

IV-116 – ANÁLISE DA VARIABILIDADE ANUAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Ana Luisa Lopes da Cunha Ferrão⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Pelotas.

Mylena Feitosa Tormam⁽²⁾

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pelotas.

Hugo Alexandre Soares Guedes⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal Juiz de Fora. Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professor adjunto do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas.

Endereço⁽¹⁾: Rua Benjamin Constant, 989 – Porto – Pelotas – RS – CEP: 96010-020 – Brasil – Tel: (51) 995740698 - e-mail: anaf.esa@ufpel.edu.br

RESUMO

O monitoramento da qualidade da água é essencial para uma gestão eficaz dos recursos hídricos. O objetivo do trabalho foi interpretar e avaliar a qualidade da água em diferentes anos na Lagoa Mirim. As metodologias estatísticas foram aplicadas a dados obtidos com a análise de amostras de água coletadas no período compreendido entre 2013 e 2014, provenientes de nove pontos amostrais. As variáveis foram testadas pelo teste paramétrico T de Student e o teste não paramétrico Mann-Whitney com o propósito verificar as diferenças estatísticas dos dados no período de análise. A partir dos resultados obtidos foi possível observar que as médias anuais dos parâmetros de qualidade da água não variaram significativamente de um ano para outro, exceto para a variável nitrogênio total. Recomendam-se estudos complementares para integrar a análise do comportamento da qualidade da água da lagoa, uma vez que o comportamento natural e antrópico reflete as suas condições ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, análise de agrupamento, Lagoa Mirim, estatística multivariada.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas alteram significativamente os processos biológicos, físicos e químicos dos corpos hídricos. A adição de poluentes às águas superficiais e subterrâneas, através de descargas industriais e municipais, além da drenagem de áreas agrícolas, compõe um dos principais impactos atribuídos às alterações. Na escala de bacia hidrográfica, essas alterações podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade das águas superficiais.

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica é influenciada por processos naturais, tais como intensidade das precipitações, cobertura vegetal, intemperismos e outros, assim como pela influência antrópica. O conhecimento acerca da qualidade da água de uma bacia hidrográfica possibilita inferir sobre as condições da bacia como um todo. Uma forma de se conhecer a qualidade da água é fazer o diagnóstico temporal e espacial, obtendo informações necessárias ao seu gerenciamento. Nos piores cenários é possível propor ações de recuperação ou de preservação dos mananciais, favorecendo a sustentabilidade dos ecossistemas (TUNDISI, 2008; ROCHA & PEREIRA, 2015; SOUZA *et al.*, 2015).

Neste aspecto, o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (TOLEDO, NICOLELLA, 2002;).

Conforme Barros *et al.* (2010), os métodos estatísticos multivariados podem oferecer uma interpretação simples a partir da análise de dados complexos, que ajudaria na melhor compreensão do comportamento do corpo hídrico estudado. Esses métodos também permitem a identificação dos possíveis fatores ou fontes responsáveis pelas variações na qualidade da água da bacia hidrográfica em estudo.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi interpretar e avaliar a qualidade da água em diferentes anos na Lagoa Mirim, localizada no extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizadas análises estatísticas com o objetivo de investigar a variabilidade temporal na qualidade da água no manancial em estudo, assim como distinguir as variações temporais significativas entre os parâmetros de qualidade de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim está localizada no extremo sul do Brasil, dividindo suas margens ocidentais com o território uruguaio, entre os paralelos 31°30' e 34°30' S e entre os meridianos 52° e 56°O, abrangendo uma superfície de aproximadamente 62.250 Km². Seu principal recurso hídrico é a Lagoa Mirim, que também compõem um dos principais corpos hídricos do sistema lagunar meridional da América do Sul (MACHADO, 2012).

Em uma região de clima subtropical com uma média anual de chuvas que varia na ordem de 1.000 a 1.300 milímetros, a bacia hidrográfica da Lagoa Mirim apresenta uma distribuição hídrica irregular ao longo da sua extensão, o que resulta tanto na ocorrência de grandes inundações quanto em períodos de seca prolongada. Ademais, a parte plana da bacia é constituída de uma grande extensão de terras, proporcionando na região o potencial para a produção de arroz, pecuária de corte sofisticado e ovinocultura (AZAMBUJA, 2005).

Obtenção dos dados

Para investigar a variabilidade na qualidade da água da Lagoa Mirim entre os anos de 2013 e 2014, amostras de água foram coletadas em nove pontos amostrais realizadas no período compreendido entre julho de 2013 a dezembro de 2014, totalizando 13 coletas.

Foram analisadas 12 variáveis de qualidade de água, sendo: temperatura, condutividade elétrica, salinidade, demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, turbidez, coliformes, sólidos totais e oxigênio dissolvido.

Tanto a coleta das amostras quanto as análises laboratoriais foram feitas pela equipe técnica da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, seguindo a metodologia descrita em APHA (2005).

Análise dos dados

Primeiramente buscou-se organizar os dados relacionados à qualidade da água, distribuindo-os em uma matriz cujos pontos amostrais foram posicionados nas linhas e os parâmetros de qualidade de água nas colunas. Realizou-se então, análises estatísticas descritivas para verificar as diferenças entre as estatísticas das variáveis de qualidade de água segundo os anos de 2013 e 2014. Os gráficos boxplot foram utilizados para identificar as diferenças temporais das variáveis e resumir visualmente os dados quantitativos.

A distribuição normal dos dados foi verificada pelo teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Para as variáveis que seguiam a distribuição normal, aplicou-se o teste T de Student com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para testar suas médias, ou seja, para analisar a existência de diferença estatística significativa.

As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram testadas pelo teste não paramétrico Mann-Whitney com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para verificar as diferenças estatísticas dos dados nos anos de 2013 e 2014.

Todas as análises gráficas e estatística foram realizadas no software SPSS v.20.

RESULTADOS OBTIDOS

Gráficos boxplot

Os gráficos boxplot gerados para os parâmetros de qualidade de água demonstraram que há variações elevadas nos valores médios em alguns parâmetros específicos quando comparados os anos de 2013 e 2014, como nitrogênio total, coliformes totais, DQO e DBO (Figura 1 a Figura 12).

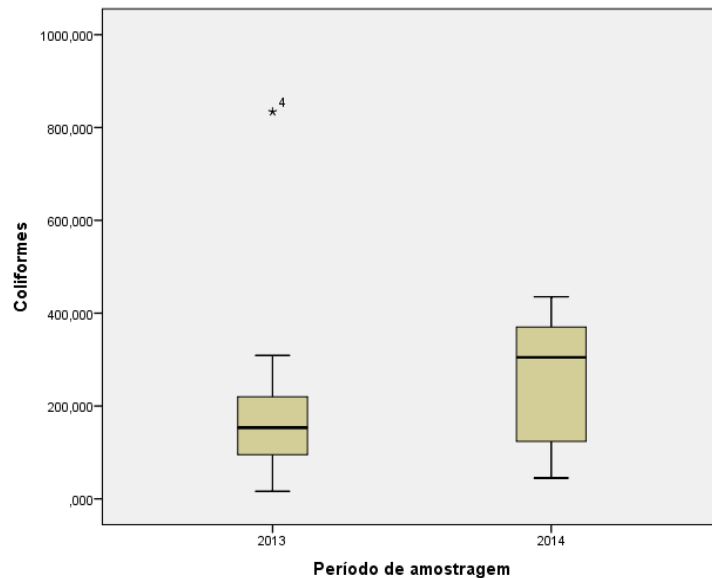


Figura 1 – Variabilidade temporal da variável Coliformes

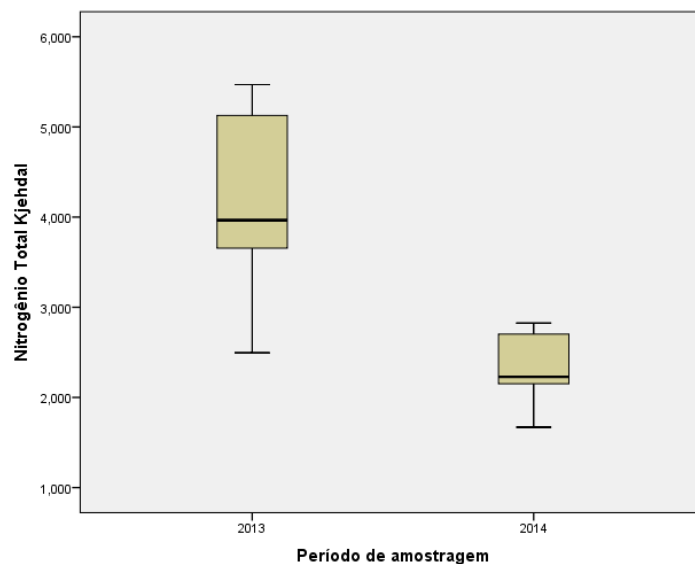


Figura 2 – Variabilidade temporal da variável Nitrogênio Total

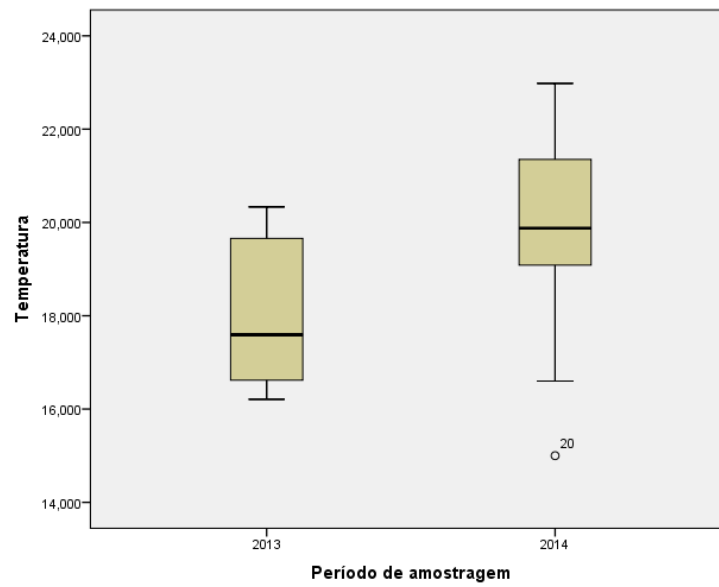


Figura 3 - Variabilidade temporal da variável Temperatura

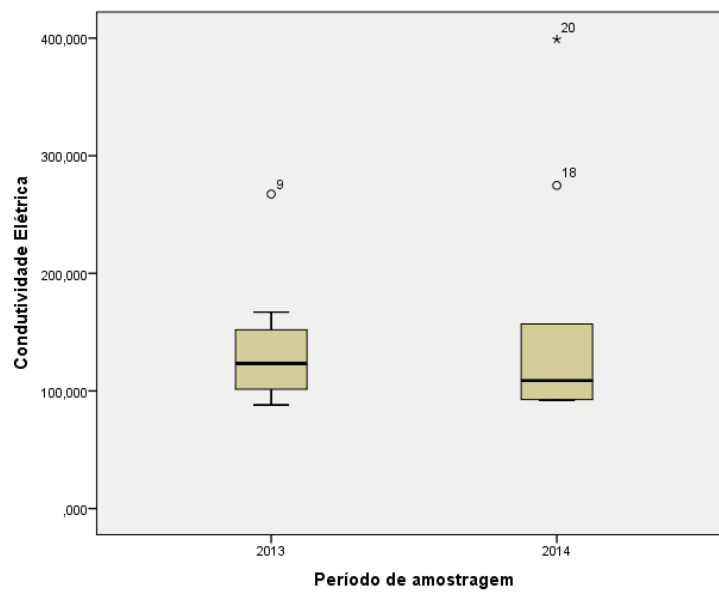


Figura 4 - Variabilidade temporal da variável Condutividade Elétrica

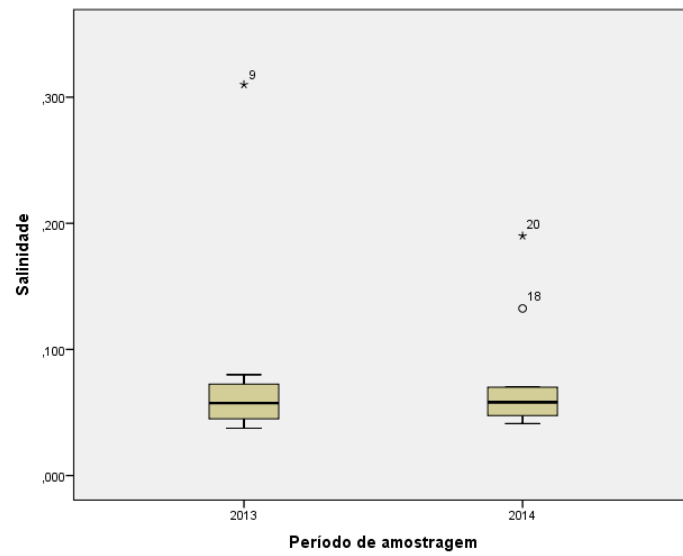


Figura 5 - Variabilidade temporal da variável Salinidade

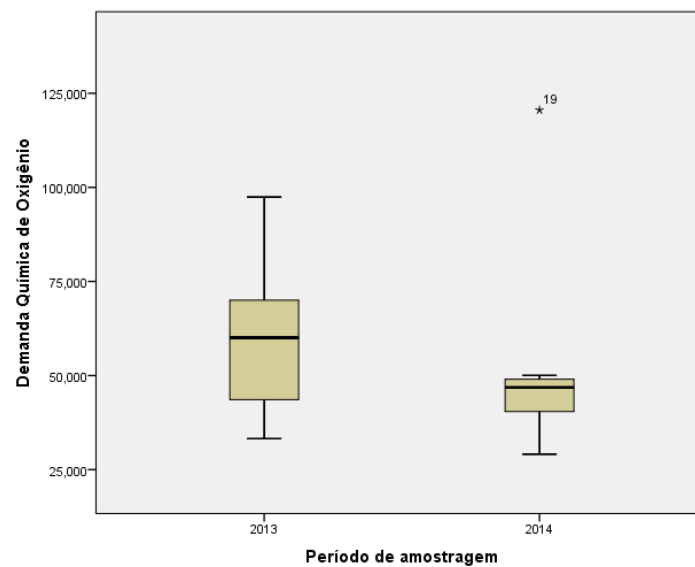


Figura 6 - Variabilidade temporal da variável DQO

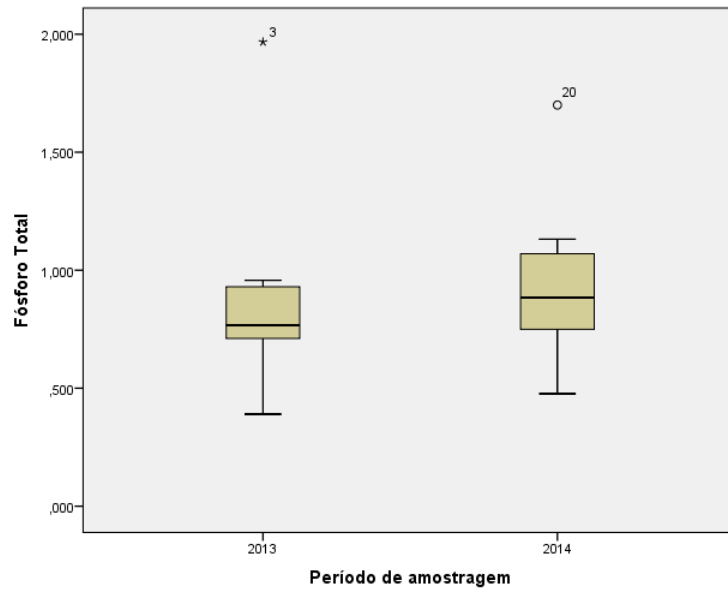


Figura 7 - Variabilidade temporal da variável Fósforo Total

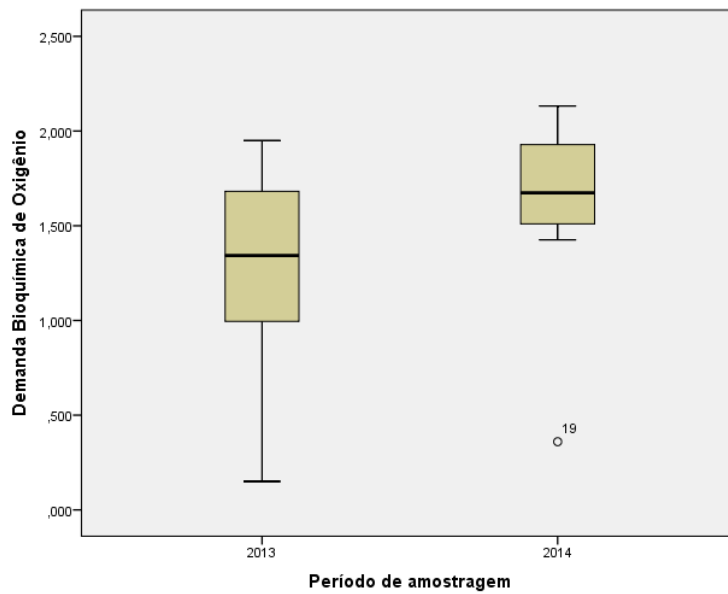


Figura 8 - Variabilidade temporal da variável DBO

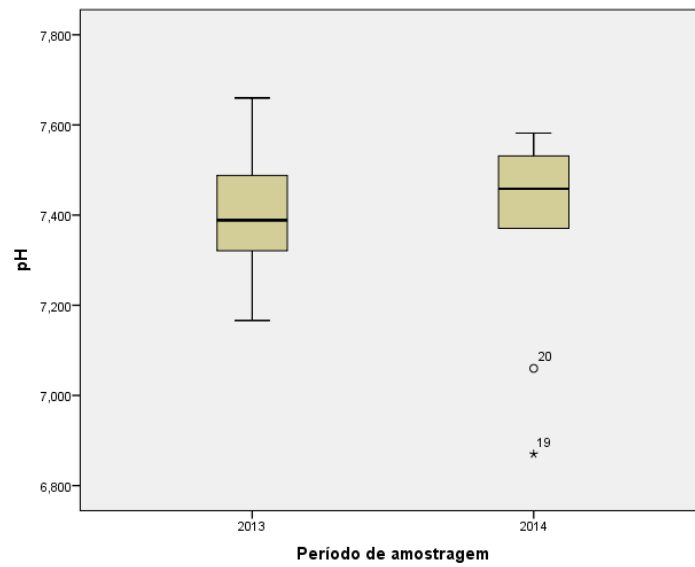


Figura 9 - Variabilidade temporal da variável pH

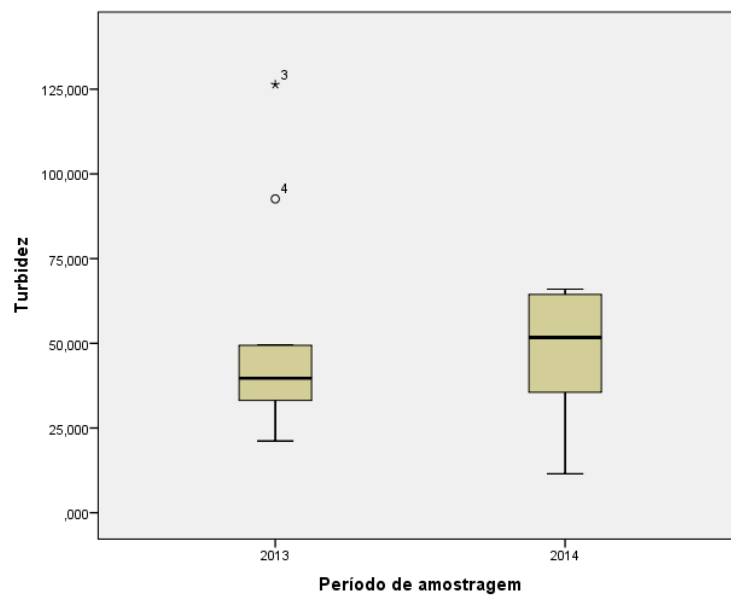


Figura 10 - Variabilidade temporal da variável Turbidez

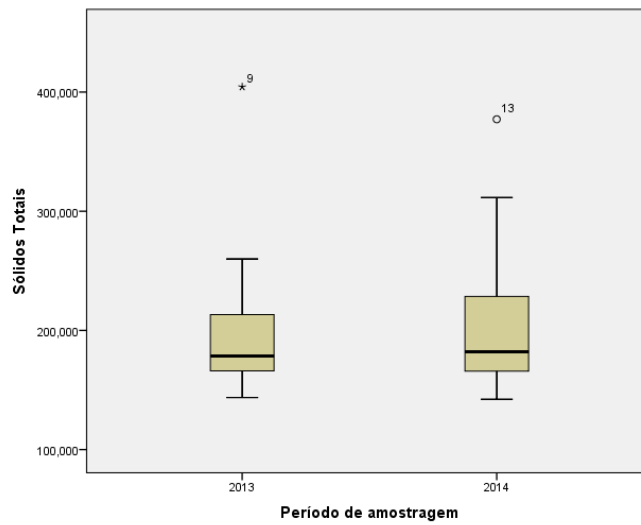


Figura 11 - Variabilidade temporal da variável Sólidos Totais

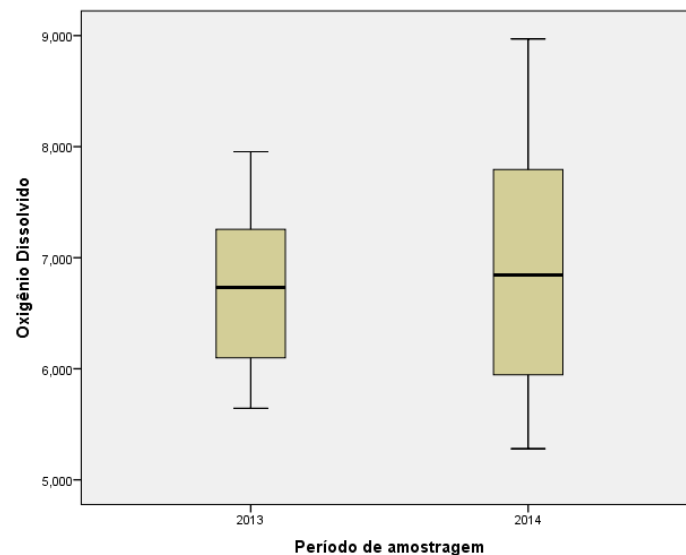


Figura 12 - Variabilidade temporal da variável OD

Teste de Kolmogorov – Smirnov

De acordo com o teste estatístico de Kolmogorov Smirnov a normalidade das variáveis foi confirmada, com exceção da variável salinidade que apresentou nível de significância $p = 0,019$, menor do que $0,05$, indicando assim que a variável não possui distribuição normal.

Teste T de Student

O teste paramétrico T de Student mostrou que existe diferença estatística significativa entre as médias nos anos de 2013 e 2014 apenas da variável nitrogênio total. Tal resultado indica que a variável em questão apresenta tantos valores numéricos quanto valores estatísticos maiores em 2013 do que em 2014, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Teste T de Student

Variáveis	F	p-valor	t	df
Temperatura	0,615	0,443	-1,855	18
Condutividade Elétrica	2,27	0,149	-0,555	18
Salinidade	0,248	0,624	0,192	18
Demanda Química de Oxigênio	0,067	0,799	0,887	18
Nitrogênio Total	4,509	0,048	5,335	18
Fósforo Total	0,017	0,899	-0,469	18
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,643	0,433	-1,506	18
pH	1,122	0,303	0,274	18
Turbidez	1,086	0,311	0,253	18
Coliformes	0,187	0,671	-0,513	18
Sólidos Totais	0,041	0,842	-0,162	18
Oxigênio Dissolvido	1,284	0,272	-0,42	18

Teste de Mann-Whitney

Segundo o teste não paramétrico de Mann-Whitney a variável Salinidade apresentou $p = 0,88$, maior do que 0,05, ou seja, não houve diferença estatística significativa dos valores da variável, quando comparado os anos de 2013 e 2014.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Gráficos boxplot

Embora a agricultura não seja a única fonte responsável pela perda da qualidade da água, direta ou indiretamente contribui para a degradação dos recursos hídricos. Tal fato dá-se por meio da contaminação dos corpos hídricos por substâncias orgânicas, inorgânicas, naturais, sintéticas e ainda por agentes biológicos (EMPRAPA, 2002).

As aplicações amplamente empregadas, às vezes de forma inadequada, de defensivos agrícolas, fertilizantes e de resíduos derivados da criação intensiva de animais podem ser tidas como as principais atividades relacionadas à variação anual de coliformes e nitrogênio na bacia em estudo, devido ao potencial do agronegócio na região.

Com relação aos demais parâmetros, como pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos totais, salinidade e fósforo total, as diferenças são menores entre os valores médios. Todavia, as variáveis nitrogênio total e oxigênio dissolvido não apresentaram nenhuma leitura além dos valores limites com relação as demais variáveis que apresentaram alguns valores discrepantes (*outliers*).

Teste de Kolmogorov – Smirnov

A ausência de normalidade encontrada para a variável de qualidade de água salinidade pode ser justificada em decorrência da variabilidade do grau de salinização na lagoa entre os anos monitorados, que acontece em função da variação climática intensa na região (GARCIA, 1977).

Teste T de Student

Conforme Bhumbla (2001), a intensidade do processo de contaminação depende principalmente das quantidades de poluentes presentes ou adicionadas ao solo, da permeabilidade do solo, das condições climáticas, do manejo da irrigação e da profundidade do lençol freático ou aquífero. Ao redor da lagoa é constante a produção agrícola, principalmente arroz irrigado por inundação. Sendo assim, acredita-se ser o

manejo não sustentável das lavouras que fizeram com que a variável nitrogênio total apresentasse diferença significativa das médias dos valores de concentração entre os anos estudados. Entretanto, como comentado, muitos fatores naturais e antrópicos podem influenciar na concentração dessa variável, necessitando estudos complementares para confirmar a hipótese levantada.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível observar que as médias anuais dos parâmetros de qualidade da água não variaram significativamente de um ano para outro, exceto para o nitrogênio total. Tal fato, pode estar relacionado com as áreas agrícolas, principalmente arroz por inundação, localizadas no entorno da Lagoa Mirim.

Recomendam-se estudos complementares para integrar a análise do comportamento da qualidade da água da lagoa, uma vez que o comportamento natural e antrópico reflete as suas condições ambientais. Sendo assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana e tomar decisões de acordo com as necessidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. EATON, A. D.; et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p., 2005.
2. AZAMBUJA, J. L. F. Hidrovia da lagoa mirim: um marco de desenvolvimento nos caminhos do Mercosul. 2005. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
3. BARROS, E. C. M.; ALCANTARA, L. O.; SANTOS, M. R. P.; BUARQUE, H. L. B.; GOMES, R. B. Análise estatística multivariada de dados de qualidade da água da lagoa da Parangaba, Fortaleza, Ceará, Brasil. V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. 2010. Anais. Maceió. Alagoas. 2010.
4. BERALDO, A. F. Apostila de Estatística Descritiva. Departamento de Estatística, ICE – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais. 2014.
5. BHUMBLA, D. K. Agriculture practices and nitrate pollution of water. Disponível em: <<http://www.caf.wvu.edu>>
6. EMBRAPA. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. INSS 1517-5111, Distrito Federal, dezembro, 2002.
7. GARCIA, C. A. E. Características hidrográficas - Ambiente e a biota do Estuário da Lagoa dos Patos- cap. 4.1 In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. (ed.). Os Ecossistemas Costeiro de Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecocientia. Rio Grande, 18-21. 1998.
8. MACHADO, J. B. Análise da governança das águas da bacia hidrográfica da lagoa mirim, extremo sul do brasil. 2012. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gerenciamento Costeiro, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.
9. ROCHA, C. H. B.; PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. Ambiente & Água, v. 11, n.1. 2016.
10. SOUZA, A.; BERTOSSI, A. P. A.; LASTORIA, G. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do Córrego Bandeira, Campo Grande, MS. Revista Agro@mbiente online, v.9, n.3, p. 227-234. 2015.
11. TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. São Paulo, SP, Brasil. Scientia Agrícola, v. 59, n.1, p. 181-186. 2002.
12. TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.