



VARIABILIDADE SAZONAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA LAGOA MIRIM, RS, BRASIL

TORMAM, M. F.¹; BORK, C. K.²; GUEDES, H. A. S.³; MANZKE, J.¹; FERRÃO, A. L.⁴

¹Graduanda do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pelotas-UFPel

²Mestranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas-UFPel

³Professor Dr. do Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas-UFPel

⁴Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas-UFPel

Palavras-chave: estações do ano, poluição da água, análise estatística, lagoas costeiras.

Resumo

A avaliação das variações sazonais nas características da qualidade das águas superficiais é um aspecto essencial para avaliar a poluição da água, tanto de forma natural, como por influências antropogênicas, sobre os recursos hídricos. Neste estudo, foram investigadas as variações sazonais da qualidade da água na Lagoa Mirim, situada no sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Os dados utilizados foram originários de nove pontos de monitoramento ao longo da lagoa, no período compreendido entre julho de 2013 a janeiro de 2015. Foram analisadas 12 variáveis de qualidade de água em relação às estações do ano, utilizando métodos estatísticos como Análise de Variância, Teste de Tukey e Teste de Kruskal-Wallis. Os resultados indicaram variabilidade estatística significativa nas variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total e coliformes totais. As variações qualitativas da água foram atribuídas às atividades antropogênicas e às atividades agrícolas da região.

SEASONAL VARIABILITY OF WATER QUALITY IN LAGOA MIRIM, RS, BRAZIL

Keywords: seasons of the year, water pollution, statistical analysis, coastal lagoons.

Abstract

The evaluation of seasonal variations in the characteristics of surface water quality is an essential aspect for assessing water pollution, both naturally and by anthropogenic influences on water resources. In this study, we investigated the seasonal variations of water quality in the Lagoa Mirim, located in the south of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The data used originated from nine monitoring points along the lagoon, from July 2013 to January 2015. Twelve water quality variables were analyzed in relation to the seasons, using statistical methods such as Variance Analysis, Tukey's Test and Kruskal-Wallis Test were used. The results indicated significant statistical variability in the variables temperature, dissolved oxygen, total nitrogen, total phosphorus and total coliforms. The qualitative variations of the water were attributed to the anthropogenic activities and agricultural activities of the region.

INTRODUÇÃO

A avaliação temporal e espacial da qualidade da água no nível de bacia hidrográfica, tornou-se um dos fatores mais relevantes para a caracterização física e química dos ambientes aquáticos em consequência da sazonalidade e regionalidade da água dos rios (Sundaray, 2006). Ouyang et al. (2006) e Ojok et al. (2017) ressaltam a importância da caracterização das mudanças sazonais na qualidade da água superficial, visto que é um aspecto essencial para avaliar as tendências temporais da poluição difusa dos rios, provenientes de insumos naturais ou antropogênicos, de fontes pontuais e não-pontuais.

A Lagoa Mirim é o segundo maior corpo hídrico, com características lacustres do Brasil e está ligada à laguna dos Patos, formando o maior sistema lagunar da América do Sul (Oliveira et al., 2015). Segundo Lloret et al. (2008) as lagoas costeiras podem sofrer alterações devido aos efeitos das mudanças ambientais globais, como o aumento da temperatura da água, elevação do nível do mar, mudanças na salinidade da água, aumento da frequência de eventos climáticos extremos, aumento dos processos de eutrofização, entre outros. Estudos realizados na Lagoa Mirim e seus afluentes (Fia et al., 2009; Coradi et al., 2009) destacam que o poluente mais impactante, relacionado à qualidade das águas, é o fósforo e alertam sobre a potencialidade de eutrofização. O aumento na concentração de fósforo está principalmente relacionado às atividades agrícolas, devido a entrada de fertilizantes nos corpos hídricos. As regiões do entorno da Lagoa Mirim são caracterizadas por intensa atividade agrícola, uma vez que suas águas são captadas para irrigação das lavouras de arroz (Oliveira et al., 2015; Albertoni et al., 2017; Gallego et al., 2017). Nesse sentido, pode-se relacionar a queda de nitrogênio na água ao término da safra de arroz, diminuindo os resíduos que a lixiviação das plantações conduz para a lagoa, como evidenciado em estudo de Cunha et al. (2013), no qual avaliou-se a qualidade da água da Lagoa Caiubá, localizada em região próxima à Lagoa Mirim.

Entre as atividades mais impactantes aos recursos hídricos está a agricultura. Trata-se de uma fonte de poluição não pontual, caracterizada por sua extensa distribuição, variedade de contaminantes e dificuldade

de identificação do local de contaminação, bem como de tratamento (Zhang et al., 2009). O aumento na concentração de fósforo total, devido a entrada de fertilizantes nos corpos hídricos, pode ocorrer através do ciclo hidrológico via escoamento superficial (Bortoletto et al., 2015).

Gallego et al. (2017) obtiveram como resultado que os indicadores de eutrofização aumentaram nas bacias hidrográficas com maior área superficial de solos agrícolas. A análise de fósforo é de extrema importância, visto que é um indicador da potencialidade de eutrofização, por ser o desencadeador desse processo (Aguiar et al., 2015). Fia et al. (2009), em estudo no Canal São Gonçalo, responsável por fazer a ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos, observaram concentrações elevadas de fósforo e concluíram que o estado trófico nesta região é instável. Os autores justificaram as concentrações elevadas de fósforo devido às características do entorno dos cursos d'água da região, uma vez que o Canal São Gonçalo corta regiões de intensa atividade agrícola, que apresenta lavouras de arroz irrigado nas suas margens, sendo um significativo recurso hídrico utilizado para captação de água com fins à irrigação de suas lavouras.

Sendo assim, objetivou-se avaliar a qualidade da água na Lagoa Mirim, localizada no sul do estado do Rio Grande do Sul, em diferentes estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

-Área de estudo

A Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim está localizada no sul do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 31°30' e 34°35' de latitude Sul e 53°31' e 55°15' de longitude Oeste, correspondendo a uma área de 62.250 km², sendo, aproximadamente, 47% em território brasileiro e 53% em território uruguaio (Coradi et al., 2009). A Lagoa Mirim e o complexo de áreas úmidas em seu entorno formam uma das principais bacias hidrográficas transfronteiriças da América do Sul, possuindo importância ecológica e econômica ligadas à agricultura, à indústria e à pecuária, tanto para o estado do Rio Grande do Sul, quanto para o Uruguai (Oliveira et al., 2015).

O clima da região, segundo classificação de

de Köppen, é subtropical de verão úmido e quente, do tipo Cfa, com temperaturas médias dos meses mais quentes superiores a 22°C e dos mais frios inferiores a 18°C, e precipitação pluvial média anual de 1.450 mm (Alvares et al., 2013).

O principal uso das águas da Lagoa Mirim consiste nas extrações diretas para a irrigação das lavouras de arroz, tanto em território brasileiro como no uruguiaio e, também, como fonte de água potável para as populações que a circundam (Oliveira et al., 2015).

-Levantamento dos dados

Os dados utilizados foram originários de medição in situ provenientes de nove pontos de monitoramento na lagoa (Figura 1; Tabela 1).

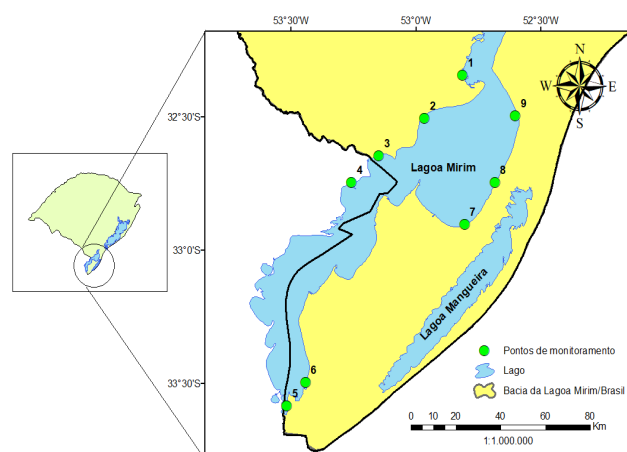


Figura 1. Localização geográfica da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e dos nove pontos de monitoramento de qualidade de água.

Tabela 1. Identificação dos nove pontos de monitoramento de qualidade de água na Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim

Ponto de monitoramento	Nome da localização
1	Praia Pontal
2	Fazenda Bretanha
3	Fazenda São Francisco
4	Lago Mirim*
5	Cabanha Mal Abrigo
6	Porto Santa Vitória
7	Vila Ancelmi
8	Curral Alto
9	Capilha

* Lagoa Mirim pertencente ao Uruguai

As coletas foram realizadas no período compreendido entre julho de 2013 a janeiro de 2015, totalizando 14 coletas. As análises não seguiram uma frequência mensal, devido às dificuldades de deslocamento até os locais de monitoramento. Foram analisadas 12 variáveis de qualidade de água: temperatura, condutividade elétrica, salinidade, demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, turbidez, coliformes totais, sólidos totais e oxigênio dissolvido (OD). As coletas das amostras e as análises laboratoriais foram realizadas pela equipe técnica da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, seguindo a metodologia descrita por APHA (2005). Os resultados das análises laboratoriais foram separados por estações do ano, sendo: primavera (outubro a dezembro), verão (janeiro a março), outono (abril a junho) e inverno (julho a setembro).

Para tanto, foram utilizadas análises estatísticas como ferramentas de investigação, visando identificar as variáveis de qualidade de água que apresentassem variações sazonais significativas.

-Análise dos dados

Inicialmente, aplicou-se o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), para verificar se as variáveis seguiam a distribuição normal, sendo essa a hipótese nula. Em seguida, para as variáveis que apresentaram distribuição normal foi utilizado o teste paramétrico Análise de Variância (ANOVA unidirecional, $p < 0,05$) visando investigar as diferenças temporais significativas entre as estações (Colling et al., 2010). Posteriormente, caso houvesse diferença significativa, ou seja, rejeição da hipótese nula, foi aplicado o teste de Tukey, a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$), visando identificar as estações do ano onde as variáveis de qualidade da água eram significativamente diferentes das demais (Bilgin, 2015). As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram testadas por análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para verificar a existência de diferença estatística significativa. As análises foram realizadas através do software IBM SPSS Statistics Subscription Trial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste paramétrico de Kolmogorov-Smirnov confirmou a distribuição normal dos dados, exceto para as variáveis salinidade e sólidos totais (Tabela 2).

Tabela 2. Teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado aos dados de qualidade de água

Variável	p-valor
Temperatura	0,498
Condutividade Elétrica	0,097
Demanda Química de Oxigênio	0,970
Salinidade	0,002*
Nitrogênio Total	0,067
Fósforo Total	0,533
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,780
pH	0,616
Turbidez	0,321
Coliformes Totais	0,131
Sólidos Totais	0,003*
Oxigênio Dissolvido	0,119

*Os valores apresentaram nível de significância $p < 0,05$, indicando rejeição da hipótese nula.

O teste paramétrico ANOVA utilizado para testar se os valores médios de mais de dois grupos independentes variaram entre si (Bilgin, 2015). De acordo com o teste, as variáveis temperatura, NT, PT, coliformes e OD apresentaram diferença estatística significativa entre as quatro estações do ano (Tabela 3).

Tabela 3: ANOVA para as variáveis de qualidade de água nas diferentes estações do ano

Parâmetros	Soma dos Quadrados	df*	Quadrados Médios	F	p-valor
Temperatura	484,207	3	161,402	67,47	0,000**
Condutividade Elétrica	4281,385	3	1427,128	0,518	0,673
DQO	478,187	3	159,396	0,784	0,512
Nitrogênio Total	112,32	3	37,44	24,226	0,000**
Fósforo Total	2,264	3	0,755	7,721	0,001**
DBO	1,716	3	0,572	2,892	0,050
pH	0,027	3	0,009	0,251	0,860

Turbidez	3609,284	3	1203,095	0,944	0,431
Coliformes Totais	827138,83	3	275712,9	5,306	0,004**
OD	45,707	3	15,236	28,687	0,000**

*graus de liberdade; **Os valores apresentaram nível de significância $p < 0,05$, indicando rejeição da hipótese nula.

Na Tabela 4 são apresentados os valores do teste de comparação de médias de Tukey para distinguir as diferenças temporais nos parâmetros de qualidade da água. O teste sugeriu uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre as estações outono-inverno, em três variáveis (temperatura, NT, OD); entre as estações outono-primavera, em quatro variáveis (temperatura, NT, coliformes, OD); entre as estações inverno-primavera e primavera-verão, em apenas uma variável (temperatura); e entre as estações inverno-verão, em três variáveis (temperatura, PT, coliformes).

Tabela 4: Comparações das variáveis de qualidade de água após aplicação do teste de Tukey

Variáveis	Estações
Temperatura, NT, OD	outono-inverno
Temperatura, NT, PT, OD	outono-primavera
Temperatura, NT, coliformes, OD	outono-verão
Temperatura	inverno-primavera
Temperatura, PT, coliformes	inverno-verão
Temperatura	primavera-verão

As variações da temperatura nos corpos hídricos são sazonais e acompanham as flutuações do clima da região durante o ano. Wit et al. (2012) afirmam que as mudanças climáticas impactam os regimes de temperatura e salinidade nas lagoas costeiras. A bacia hidrográfica em estudo apresenta clima subtropical, caracterizado por apresentar as quatro estações bem definidas, onde as variações de temperatura podem causar alterações no metabolismo, ecossistema e biodiversidade dos lagos, devido às variações químicas, físicas e biológicas ao longo do ano (Cunha et al., 2013). Desse modo, a diferença detectada nessa variável pode ser atribuída a realidade das características físicas da região.

As variações na variável OD podem ocorrer sazonalmente em relação à temperatura e à atividade

biológica. A respiração biológica, incluindo aquela relacionada aos processos de decomposição da matéria orgânica, reduzem a concentração de OD (Yousry et al., 2011). Bilgin & Konanc (2016) concluíram que há uma redução da concentração de OD, como resultado da fermentação anaeróbica e o aumento da quantidade de ácidos orgânicos causados pela liberação de águas residuais domésticas. Ojok et al. (2017) encontraram elevada concentração de OD no Rio Rwizi em Uganda, sendo justificada pelo aumento das atividades fotossintéticas de plantas aquáticas e bactérias devido ao aumento da temperatura. Portanto, as variações sazonais devem ser consideradas ao utilizar o parâmetro OD como um indicador da qualidade da água superficial, fato que é corroborado no estudo de Ouyang et al. (2006), que buscaram identificar as variáveis mais importantes que contribuíram para as alterações da qualidade da água nas quatro estações.

Resultados semelhantes foram relatados por Coradi et al. (2009) em avaliação da qualidade das águas dos principais afluentes da Lagoa Mirim, e como resultados finais verificou-se que a qualidade hídrica dos afluentes avaliados foi, no geral, aceitável, tendo como poluente mais impactante em relação à qualidade das águas o fósforo.

Os estudos recentes de Albertoni et al. (2017), analisando as relações entre nitrogênio e fósforo e as correlações de nutrientes com as concentrações de clorofila-a, indicaram que as águas do canal São Gonçalo estão sendo submetidas a processos de eutrofização com alta probabilidade de florescência de cianobactérias devido à sua limitação por nitrogênio. Aguiar et al. (2015) alertam que o aumento dos níveis de fósforo poderá acarretar alterações hídricas, qualitativas e quantitativas, de componentes como pH, oxigênio dissolvido e transparência da água, que poderão comprometer o ecossistema aquático e a saúde humana de quem a consome.

A variável coliformes totais também apresentou variabilidade temporal significativa e a variação dos valores deste parâmetro demonstra degradação da qualidade da água, principalmente associada ao lançamento de esgotos domésticos. Barros et al. (2015) afirmam que a variável é um indicador para a contaminação da água por doenças causadas por

germes e patógenos. Segundo Sharma et al. (2007) a presença de coliformes na água pode causar vários tipos de doenças como cólera, febre tifoide, disenteria, diarreia, entre outras. Portanto, a água potável deve estar livre de coliformes.

O resultado do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis aplicado para as variáveis salinidade e sólidos totais, que não atingiram a condição de normalidade na série estudada, demonstrou que o p-valor da variável salinidade foi igual a 0,845 e da variável sólidos totais, 0,873, ambos maiores do que 0,05. Sendo assim, essas variáveis não possuíam diferença estatística significativa entre as estações.

Dependendo do balanço hídrico da região, as lagoas costeiras podem apresentar salinidades variando de completamente doce à hipersalina (Oliveira et al., 2015). A partir dos anos 60, os governos brasileiro e uruguaio implementaram políticas para promover o desenvolvimento econômico em torno da Lagoa Mirim. Foram criadas barragens para permitir atividades agrícolas e industriais, sendo a mais importante construída no Canal São Gonçalo, em 1977, para impedir a entrada de águas salinas no interior da Lagoa Mirim, onde a água doce é extraída para irrigação de arroz (Burns et al., 2006). Dado o exposto, a salinidade não varia significativamente entre as estações, devido ao funcionamento da barragem, independente, também, das diferenças térmicas entre as estações. Gallego et al. (2017) também afirmam que quando a conexão natural de uma lagoa costeira com o oceano é impedida, a acumulação de nutrientes e sedimentos é fortemente acelerada, aumentando a carga de nutrientes e diminuindo a salinidade.

Dessa forma, o estudo das influências temporais da qualidade da água fornece informações essenciais para o manejo adequado dos recursos hídricos, possibilitando tomadas de decisão de acordo com as necessidades apresentadas pelas análises do comportamento da qualidade da água.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível observar que:

1. Pode-se relacionar a influência das estações do ano nos parâmetros nitrogênio total e fósforo total com o início e término da safra de arroz, uma vez que

a região estudada apresenta um potencial agrícola expressivo como atividade econômica.

2. As variações térmicas estão vinculadas às características do clima da região, o qual apresenta as quatro estações bem definidas, conjuntamente com a variação de oxigênio dissolvido.

LITERATURA CITADA

- AGUIAR C. P. O.; PELEJA J. R. P.; SOUSA K. N. S.; GOCH Y. G. F.; GUIMARÃES A. S. Nível de trofia em microbacias hidrográficas sob diferentes usos de solo, na região amazônica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 4, p. 1093-1102, 2015.
- ALBERTONI E. F.; PALMA-SILVA C.; TRINDADE C. R.; FURLANETTO L. M. Water quality of the São Gonçalo channel, urban and agricultural water supply in southern Brazil. *Brazilian Journal of Water Resources*, v. 22, n. 2, 2017.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- APHA/AWWA/WEF. EATON, A. D.; et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21^a ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p., 2005.
- BARROS, L.S., CRUZ, C.R., SILVA, V.C. Qualidade das águas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Cruz das Almas, Bahia. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 4, p. 668-676, 2015.
- BILGIN, A. An assessment of water quality in the Coruh Basin (Turkey) using multivariate statistical techniques. *Environmental Earth Science*, v. 187, n. 721, p. 1-16, 2015.
- BILGIN, A., KONANC, M.U. Evaluation of surface water quality and heavy metal pollution of Coruh River Basin (Turkey) by multivariate statistical methods. *Environmental Earth Science*, v. 75, n. 1029, p. 1-18, 2016.
- BORTOLETTO E. C.; SILVA H. A.; BONIFÁCIO C. M.; TAVARES C. R. G. Water quality monitoring of the Pirapó River watershed, Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 4, p. 148-157, 2015.
- BURNS M. D. M.; GARCIA A. M.; VIEIRA J. P. BEMVENUTI M. A. MARQUES D. M. L. M.; CONDINI V. Evidence of habitat fragmentation affecting fish movement between the Patos and Mirim coastal lagoons in southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 4, n. 1, p. 69-71, 2006.
- COLLING, L. A.; BEMVENURI, C. E.; PINOTTI, R. M. Temporal variability of the bivalve *Erodona mactroides* BOSC, 1802 during and after the El Niño phenomenon (2002/2003) in a subtropical lagoon, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, n. 22, v. 4, p. 410-423, 2010.
- CORADI P. C.; PEREIRA-RAMIREZ O.; FIA R.; MATOS A. T. Qualidade Da Água Superficial Da Bacia Hidrográfica Da Lagoa Mirim. *Revista De Ciências Ambientais*, v. 3, n. 1, p. 53-64, 2009.
- CUNHA, R.W, GARCIA JUNIOR, M.D.N., ALBERTONI, E.F, PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 4, p. 770-779, 2013.
- FIA R.; MATOS A. T.; CORADI P. C.; PEREIRA-RAMIREZ O. Estado trófico da água na Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, v. 4, n. 1, p. 132-141, 2009.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics Subscription Trial for Windows. Armonk, NY: IBM Corp.
- LLORET, J., MARÍN, A., MARÍN-GUIRAO, L. Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 78, p. 403-412, 2008.
- OJOK W.; WASSWA J.; NTAMBI E. Assessment of Seasonal Variation in Water Quality in River Rwizi Using Multivariate Statistical Techniques, Mbarara Municipality, Uganda. *Journal of Water Resource and Protection*, n. 9, p. 83-97, 2017.
- OLIVEIRA H. A.; FERNANDES E. H. L.; MÖLLER JR. O. O.; COLLARES G. L. Processos Hidrológicos e Hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 1, p. 34-45, 2015.
- OUYANG Y.; NKEDI-KIZZA P.; WU Q.T.; HUANG C. H. Assessment of seasonal variations in surface water quality. *Water research*, v. 40, p. 3800-3810, 2006.
- PEGRAM, G.C.; BATH, A.J. Role on non-point source in the development of a water quality management plan for the Mgeni River catchment. *Water Science Technology*, v. 32, n. 5-6, p. 175-82, 1995.
- PEREIRA, A. A., MENDONÇA. A. S. F, FILHO, M. C. A. Aspectos Qualitativos de Águas de Lagoas Costeiras e seus Fatores Influentes – Estudo de Caso: Lagoa MÁE-BÁ, Espírito Santo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, n. 11, v. 1, p. 63-77, 2006.
- RODRÍGUEZ-GALLEGO L.; ACHKAR M.; DEFEO O.; VIDAL L.; MEERHOFF E.; CONDE D. Effects of land use changes on eutrophication indicators in five coastal lagoons of the Southwestern Atlantic Ocean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 188, p. 116-126, 2017.
- SHARMA, S.; DIXIT, S.; JAIN, P.; SHAH, K.W. Statistical evaluation of hydrobiological parameters of Narmada River water at Hoshangabad City, India, *Environmental Monitoring Assessment*, v. 143, p. 195-202, 2008.
- SUNDARAY, S. K. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of the Mahanadi river–estuarine system (India) – a case study. *Environmental Geochemistry And Health*, v. 28, n. 4, p. 317-330, 2006.
- WIT, R. de, MAZOUNI, N., VIAROLI, P. Preface: Research and Management for the Conservation of Coastal Lagoon Ecosystems, South–North Comparisons. *Hydrobiologia*, v. 699, p. 1-4, 2012.
- ZHANG, Y., GUO, F., MENG, W., WANG, X.Q. Water quality assessment and source identification of Daliao river basin using multivariate statistical methods. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 152, p. 105-121, 2009.