



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

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



TEMA
meio ambiente,
política & economia

FATORES DE INFLUÊNCIA A POLUIÇÃO DO ARROIO CHUÍ

Luana Nunes Centeno – luananunescenteno@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda no PPG em Recursos Hídricos.

Endereço: R. Gomes Carneiro, 01. 96010-610. Balsa, Pelotas - RS, Brasil.

Samanta Tolentino Cecconello – satolentino@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio grandense, Câmpus Pelotas.

Luís Carlos Timm - luisctimm@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Engenharia Rural.

Tirzah Moreira Siqueira - tirzahmelo@hotmail.com

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias.

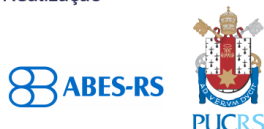
Márcia Farias Aguiar - marciaf.aguiar@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio grandense, Câmpus Pelotas.

Resumo: A qualidade da água este diretamente relacionanda as formas consutivas deste recurso hídrico. Diante disto, este estudo teve o objetivo de inferir sobre as principais fatores de influência do Arroio Chuí, através do emprego de ferramentas de estatística multivariada. Para isto, foram empregados dados secundários de onze parâmetros de qualidade da água disponibilizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Nestes foram aplicadas a técnica de estatística multivariada denominada Análise Fatorial, para geração dos fatores, e posteriormente a Análise de Componentes Principais, para a extração dos fatores. Sendo assim foi possível se ter uma visão global do Arroio Chuí através da extração das duas principais componentes. Posteriormente foi capaz de inferir que a primeira componente estava relacionada a atividades agropecuárias e a segunda com despejos orgânicos, por fim verificou-se através da extração dos escores fatoriais que o PT, seguido respectivamente pelo NH₃, Cl, ST e pH, são os parâmetros de maior influência neste manancial. Possibilitando assim a conclusão de que conforme esperado e descrito na literatura nem sempre o parâmetro OD é o mais importante no monitoramento de qualidade da água.

Palavras-chave: Análise Fatorial, Análise de Componentes Princiapis, Qualidade da Água.

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

FACTORS OF INFLUENCE THE POLLUTION OF CHUÍ RIVER

Abstract: *The quality of the water directly relates to the consutive forms of this water resource. In view of this, this study had the objective infer about the principal factors of influence of the Churio Arrio, through the use of multivariate statistical tools. For this, secondary data of eleven parameters of water quality provided by the State Foundation of Environmental Protection were used. In these, the multivariate statistical technique called Factor Analysis was used to generate the factors, and later the Principal Components Analysis, for the extraction of the factors. Thus, it was possible to have a global view of Arroio Chuí through the extraction of the two main components. Later it was able to infer that the first component was related to agricultural activities and the second one with organic wastes, finally it was verified through the extraction of the factorial scores that the TP, followed respectively by NH₃, Cl⁻, TS and pH, are the parameters of this influence. Thus enabling the conclusion that as expected and described in the literature, the DO parameter is not always the most important in water quality monitoring.*

Keywords: *Factorial Analysis, Principal Component Analysis, Water Quality.*

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são indispensáveis para a sobrevivência e subsistência da vida terrestre. Ao longo dos anos observa-se com maior frequência a importância desse bem, tanto em relação à qualidade como quanto a sua quantidade (MUANGTHONG; SHRESTHA, 2015; NAZIR et al., 2016).

O crescimento populacional e a urbanização aumentam a demanda por recursos hídricos e agravam os problemas relacionados à geração e disposição de efluentes domésticos e industriais, assim como de resíduos sólidos (OGWUELEKA, 2015; BORA; GOSWAMI, 2016; HELLER, PÁDUA, 2010).

A disposição final inadequada desses resíduos favorece seu acúmulo nas tubulações de esgoto e de águas pluviais, que com a precipitação são carregados para pontos mais baixos da rede de drenagem, entupindo-as, provocando enchentes, doenças e poluição das águas.

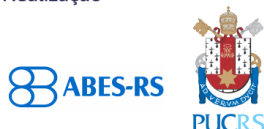
Com a degradação dos recursos hídricos à necessidade de avaliar a qualidade da água a fim de fornecer uma indicação das alterações induzidas pelas atividades antrópicas. Entretanto para realização do monitoramento da qualidade da água é essencial a análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos (CENTENO, 2017).

Contudo quando analisados separadamente os parâmetros físico, químicos e biológicos não é possível obter uma compreensão global do corpo hídrico, principalmente por profissionais de outras áreas do conhecimento, necessitando assim de ferramentas capazes de analisar simultaneamente os parâmetros envolvidos no estudo em questão (GOMES et al., 2014; CENTENO, 2017).

Dentre as inúmeras ferramentas capazes de compilar e analisar simultaneamente diversas variáveis da qualidade da água tem-se a estatística multivariada, esta possui diversas técnicas, dentre elas a análise fatorial (AL-MUTAIRI et al, 2014; GOMÉZ et al., 2014; OLSEN et al., 2012). A análise fatorial é uma técnica de interdependência, na qual busca-se elucidar estruturas pertinentes entre as variáveis da análise (VICINI, 2005).

Esta técnica fornece meios de analisar a estrutura das correlações de uma amostra com inúmeras variáveis, tornando assim conhecida os conjuntos de variáveis altamente correlacionadas entre

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

si, que são denominados de fatores, sendo esses tratados como representantes de dimensões dentro dos dados (HAIR et al., 2009).

Entretanto para a extração e identificação destas novas variáveis aleatórias, se faz necessário utilizar-se de outro método estatístico multivariado, como por exemplo a análise de componentes principais – ACP que é comumente empregada em estudos envolvendo qualidade da água, onde se objetiva extrair as componentes principais geradas e identificar as suas fontes de poluição (GOMES et al., 2014; GOMÉZ et al., 2014). Diante do exposto este estudo teve como objetivo de inferir sobre os principais fatores de influência do Arroio Chuí, através do emprego de ferramentas de estatística multivariada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Área de Estudo

Este estudo foi realizado no Arroio Chuí um pequeno curso de água localizado na fronteira entre o Brasil e o Uruguai, sendo conhecido por ser o ponto extremo sul do Brasil, possui uma extensão de aproximadamente 2,7 quilômetros antes de sua foz (Figura 1). Segundo a Fundação estadual de O arroio nasce num pequeno pântano no município de e Santa Vitória do Palmar e, inicialmente, corre de norte para sul (FEPAM, 2018) . Atravessando o município do Chuí, o arroio muda sua direção para leste, passando abarcar, então, a fronteira do Brasil com o Uruguai até desaguar no oceano Atlântico junto à Praia da Barra do Chuí, balneário de Santa Vitória do Palmar, tendo na margem uruguaia a povoação de Barra del Chuy.

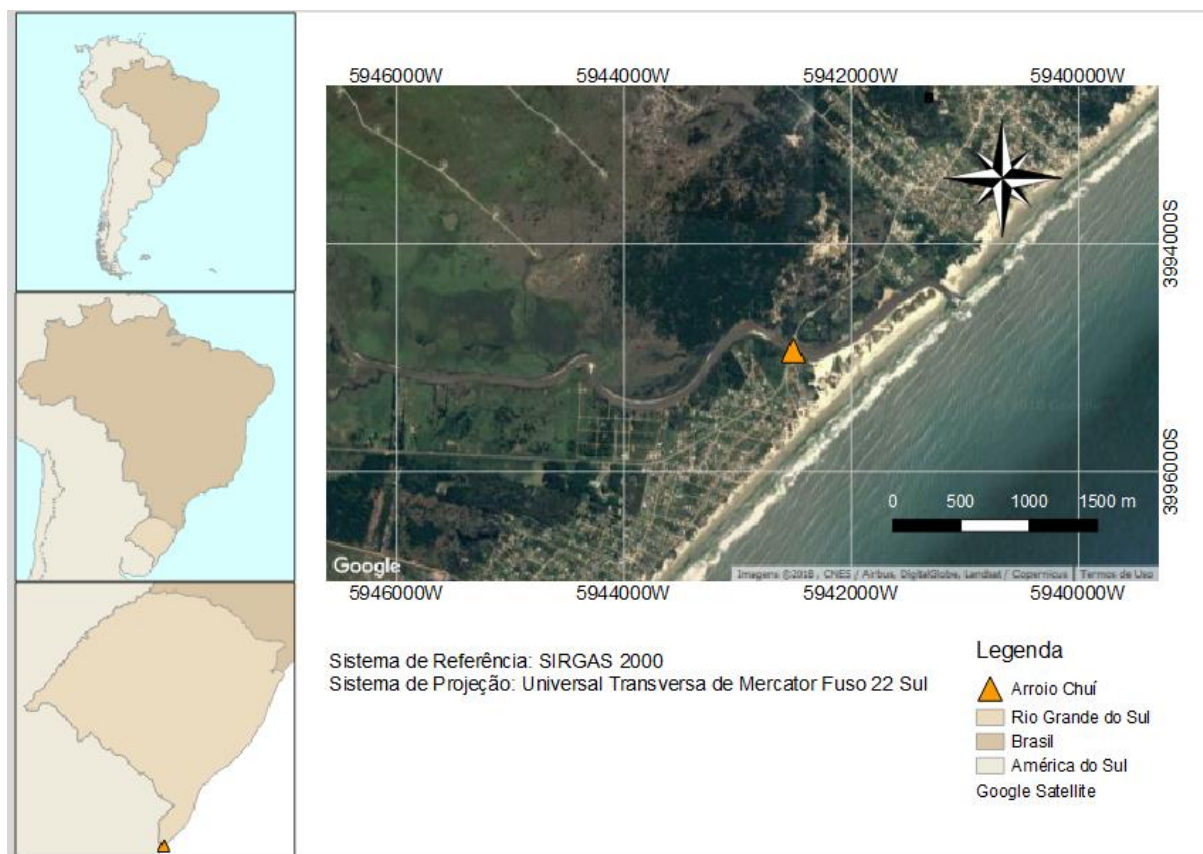


Figura 1: Mapa de localização do Arroio Chuí

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

Sendo que o ponto empregado neste estudo denominado pela FEPAM de GER 69, esta localizado na longitude oeste de 68° 28' 12" e latitude sul de 87 16' 14". Este manancial no que tange a economia, suas disponibilidade para as principais são para a agricultura, com destaque ao arroz e à soja, e a pecuária, com relevância para a produção bovina de corte e ovina de lã (FEPAM, 2018).

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). As coletas de água ocorreram a cada seis meses, no período de 2005 a 2013. Sendo que dentre os parâmetros monitorados das regiões hidrográficas 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 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. Escalonamento dos dados

O escalonamento dos dados foi realizada para cada variável em cada ponto separadamente através do método do desvio padrão, pois os mesmos apresentam unidades de medidas distintas havendo necessidade de ponderação de cada indicador de qualidade dentro de sua respectiva massa de dados. Na análise fatorial quando se escolhe obter a matriz através do método de correlação os dados devem apresentar-se escalonados.

O escalonamento dos parâmetros de qualidade da água seguindo a metodologia da média foi realizado subtraindo-se os desvios em relação à média de cada variável, por seu desvio padrão, conforme a equação 1 (HAIR, 2009).

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S(\bar{X}_j)} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo:

Y_{ij}: variável escalonada;

S (X_j): desvio padrão e;

X_{ij}: concentração da variável original;

\bar{X}_j : média da variável.

Os dados após serem escalonados foram expressos em forma de matriz por X = (X_{ij}), onde i = 1, 2, ..., n número de amostras e j = 1, 2, ...p variáveis.

2.4. Análise Fatorial/ Análise de Componentes Principais

Empregou-se a Análise Fatorial (AF), para identificar os parâmetros de maior importância para o trecho estudado do Arroio Chuí, através da extração dos pesos de cada parâmetros. Iniciou-se a AF através da transformação das matrizes de dados originais escalonados em matrizes de correlações [R] (pxp), sendo que “p” corresponde as 11 variáveis de qualidade da água a serem analisadas (CORRAR, PAULO, DIAS FILHO, 2014).

Nestas matrizes de correlação como a própria denominação sugere são observadas as intercorrelações existente entre as variáveis estudadas (FERREIRA, 2010). As decomposições destas matrizes de correlação deram origem aos fatores bem como os escores fatoriais, que posteriormente foram extraídos através da Análise de Componentes Principais (ACP) (HAIR, 2009).

Realização

ABES-RS



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

Para a escolha de quantos fatores seriam extraídos da AF, fez uso da análise da porcentagem da variância explicada onde se objetiva explicar o máximo da variância total dos dados através de poucas componentes principais (HAIR et al., 2009). Porém, deve-se levar em consideração que a CP_1 não esteja correlacionada com a CP_2 e a CP_2 não esteja correlacionada com a CP_3 , e esta não esteja correlacionada nem com a primeira nem com a segunda componente, e assim sucessivamente, até que as CP_s expliquem mais de 70% da variância total dos dados (HAIR et al., 2009; BERTOSI et al., 2013). O software R foi utilizado para as análises multivariadas (R Core Team, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das informações obtidas em função do ponto GER 69, a matriz de dados Escalonados deu origem a matriz de correlação (Tabela 1), sendo que na cor vermelha estão destacados os coeficientes de correlação significativos ($p < 0,05$). Observam-se correlações significativas entre as variáveis de qualidade de água Cl^- e ST ; Cl^- e PT ; DBO_5 e TH ; OD e pH ; pH e TH ; PT e ST ; CT e pH ; OD e TH ; e DBO_5 e T_{H_2O} .

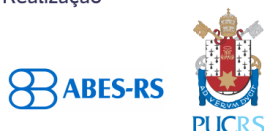
Os cloretos se encontram presentes na água na forma de sólidos dissolvidos, oriundos, normalmente, da dissolução de minerais e águas utilizadas para irrigação. Quando ocorre o uso e manejo inadequado do solo, os ST são lixiviados, podendo ser a justificativa para a correlação entre os Cl^- e os ST (PRADO; TURETA; ANDRADE, 2010).

Já as variáveis Cl^- e PT encontram-se presentes na água, nas formas de sólidos dissolvidos, sendo normalmente originários de fertilizantes inorgânicos, que são lixiviados até os mananciais, em áreas agrícolas (LIBÂNIO, 2010).

A correlação entre o pH e a TH ocorre em função da variação do pH , o qual influencia no equilíbrio de compostos químicos, que conseqüentemente, afeta o processo de coagulação natural nos corpos hídricos. O processo de coagulação visa agrupar os sólidos em suspensão presentes na água, acarretando em uma diminuição da TH (SPERLING, 2007).

Na seqüência, a correlação da T_{H_2O} com DBO_5 pode estar relacionada às taxas de reações físicas e químicas, pois uma vez que ocorre a elevação da temperatura, aumentam as taxas de reações química (BARBOSA, 2014).

Realização



Correalização



Informações:

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



Tabela 1: Matriz de correlação do Arroio Chuí

		Cl ⁻	CT	DBO ₅	PT	NH ₃	NT	OD	pH	ST	T _{H2O}	TH
Cl ⁻	r	1,000										
	p	---										
CT	r	-0,246	1,000									
	p	0,377	---									
DBO ₅	r	-0,305	-0,020	1,000								
	p	0,268	0,944	---								
PT	r	0,786	-0,126	-0,091	1,000							
	p	0,001	0,654	0,747	---							
NH ₃	r	0,156	0,343	0,040	0,089	1,000						
	p	0,579	0,210	0,888	0,752	---						
NT	r	-0,298	0,405	0,065	-0,376	-0,098	1,000					
	p	0,281	0,134	0,818	0,167	0,728	---					
OD	r	0,006	-0,453	-0,179	-0,298	-0,051	0,009	1,000				
	p	0,982	0,090	0,523	0,280	0,857	0,973	---				
pH	r	0,145	-0,583	-0,171	-0,171	-0,140	-0,011	0,683	1,000			
	p	0,606	0,023	0,543	0,543	0,619	0,968	0,005	---			
ST	r	0,948	-0,234	-0,313	0,587	0,177	-0,275	0,050	0,154	1,000		
	p	0,000	0,401	0,256	0,021	0,527	0,322	0,860	0,584	---		
T _{H2O}	r	0,311	-0,165	-0,546	-0,024	0,171	-0,184	0,125	0,150	0,389	1,000	
	p	0,259	0,558	0,035	0,933	0,542	0,510	0,656	0,594	0,151	---	
TH	r	-0,280	0,456	0,719	0,005	0,093	0,245	0,574	-0,650	-0,265	-0,426	1,000
	p	0,312	0,087	0,003	0,986	0,741	0,380	0,025	0,009	0,340	0,113	---

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.

A correlação entre os CT e o pH pode ser explicada, em função da associação dos CT com os excrementos de animais de sangue quente, oriundos, provavelmente do lançamento de esgotos domésticos, com característica ácida, o que contribui para a diminuição do pH do manancial (TUCCI, 2005).

Já a correlação positiva entre OD e TH pode estar associada ao crescimento de algas, que produz oxigênio dissolvido, pelo processo de fotossíntese; a medida em que há proliferação de algas, há um aumento na turbidez da água (LIBÂNIO, 2010).

3.1. Extração dos Fatores

Os dois primeiros fatores permitiram explicar 78,92% da variância total dos dados (Tabela 2). Já Bilgin e Konanç (2016), utilizaram quatro fatores para explicar 61,70% da variância total dos dados, para então conseguirem identificar as fontes de poluição de um rio na Turquia. Entretanto Noshadi e Ghafourian (2016), com apenas três fatores, conseguiram explicar 80% da variância total dos dados de qualidade da água, de poços da província de Fars, no sul do Irã.



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

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



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Tabela 2: Fatores encontrados e a explicação da variância da amostra contendo as 11 variáveis de qualidade da água do Arroio Chuí

Fator	Variância Total Explicada (%)	Variância Total Acumulada (%)
1	51,800	51,800
2	27,120	78,920
3	21,080	100,000

De posse da variância total dos dados extraiu-se as duas primeiras componentes principais (Tabela 3). Verifica-se que a CP₁ foi composta pelas variáveis Cl⁻, CT, NT, ST, T_{H2O} e TH, representando aproximadamente 52,00%, da variância total dos dados. Já a segunda componente explica 27,00% da variância total dos dados e foi formada pelas variáveis DBO₅, PT, NH₃ e OD. Sendo que a CP₁, possivelmente esteja relacionada a atividades agropecuárias, por conseguinte a CP₂, esteja mais relacionada a despejos domésticos recentes.

Tabela 3: Componentes principais extraídas da AF, contendo as 11 variáveis de qualidade da água do Arroio Chuí

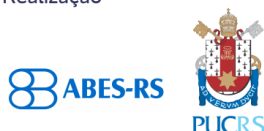
Variável	CP ₁	CP ₂
Cl ⁻	-0,879	0,408
CT	-0,904	-0,179
DBO ₅	-0,690	0,705
PT	-0,224	0,718
NH ₃	-0,550	-0,757
NT	0,809	0,015
OD	-0,314	-0,860
pH	-0,724	0,106
ST	-0,779	0,576
T _{H2O}	-0,867	-0,124
TH	0,925	0,370

Cl⁻: Cloretos; CT: Coliformes Termotolerantes; PT: Fósforo Total; NH₃: Nitrogênio Amoniacoal; NT: Nitrogênio Total; OD: Oxigênio Dissolvido; pH: Potencia Hidrogeniônico; ST: Sólidos Totais; T_{H2O}: Temperatura da Água e TH: Turbidez. CP₁: Primeira Componente Principal e CP₂: Segunda Componente Principal.

3.2. Extração dos Escores Fatoriais

Através da Tabela 4 é possível observar os dois escores fatoriais extraídos da análise fatorial, sendo utilizado como indicador das variáveis de maior influência para este manancial

Realização



Correalização



Informações:

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



Tabela 4: Escores fatoriais extraídos da análise fatorial contendo as 11 variáveis analisadas do Arroio Chuí

Variável	Escores Fatoriais	
	1	2
Cl ⁻	-0,114	-0,238
CT	-0,106	-0,093
DBO ₅	0,152	0,018
PT	-0,053	-0,301
NH ₃	-0,064	0,246
NT	0,147	-0,041
OD	-0,070	0,103
pH	-0,100	0,200
ST	-0,116	-0,240
T _{H2O}	-0,144	0,039
TH	-0,151	0,115

Cl⁻: Cloretos; CT: Coliformes Termotolerantes; 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.

Na Tabela 5 estão apresentados a compilação dos coeficientes dos escores fatoriais resultado dos maiores escores fatoriais para cada uma das variáveis.

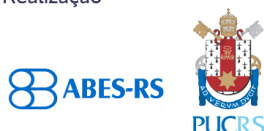
Tabela 5: Escores fatoriais utilizados e calibrados para a construção do IQA_{CHUI} comparados com os pesos utilizados pela CETESB

Variável	Escores fatoriais
Cl ⁻	0,24
CT	0,11
DBO ₅	0,15
PT	0,30
NH ₃	0,25
NT	0,15
OD	0,10
pH	0,20
ST	0,24
T _{H2O}	0,14
TH	0,15

Cl⁻: Cloretos; CT: Coliformes Termotolerantes; 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.

Sendo assim é possível observar que as variáveis de maior influencia para este manancial é o PT, seguida respectivamente pelo NH₃, Cl⁻, ST e pH.

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**

Entretanto esperava-se que a variável OD, por estar relacionada a capacidade de autodepuração do manancial, na caracterização dos efeitos da poluição nos corpos hídricos, sendo assim de fundamental importância para a existência dos seres aquáticos aeróbicos (SPERLING, 2007). se apresentasse como a variável de maior importância contudo não ocorreu conforme o esperado uma vez que cada manancial tem suas especificidades, ou seja, apresentam diferentes características hidráulicas, formação sedimentar, uso e ocupação do solo, dentre outros fatores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo foi possível concluir que quando se realizar um monitoramento na qualidade da água deste manancial torna-se imprescindível a inclusão dos parâmetros de maior influencia, PT, seguido respectivamente pelo NH₃, Cl⁻, ST e pH, que estão aquém do que sugere a literatura. Bem como ressalta a importância do emprego de ferramentas robustas de estatística para uma análise mais profunda das características específicas de cada manancial.

Agradecimentos

O presente trabalho tem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPG Recursos Hídricos).

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>.

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.

BARBOSA, V.. **A última gota**. São Paulo: Planeta do Brasil Ltda., 2014. 156 p.

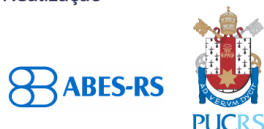
BERTOSSI, A. P. A. et al. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando estatística multivariada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p.2025-2036, set. 2013. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359>.

BILGIN, A.; KONANÇ, M. U.. Evaluation of surface water quality and heavy metal pollution of Coruh River Basin (Turkey) by multivariate statistical methods. **Environmental Earth Sciences**, [s.l.], v. 75, n. 12, p.1029-1047, jun. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-016-5821-0>.

BORA, M.; GOSWAMI, D. C.. Water quality assessment in terms of water quality index (WQI): case study of the Kolong River, Assam, India. **Applied Water Science**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.1-11, 27 jul. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s13201-016-0451-y>.

CENTENO, Luana Nunes. **Proposta metodológica para a construção de um índice de qualidade da água na bacia hidrográfica Piratini-São Gonçalo e Mangueira, RS**. 2017. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ppg em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

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**

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1987. **Guia de coleta e preservação de amostras de água.** CETESB, São Paulo, SP, Brasil.

CORRAR, L. J.; PAULO, 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.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Estatística multivariada.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2011. 662 p.

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, A. I. et al. Optimization of river water quality surveys by multivariate analysis of physicochemical, bacteriological and ecotoxicological data. **Water Resources Management**, v. 28, n. 5, p. 1345–1361, 2014.

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.

MUANGTHONG, S.; SHRESTHA, S.. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: case study of the Nampong River and Songkhram River, Thailand. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s.l.], v. 187, n. 9, p.548-560, 2 ago. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-015-4774-1>.

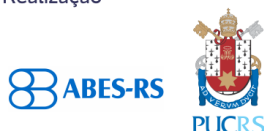
NAZIR, H. M.t al. Classification of drinking water quality index and identification of significant factors. **Water Resources Management**, [s.l.], v. 30, n. 12, p.4233-4246, 21 jul. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-016-1417-4>.

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>.

OGWUELEKA, T. C.. Use of multivariate statistical techniques for the evaluation of temporal and spatial variations in water quality of the Kaduna river, Nigeria. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s.l.], v. 187, n. 3, p.137-154, 24 fev. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-015-4354-4>.

OLSEN, R. L.; CHAPPELL, R. W.; LOFTIS, J. C. Water quality sample collection, data treatment and results presentation for principal components analysis - literature review and Illinois river watershed case study. **Water Research**, v. 46, n. 9, p. 3110–3122, 2012.

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**

PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 419 p.

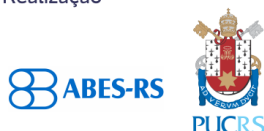
R Core Team, 2013. R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistic Computing, Vienna. <http://www.R-project.org/>.

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

TUCCI, C. E. M.. **Gestão de águas pluviais urbanas.** Porto Alegre: Ministério das Cidades, 2005. 192 p.

VICINI, L; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática.** Santa Maria: Biblioteca Central da UFSM, 2005. 215 p.

Realização



Correalização



Informações:

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