, um total de 31 amostras apresentaram resultados acima do valor máximo permitido para ambientes lênticos (0,03 mg L<sup>-1</sup>) em águas doces de classe 2 por BRASIL (2005), sendo este fato um dos

possíveis responsáveis pela eutrofização observada nas margens e em uma área de aproximadamente de 1,5 km que divide a lagoa em duas seções. Esta comparação de resultados mostra a avançada eutrofização ou tendência a esta nas Lagoas avaliadas, já que a concentração média mínima observada de fósforo na Lagoa do Fundão foi 0,9615 mg L<sup>-1</sup> no ponto FF e 0,658 mg L<sup>-1</sup> no ponto EJ da Lagoa do Josino.

## CONCLUSÃO

No período em que foi realizado o estudo, as concentrações obtidas para o parâmetro fósforo nas Lagoas do Fundão e Josino, nos diversos pontos amostrais, não estavam de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) em relação a

corpos hídricos Classe 1. De acordo com os resultados obtidos, os ambientes aquáticos de ambas as lagoas podem ser caracterizados como eutrofizados, portanto, as águas da Lagoa do Josino não podem ser utilizadas para o abastecimento, consumo humano e para a recreação de contato primário.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao UNIFOR-MG pela concessão de bolsas de Iniciação Científica e financiamento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; GOMES, R. B.; LOBATO, F. A. O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37 (6): 1791-1797, 2007.

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 19. ed. Washinton: American Public Health Association, 1193p., 1995.

DI BERNADO, L.; PAZ, L. P. S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. 1 ed. São Carlos: LDIBE, 878p., 2008.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357**. Diário Oficial da União, 17 Mar. 2005.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826 p. 2011.

FRIES, J.; GETROST, H. **Organic reagents for trace analysis**. Darmstadt: Merck, 236p., 1977.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

LEMOS, M.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14 (2): 155–164, 2010.

Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba., 2005.

MERCK. **The testing of water**. 9. ed. Darmstadt: Merck, 224p., 1972.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed.- Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, superintendência de Estudos e informações Hidrológicas, 225p., 2001.

SINGH, K. P.; MALIK, A.; MOHAN, D.; SINHA, S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study. **Water Research**, v. 38, (18): 3980-3992, 2004.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: oficina de textos, 632p., 2008.

VIANA, L. G., DIAS, D. F. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; OLIVEIRA, M. M. Qualidade das águas da Lagoa do Taí, em São João da Barra, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, v.7 (1): 139-151, 2013.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA - UFMG, 452p., 2005.

XAVIER, C. F. **Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba - Paraná**. 2005. 167p. Dissertação (Mestrado em Ciências do