

## UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CANAL SÃO GONÇALO

SAMANTA TOLENTINO CECCONELLO<sup>1</sup>; LUANA NUNES CENTENO<sup>1</sup>;  
DIULIANA LEANDRO<sup>1</sup>; MAURIZIO QUADRO<sup>1</sup>; ROGÉRIO CAMPOS<sup>1</sup>; ROBSON  
ANDREAZZA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [satolentino@gmail.com](mailto:satolentino@gmail.com); [luananunescenteno@gmail.com](mailto:luananunescenteno@gmail.com);  
[diuliana.leandro@gmail.com](mailto:diuliana.leandro@gmail.com); [mausq@hotmail.com](mailto:mausq@hotmail.com); [rogerio.c.campos@hotmail.com](mailto:rogerio.c.campos@hotmail.com) ;  
[robsonandreaazza@yahoo.com.br](mailto:robsonandreaazza@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais na zona urbana são geralmente decorrentes do processo de urbanização. Os processos de urbanização e as atividades industriais são importantes agentes poluidores pontuais, pois contribuem com o lançamento de águas residuárias nos corpos hídricos (TUCCI, 2012).

POLETO (2014) em seu estudo reafirma a contribuição de esgotos nos mananciais superficiais ao relatar que no Brasil apenas 70% dos esgotos são coletados e tratados antes de serem lançados nos mananciais superficiais. Este fato além de alterar a qualidade da água, pode ocasionar riscos à saúde da população.

Por isso, é extremamente necessário, avaliar a adequação da água para os usos pretendidos; fornecer uma indicação das alterações provocadas pelas atividades antrópicas, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas e compreender os processos naturais de uma bacia hidrográfica, mas para realização destas ações de controle ambiental se faz necessário o monitoramento da qualidade da água de cada manancial (SOUZA, 2015).

Uma das ferramentas desenvolvidas para auxiliar, no monitoramento das variáveis limnológicas de qualidade da água é a estatística multivariada, pois esta se utiliza de técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação (HAIR et al., 2009).

Dentre as técnicas multivariadas empregadas em estudos ambientais se encontra a Análise de Agrupamentos (AA), que têm como finalidade principal agrupar os objetos se baseando na similaridade das características que eles possuem; tornando possível assim a identificação das principais fontes de poluição nos corpos d'água e facilitando o processo de interpretação dos dados de qualidade da água (MUSTONEN et al., 2008; OLSEN; CHAPPEL; LOFTIS, 2012).

Diante disto, este trabalho teve como objetivo utilizar a análise de agrupamentos para tentar reduzir o número de variáveis limnológicas de qualidade da água, bem como identificar as possíveis fontes de poluição do Canal São Gonçalo.

### 2. METODOLOGIA

#### 2.1. Caracterização da Área

Neste estudo foram utilizados pontos monitorados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler – FEPAM, localizados na Região da

Bacia Litorânea, inseridos na Bacia Hidrográfica Piratini - São Gonçalo – Mangueira, mais especificamente no Canal São Gonçalo (FEPAM, 2016).

Os referidos pontos são denominados GER 46 e GER 47, e possuem respectivamente as coordenadas geográficas: Latitude  $-31^{\circ}41'40.543''$  Sul; Longitude  $-52^{\circ}23'16.264''$  Oeste e Latitude  $-31^{\circ}46'27.901''$  Sul; Longitude  $-52^{\circ}17'24.601''$  Oeste. No entorno dos pontos, há atividades de extração de areia, condomínios residenciais, indústrias, clubes, lavouras e criação de animais.

## 2.2. Base de Dados

A FEPAM, realizou o monitoramento dos recursos hídricos da zona costeira do Rio Grande do Sul, no período de 1992 à 2013, através do Programa de Gerenciamento Costeiro - PROGERCO (FEPAM, 2016).

As coletas de água ocorreram a cada seis meses pela própria instituição, sendo que para a realização das mesmas utilizou a metodologia adotada pela CETESB (1987). Os métodos analíticos bem como a preservação das amostras seguiram os procedimentos definidos pelo Standard Methods (APHA, 2005).

Neste trabalho optou-se por realizar uma análise temporal entre os anos de 2005 a 2013. Os parâmetros utilizados neste estudo foram: cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\text{DBO}_{5^{20}}$ ), condutividade elétrica (CE), coliformes termotolerantes (CT), fósforo total (PT), Nitrogênio Amoniacal ( $\text{NH}_3$ ), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (TH), pH, temperatura da água ( $\text{TH}_2\text{O}$ ), temperatura do ar ( $T_{\text{AR}}$ ) e sólidos totais (ST), pois os mesmos apresentaram baixo percentual de falhas amostrais durante a compilação da série temporal.

## 2.3. Análise de Agrupamentos

Através da análise de agrupamentos foi possível identificar e agrupar levando em consideração a homogeneidade, as variáveis de qualidade da água monitorada nos dois pontos do Canal São Gonçalo.

As variáveis de qualidade da água utilizadas neste estudo, apresentam valores reais e unidades de medidas distintas, sendo possível a adoção de uma medida de distância com propriedades métricas. Para realizar a análise de agrupamentos não é possível estabelecer inicialmente um número desejável de grupos a serem formados, pois dependerá da medida de distância adotada. Neste estudo após normalizar os dados, utilizou-se a distância Euclidiana para medir a similaridade entre as variáveis estudadas (VICINI; SOUZA, 2005), sendo o método de ligação adotado o de Ward's. Segundo Hair et al. (2009), o método de Ward também chamado de Mínima Variância, utiliza a medida de similaridade para aglomerar agrupamentos, que são calculados através da soma de quadrados entre dois agrupamentos acrescentados sobre todas as variáveis.

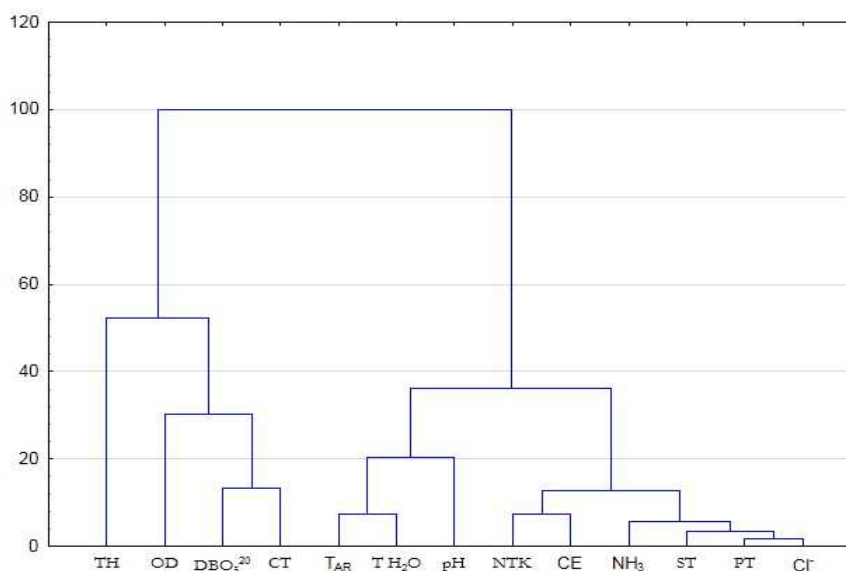
O ponto de corte do dendograma vertical ocorreu em 80%, pois a partir desse ponto se encontra uma maior heterogeneidade dentre os grupos formados (CORRAR, PAULO, DIAS FILHO, 2014).

O dendograma vertical formado foi lido da direita para a esquerda, nas quais o eixo das ordenadas indica a distância entre os grupos e a posição da reta na escala, o eixo das abscissas representa os grupos unidos por ordem decrescente de semelhança (VICINI; SOUZA, 2005; HAIR et al., 2009). Para a obtenção dos dendogramas fez-se uso do software Statistica®, versão 7.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

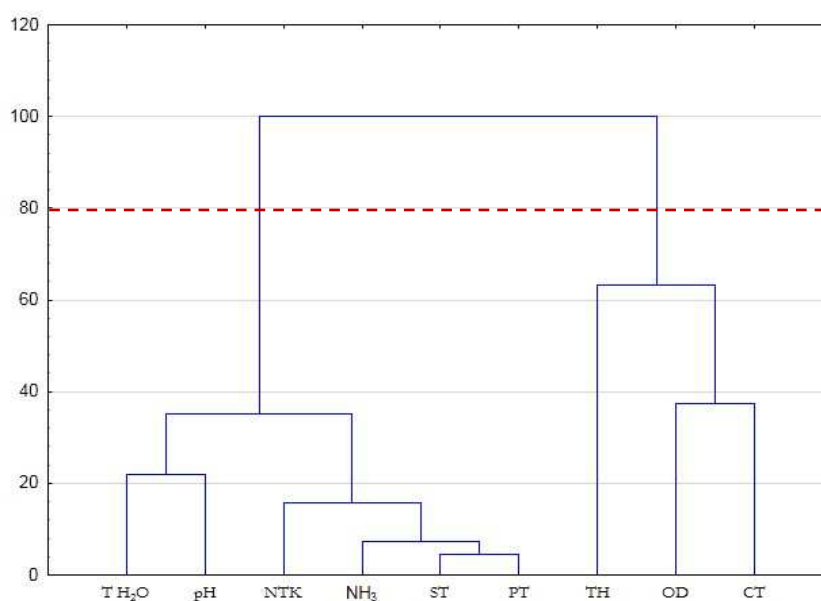
Ao aplicarmos a AA, se observou a formação de um dendograma com as 13 variáveis iniciais (Figura 1).

Figura 1: Dendograma formado com 13 variáveis de qualidade da água.



Através da análise do dendograma (Figura 1) se observou que ocorreu similaridade entre as variáveis PT e Cl<sup>-</sup>; NTK e CE; TAR e TH<sub>2</sub>O; DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> e CT, portanto, optou-se em retirar DBO<sub>5</sub><sup>20</sup>, Cl<sup>-</sup>, CE e TAR, pois possuem a mesma representação dentro do cluster (VICINI; SOUZA, 2005). As variáveis retiradas foram escolhidas levando em consideração os custos e o tempo necessário para a realização das análises laboratoriais. Após a retirada das referidas variáveis obtivemos um novo dendograma, conforme pode ser observado na Figura 2

Figura 2: Dendograma formado após a retirada de variáveis.



O dendograma da Figura 2 indicou a formação de dois grupos homogêneos, sendo que o primeiro grupo possui como variáveis de qualidade de água: CT, OD e TH, já o segundo grupo é formado pelas variáveis TH<sub>2</sub>O, pH, NTK, NH<sub>3</sub>, ST e

PT. Os atributos do grupo 1 estão relacionados aos processos erosivos que ocorrem nas margens do manancial, a ressuspensão de sedimentos do fundo do corpo d'água e ao lançamento de esgotos domésticos (SPERLING, 2005). Já o segundo grupo estaria associado ao manejo inadequado do solo, a uma possível adubação e consequente lixiviação dos nutrientes, bem como lançamento de efluentes industriais (LIBÂNIO, 2010; SPERLING, 2005).

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que através da análise de agrupamentos foi possível retirar variáveis que apresentaram similaridade dentro do mesmo grupo, gerando assim um novo dendograma, onde foi possível identificar as possíveis fontes de poluição do Canal São Gonçalo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. APHA/AWWA/WEF, 2005.
- CORRAR, J., L.; PAULO, E.; DIAS FILHO, M. J. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2014. 586 p.
- HAIR, J. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas: Átomo, 2010.
- FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER-RS. **Monitoramento da qualidade da água da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas**, 2016. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor\\_agua\\_litoral.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor_agua_litoral.asp)>. Acesso em: 28 jun. 2016.
- MUSTONEN, S. M. et al. Evaluating online data of water quality changes in a pilot drinking water distribution system with multivariate data exploration methods. **Water Research**, v. 42, n. 10-11, p. 2421–2430, 2008.
- 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. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.03.028>>. Acesso em: 12 jun. 2016.
- POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2014. 272 p.
- SOUZA, M. F. **Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/Brasil - uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos**. 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2015.
- SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA - UFMG, v. 1, 2005. 452 p.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 943 p.
- VICINI, L; SOUZA, A. M. **Análise Multivariada da Teoria à Prática**. Santa Maria: Biblioteca Central da Ufsm, 2005. 215 p..