



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTIVARIADA EM PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO ESTUÁRIO LAGUNA DOS PATOS, NA ILHA DA TOROTAMA

Samanta Tolentino Ceconello – satolentino@pelotas.ifsul.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Pelotas.
Praça Vinte de Setembro, 455 - Centro
96.015-360 – Pelotas – Rio Grande do Sul

Luana Nunes Centeno – luananunescenteno@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos.

Diuliana Leandro – diuliana.leandro@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas, Docente do Centro de Engenharias.

Tirzah Moreira Siqueira - tirzahmelo@hotmail.com
Universidade Federal de Pelotas, Docente do Centro de Engenharias.

Márcia Farias Aguiar - marciaf.aguiar@hotmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Pelotas.

Resumo: A identificação das principais fontes de poluição de um manancial pode auxiliar no monitoramento e gestão de um manancial. As atividades antrópicas interferem diretamente na qualidade da água, sendo estas identificadas através de parâmetros da qualidade da água. Deste modo, este estudo teve como objetivo aplicar a análise fatorial (AF) e posteriormente a análise de componentes principais (ACP) para identificar as possíveis fontes de poluição da água no Estuário Laguna dos Patos, na Ilha da Torotama. Foram utilizados dados secundários de qualidade da água disponibilizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS (FEPAM), do período de 2005 a 2013. Os Parâmetros empregados neste estudo foram: Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Cloretos (Cl⁻), Nitrogênio Amoniacal (NH₃), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Turbidez (TH), Temperatura da Água (TH₂O) e Sólidos Totais (ST). Primeiro aplicou-se a AF para identificação dos fatores e posteriormente para a extração deste foi aplicada a ACP. Como resultado a AF/ACP mostrou que através dos dois primeiros fatores foi possível explicar 85,83% da variância total. Sendo que a CP₁ foi responsável por 56,35% da variância total dos dados e possivelmente esteja relacionado a despejos domésticos e que a CP₂ contém 29,47%, da variância total dos dados, e possivelmente esteja relacionado a atividades agropecuárias. Sendo assim, através deste estudo foi possível concluir que a estatística multivariada, pode ser utilizada como ferramenta de monitoramento da qualidade da água, e principalmente para identificar as principais fontes de poluição.

Palavras-chave: Análise Fatorial, Análise de Componentes Principais, FEPAM.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

APPLICATION OF MULTIVARIATE ANALYSIS IN WATER QUALITY PARAMETERS IN THE ESTUARY LAGUNA DOS PATOS, ON THE ISLAND OF TOROTAMA

Abstract: Identifying the main sources of pollution of a stock can assist in the monitoring and management of a stock. Anthropogenic activities directly interfere with water quality, and these are identified through water quality parameters. The objective of this study was to apply factorial analysis (AF) and later main component analysis (PCA) to identify the main possible sources of water pollution in the Laguna dos Patos Estuary, in Torotama Island. Secondary water quality data provided by the State Foundation for Environmental Protection Henrique Luiz Roessler - RS (FEPAM) from 2005 to 2013 were used. Parameters used in this study were: Hydrogenion Potential (pH), Biochemical Oxygen Demand (BOD₅), Chlorides (Cl⁻), Ammoniacal Nitrogen (NH₃), Total Nitrogen (NT), Total Phosphorus (PT), Turbidity (TH), Water Temperature (TH₂O) and Total Solids (ST). First it was applied AF to for identification of the factors and later for the extraction of this was applied to ACP. As a result, the AF/ACP showed that through the first two factors it was possible to explain 85.83% of the total variance. Since CP₁ was responsible for 56.35% of the total data variance and possibly related to domestic evictions, CP₂ contains 29.47% of the total data variance and is possibly related to agricultural activities. Thus, through this study it was possible to conclude that multivariate statistics can be used as a monitoring tool for water quality, and mainly to identify the main sources of pollution.

Keywords: Factorial Analysis, Principal Component Analysis, FEPAM.

1. INTRODUÇÃO

Considerando-se que a água é um dos principais recursos naturais disponíveis para a sociedade, é de extrema relevância entender a dinâmica hidrológica, bem como compreender os fatores que interferem na sua quantidade e qualidade com intuito de planejar o seu uso, uma vez que uma gestão inadequada do uso da água, pode acarretar na poluição do mesmo (ARNDT, 2011; CAMARGO et al., 2010; COX, 2003; GOMES et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014; TUCCI 1998; VIEIRA et al., 2012).

Na zona rural as atividades agropecuárias causam o enriquecimento dos corpos hídricos, quando o manejo do solo é realizado sem os devidos cuidados pois, favorece a lixiviação de adubos químicos. O nitrogênio e o fósforo que são lixiviados dos adubos podem causar ainda salinização da água, pois a utilização de técnicas de irrigação inadequadas favorece este processo. A água ainda pode sofrer contaminação por conta dos coliformes termotolerantes presentes principalmente nas fezes dos animais de sangue quente e decorrente da adubação orgânica sem os devidos tratamentos (SARDINHA et al. 2014; HELLER; PÁDUA, 2010; SPERLING, 2007).

Por conseguinte, na zona urbana, as principais atividades que causam a poluição dos mananciais, são as decorrentes dos processos de urbanização, tendo como principais fontes, os efluentes doméstico e os industriais bem como os resíduos sólidos, quando são dispostos nos corpos hídricos sem os devidos tratamentos (TAVARES, 2014; SPERLING, 2005).

Muitos pesquisadores vêm utilizando a estatística multivariada como ferramenta para compreensão das prováveis fontes de poluição das águas, servindo assim, como ferramentas de gestão dos recursos hídricos (CARVALHO et al., 2015; NOSHADI; GHAFOURIAN, 2016). Dentre as técnicas estatísticas multivariadas utilizadas nos estudos das águas podemos citar a Análise de

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Componentes Principais (ACP) e a Análise Fatorial (AF) (AL-MUTAIRI, ABAHUSSAIN, EL-BATTAY, 2014; GOMÉZ et al., 2014).

Segundo Hair et al. (2009) e Míngoti (2013), a AF/ACP visa encontrar um meio de condensar as informações contidas em várias variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com uma perda mínima de informações. Diante disso, o objetivo deste estudo foi aplicar a análise fatorial e posteriormente a análise de componentes principais para identificar as possíveis fontes de poluição da água no Estuário Laguna dos Patos, na Ilha da Torotama.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área

A Lei nº 10.350/1994 do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1994), artigo 38, determina a existência de três regiões hidrográficas: região do rio Uruguai, região Litorânea e região Guaíba. Neste contexto, a área de estudo corresponde ao ponto de coleta denominado pela FEPAM como GER 66 (localizado nas coordenadas: latitude 6468454.69 m S e longitude 391272.02 m E), sendo o manancial denominado de Estuário Lagoa dos Patos, na Ilha da Torotama.

Este importante ecossistema que oferece abrigo e é habitat para várias espécies de animais estuarinos e costeiros, sua produção primária é um importante componente da teia trófica na região estuarina. Entretanto vem sofrendo diversas modificações antrópicas por atividades de pastejo por animais domésticos, incêndios, corte da vegetação, deposição de lixo, construção de aterros e canais de drenagem (MARANGONI; COSTA, 2009).

2.2. Compilação dos Dados

Utilizaram-se dados secundários de qualidade da água disponibilizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS (FEPAM, 2018). As coletas de água ocorreram a cada seis meses, no período de 2005 a 2013. Dentre os parâmetros monitorados utilizou-se, a saber: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes (CT), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Cloretos (Cl⁻), Nitrogênio Amoniacal (NH₃), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Turbidez (TH), Temperatura da Água (T_{H2O}) e Sólidos Totais (ST).

As coletas foram realizadas pela FEPAM, sendo que para a realização destas, utilizou-se a metodologia adotada pela CETESB (1987). Os métodos analíticos bem como a preservação das amostras seguiram os procedimentos definidos pelo Standard Methods (APHA, 1998).

2.3. Análise Fatorial/Análise de Componentes principais

Primeiramente os dados de qualidade da água foram normalizados, para que todos apresentassem a mesma unidade de medida, construindo-se, posteriormente, uma matriz de dados expressos por $X = (x_{i,j})$, em que $i = 1 \dots n$ amostragens e $j = 1 \dots p$ variáveis (13). Em seguida, transformou-se a matriz de dados originais em uma matriz de correlações [R] (p x p), sendo que “p” corresponde as variáveis de qualidade da água a serem analisadas.

Através da AF/ACP foi possível transformar o conjunto original das variáveis observadas em um novo conjunto, denominadas Componentes Principais (CP's). Sendo que as três primeiras componentes, devem explicar o máximo de variabilidade total dos dados, de forma que a primeira não esteja correlacionada com a segunda e a segunda não esteja correlacionada com a terceira, e essa não esteja correlacionada nem com a primeira nem com a segunda, e assim sucessivamente, até que as CP's expliquem mais do que 70% da variância total dos dados.

A rotação de fatores pode ocorrer quando a distribuição de variáveis é de difícil interpretação, ou seja, quando as cargas fatoriais se encontram significativamente presentes em dois ou mais fatores originais (F_1, F_2, \dots, F_m) (MINGOTI, 2013; HAIR et al., 2009).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Sendo que com a rotação da matriz fatorial ocorre a redistribuição da variância total dos dados. O objetivo é encontrar fatores mais simples e também mais significativos, que melhore a interpretação dos dados, uma vez que essa rotação reduz ambiguidades que, frequentemente, são encontradas na análise fatorial (CORRAR, PAULO, DIAS FILHO, 2014; HAIR et al., 2009).

Para a normalização dos dados, obtenção da matriz de correlação, bem como a aplicação da AF/ACP, foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as correlações entre as variáveis pH e T_{H2O}; TH e NT; TH e DBO₅; Cl⁻ e ST e; pH e OD.

Tabela 1: Matriz de correlação do Estuário Laguna dos Patos, na Ilha de Torotama.

		Cl ⁻	CT	DBO ₅	PT	NH ₃	NT	OD	pH	ST	T _{H2O}	TH
Cl ⁻	r	1,000										
	p	---										
CT	r	0,328	1,000									
	p	0,233	---									
DBO ₅	r	0,170	0,057	1,000								
	p	0,545	0,841	---								
PT	r	0,192	-0,268	0,179	1,000							
	p	0,493	0,335	0,523	---							
NH ₃	r	-0,331	-0,225	-0,225	0,046	1,000						
	p	0,229	0,421	0,419	0,871	---						
NT	r	-0,314	-0,079	-0,425	0,060	0,177	1,000					
	p	0,254	0,779	0,114	0,831	0,528	---					
OD	r	-0,307	-0,326	0,318	0,063	0,107	0,047	1,000				
	p	0,265	0,236	0,247	0,823	0,705	0,868	---				
pH	r	0,424	0,489	-0,125	0,412	-0,169	0,304	-0,519	1,000			
	p	0,116	0,065	0,657	0,127	0,547	0,272	0,047	---			
ST	r	0,537	0,313	0,192	0,245	-0,288	-0,336	-0,206	0,281	1,000		
	p	0,039	0,255	0,493	0,378	0,298	0,221	0,462	0,311	---		
T _{H2O}	r	0,245	0,443	0,258	0,153	0,011	-0,180	-0,479	0,628	0,369	1,000	
	p	0,378	0,098	0,353	0,585	0,970	0,522	0,071	0,012	0,176	---	
TH	r	-0,086	-0,311	-0,551	0,025	0,464	0,566	-0,053	-0,043	-0,403	-0,506	1,000
	p	0,760	0,259	0,033	0,929	0,082	0,028	0,850	0,879	0,136	0,054	---

Cl⁻: Cloretos; CT: Coliformes Termotolerantes; DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxigênio; PT: Fósforo Total; NH₃: Nitrogênio Amoniacal; NT: Nitrogênio Total; OD: Oxigênio Dissolvido; pH: Potencia Hidrogeniônico; ST: Sólidos Totais; T_{H2O}: Temperatura da Água e TH: Turbidez.

Os parâmetros Cl⁻ e ST apresentam correlação positiva e podem estar relacionados ao processo de dissolução de sais, oriundos de rochas ou de atividades agropecuárias, sendo que os cloretos não apresentam problemas sanitários à água. Em contrapartida, os ST podem abrigar microrganismos causadores de doenças (LIBÂNIO, 2010).

O pH fornece uma indicação sobre as condições de alcalinidade ou acidez da água, sendo influenciado pelas concentrações de gases dissolvidos no manancial. Concentrações baixas de OD



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

indicam, dentre outros, a presença de matéria orgânica, que pode estar associada ao processo de decomposição. Esse processo reduz o pH do meio aquático, tornando-o ácido (HELLER; PÁDUA, 2010).

Por fim, DBO₅ e NT são elementos fundamentais para o metabolismo microbiano. A medida que aumenta a concentração desses elementos, aumenta, também, o crescimento de microrganismos e a turbidez na água (LIBÂNIO, 2010).

3.1. Extração dos Fatores

Na Tabela 2 é possível visualizar os valores da variância total dos dados, sendo que a partir dos dois primeiros fatores foi possível explicar 85,83% da variância total dos dados. Al-Mutairi, Abahussain e Battay (2014) utilizaram-se de três fatores para explicar 58% da variância total dos dados e assim investigar a qualidade temporal e espacial da água, na Baía do Kuwait.

Tabela 2: Fatores encontrados e a explicação da variância da amostra contendo as 11 variáveis de qualidade da água do Estuário Laguna dos Patos, na Ilha da Torotama.

Fator	Variância Total Explicada (%)	Variância Total Acumulada (%)
1	56,353	56,353
2	29,474	85,828
3	14,172	100,000

De posse da variância total dos dados foram extraídas as duas primeiras componentes principais (Tabela 3).

Tabela 3: Componentes principais extraídas da AF, contendo as 11 variáveis de qualidade da água do Estuário Laguna dos Patos, na Ilha de Torotama.

Variável	CP ₁	CP ₂
Cl ⁻	0,891	-0,383
CT	-0,867	-0,471
DBO ₅	-0,776	-0,581
PT	-0,673	0,351
NH ₃	0,958	-0,178
NT	0,693	-0,701
OD	0,889	-0,442
pH	-0,065	0,526
ST	0,031	-0,959
T _{H2O}	-0,877	-0,472
TH	-0,796	-0,525

Observa-se que as variáveis PT e pH não apresentaram carga fatorial significativa, em nenhuma das duas componentes principais extraídas, buscando-se uma melhor reorganização das cargas fatoriais, rotacionando os fatores (VALENTIN, 2012) (Tabela 4).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Tabela 4: Componentes principais extraídas da AF, após a rotação de fatores, contendo as 11 variáveis de qualidade da água do Estuário Laguna dos Patos, na Ilha da Torotama.

Variável	CP ₁	CP ₂
Cl ⁻	0,967	-0,235
CT	0,989	-0,071
DBO ₅	0,347	-0,830
PT	-0,529	0,849
NH ₃	0,007	0,976
NT	-0,318	0,928
OD	-0,982	-0,060
pH	0,674	0,731
ST	0,963	-0,267
T _{H2O}	0,879	-0,323
TH	-0,338	0,939

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, a rotação de fatores maximizou as cargas fatoriais de algumas variáveis e minimizou as cargas de outras (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2014). Desta forma, a carga fatorial do pH e do PT passaram a ser significativas. Sendo assim, nesse manancial nenhuma das variáveis foi retirada do estudo.

Todavia, a CP₁ foi responsável por 56,35% da variância total dos dados, sendo composta pelas variáveis Cl⁻, CT, OD, ST e T_{H2O}; que possivelmente estejam relacionados a despejos domésticos (SPERLING, 2005). Já para a CP₂ é representada pelas variáveis DBO₅, PT, NH₃, NT, pH e TH, sendo responsável por 29,47%, da variância total dos dados, e possivelmente esteja relacionadas as atividades agropecuárias (SPERLING, 2007).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível constatar que a estatística multivariada, pode ser utilizada como ferramenta de monitoramento da qualidade da água, e principalmente para identificar as principais fontes de poluição, o que pode servir de auxílio para a gestão e o monitoramento dos cursos de água.

Agradecimentos

O presente trabalho tem o apoio da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPG Recursos Hídricos) e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

5. REFERÊNCIAS

AL-MUTAIRI, N.; ABAHUSSAIN, A.; EL-BATTAY, A. Spatial and temporal characterizations of water quality in Kuwait Bay. *Marine Pollution Bulletin*, [s.l.], v. 83, n. 1, p.127-131, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.04.009>.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
**meio ambiente,
política & economia**

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20ª ed. Washington: American Public Health Association. APHA/AWWA/WEF, 1998.

ARNDT, A.L. **Diagnóstico hidroquímico das águas superficiais do Arroio Pelotas - Pelotas/ RS**. 2011. 92 f. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós - Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS, 2011.

CAMARGO, R.D.A. et al. Water quality prediction using the QUAL2Kw model in a small karstic watershed in Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.22, n.4, p.486–498, 2010.

CARVALHO, N. C. (2012) - **Avaliação da contribuição das descargas das ETARs de Castelo Branco no rio Ocreza** – Distrito de Castelo Branco. Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior de Tecnologia. X, 88 f.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL- CETESB. 1987. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. CETESB, São Paulo, SP, Brasil.

CORRAR, L. J; P., E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. ed. 5 – Reimpressão. São Paulo: Atlas, 2014. 344 p.

COX, B.A. (2003) A review of dissolved oxygen modelling techniques for lowland rivers. **The Science of the Total Environment**, v. 314-316, p. 303-34.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER – FEPAM. **Monitoramento da qualidade da água da região hidrográfica das bacias litorâneas**. Site oficial da FEPAM. 2018. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor_agua_litoral.asp. Acesso em: 01 mar. 2018.

GOMES, D. M. et al. Estudio del modelamiento de la calidad del agua del río Sinú, Colombia. **Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín**, v. 12, n. 22, p. 33–44, 2013.

GOMÉZ, D. M.; Estudio del modelamiento de la calidad del agua del río Sinú, Colombia. **Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín**, v. 12, n. 22, p. 33–44, jan./jun.2013.

HAIR JR., J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 418 p.

LIBÂNIO, M.. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.

MARANGONI, J. C.; COSTA, C. S. B.. Diagnóstico ambiental das marismas no estuário da lagoa dos patos – rs. **Atlântica**, Rio Grande, v. 1, n. 30, p.85-98, jan. 2009.

MINGOTI, S. A.. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. 2. ed. Minas Gerais: UFMG, 2013. 297 p.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

NOSHADI, M.; GHAFOURIAN, A.. Groundwater quality analysis using multivariate statistical techniques (case study: Fars province, Iran). **Environmental Monitoring and Assessment**, [s.l.], v. 188, n. 7, p.418-431, 18 jun. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-016-5412-2>.

OLIVEIRA, B. et al. Application of QUAL2Kw model as a tool for water quality management: River as a case study. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 10, p. 6197–6210, 2012.

R CORE TEAM, 2018. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistic Computing, Vienna. <http://www.R-project.org/>.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 10.350, 30 de 8 de dezembro de 1994**. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 1994. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/10.350.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

SARDINHA, D. S. et al. Avaliação da capacidade de autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, 329-338. 2008.

SPERLING, M.. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 7 v. 588 p.

SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 7 v. 452 p.

TAVARES, B. S. **Qualidade de água na bacia hidrográfica do rio Una - Pernambuco**. 2014. 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2014. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=78673&folderId=141847&name=DLFE-11996.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2016.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**, 2ª.edição, Editora da UFRGS, Porto Alegre, 1998.

VALENTIN, J. L.. **Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 168 p.

VIEIRA, J. et al. Water quality modelling of Lis River, Portugal. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, n. 1, p. 508–524, 2013.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375