



CORRELAÇÕES ENTRE ALTURA PLUVIOMÉTRICA, VAZÃO E CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES E METAIS EM ÁGUAS DO RIBEIRÃO CACHOEIRA, SP

**Palavras-Chave: RIBEIRÃO-CACHOEIRA, CONCENTRAÇÃO-DE-NUTRIENTES-E-METAIS,
PARAMETROS-DE-QUALIDADE**

Autores/as:

MARIA GABRIELA SANTOS BEDRAN GAUY, IG – UNICAMP

Prof. Dr. ALFREDO BORGES DE CAMPOS (Orientador), IG - UNICAMP

Prof. Dr. RICARDO PEROBELLI BORBA (Co-Orientador), IG- UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Nutrientes e metais podem se tornar poluentes em águas fluviais. O entendimento de fatores que interferem nas variações de concentrações de nutrientes e metais em cursos fluviais é importante para se prever cenários de contaminação de águas superficiais. A presente pesquisa objetiva determinar correlações existentes entre variações temporais na altura pluviométrica, vazão e concentrações de nutrientes e metais em águas do ribeirão Cachoeira, afluente do rio Atibaia na zona de captação de águas de abastecimento de Campinas. Dados de pluviometria, fluviometria e de concentrações de nutrientes e metais serão adquiridos remotamente e analisados por meio de estatística multivariada, regressão linear ou PCA para se determinar as correlações entre variáveis.

A problemática refere-se ao estudo de poluentes de origem inorgânica e orgânica que podem alcançar os cursos fluviais em áreas rurais por meio de escoamento superficial e erosão do solo, impactando assim a qualidade das águas de abastecimento. O escoamento superficial, a erosão do solo e o transporte de poluentes que ocorrem em cursos fluviais tropicais, em geral, tem forte associação com a dinâmica climática, particularmente com a distribuição temporal das precipitações. Sabe-se que a frequência de chuvas pode promover aumento ou diminuição do escoamento superficial, erosão do solo e transporte de poluentes influenciando assim a qualidade das águas (Casalí et al., 2008; Rodrigues et al., 2018).

METODOLOGIA:

A presente pesquisa irá investigar por meio de análise estatística de dados a associação existente entre a distribuição temporal das precipitações e alterações nas vazões e concentrações de nutrientes e metais em águas do Ribeirão Cachoeira, afluente do rio Atibaia - localizado na zona de captação das águas de abastecimento de Campinas - no seu curso superior que drena áreas rurais com uso agrícola. E determinar correlações existentes entre variações temporais de parâmetro de precipitação (altura pluviométrica) e alterações em parâmetro fluviométrico (vazão) e concentrações de nutrientes e metais em águas do Ribeirão Cachoeira.

Para a perspectiva geral de progressão do projeto, tem-se aquisição ao banco de dados abertos do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Identificou-se por meio do sistema de informação InfoÁGUAS (CETESB) as informações das estações de monitoramento e das estações pluviométricas e fluviométricas que serão utilizadas no estudo; definição do intervalo temporal de interesse com base nos dados das estações selecionadas; análise da consistência dos dados adquiridos; cálculo dos Índices de Qualidade de Água (CETESB) para todos os meses e anos de cada estação de monitoramento e realização das análises exploratórias dos dados referentes aos parâmetros de qualidade de água por meio do teste de coeficiente de correlação de Pearson. Pelo acesso ao portal da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foi feito o download das séries completas dos dados brutos e em seguida a filtragem e consistência dos parâmetros de interesse das 3 estações de monitoramento de qualidade de água superficial localizadas no ribeirão Cachoeira, sendo estas a CACH00500, CAXO02800 e CACH00892, seguindo a nomenclatura original do banco de dados.

As estações de monitoramento estão localizadas em pontos/localizações diferentes do ribeirão. A CACH00892 consiste em uma única medição em Maio de 2015, realizada no Reservatório Cachoeira, por ser uma medida única é de pouca relevância para a análise estatística sendo então descartada. Já as outras estão localizadas, respectivamente, na montante e jusante da bacia (Figura 1). A mais próxima da nascente está em um ambiente rodeado de loteamentos de reservas florestais e de prática agrícola, em contrapartida a estação da foz situa-se após um nicho urbano e industrial, indicando uma diferença de ambiente e assim consequentemente de poluentes presentes.

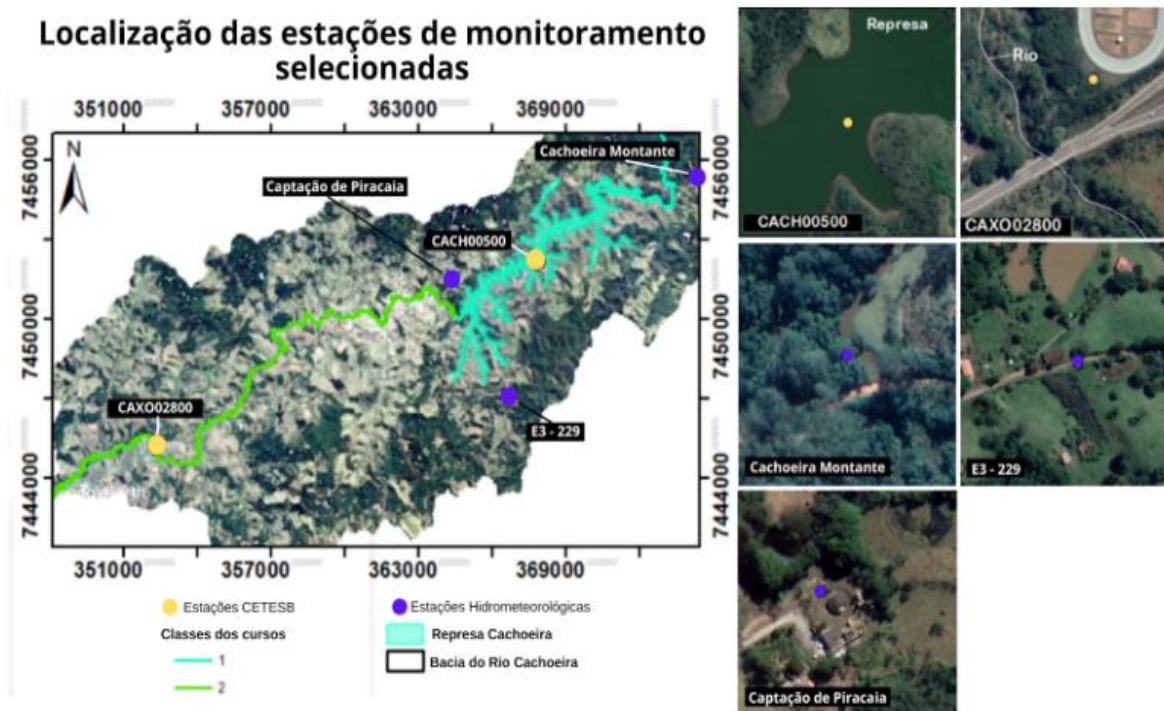


Figura 1: Mapa da bacia do Rio Cachoeira com a localização das estações de monitoramento de parâmetros de qualidade (CACH00500 e CAXO02800), em amarelo, e de dados hidrometeorológicos (E3 - 229, Cachoeira Montante e Captação de Piracaiá) em azul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As medidas-resumo médias, modas, medianas, valores máximos e mínimos e desvio-padrão de cada um dos parâmetros de nutrientes e metais foram calculadas, considerando diferentes intervalos temporais possibilitando a síntese geral do comportamento dos dados analisados. Obtendo um parecer abrangente da variação temporal e espacial na qualidade da água da bacia Cachoeira. Com a análise da variação temporal, espacial e sazonal da qualidade da água no Rio Cachoeira, foram calculados os Índices de Qualidade das Águas (IQA) referentes a cada uma das amostras.

Ao analisar o ano e o mês, percebe-se que a maioria dos resultados foi classificada como “ótima” para a água do Reservatório Cachoeira, onde está localizada a estação CACH00500. Quanto à análise do site de monitoramento CAXO02800 localizado na cidade de Piracaiá, os resultados observados foram classificados principalmente como "bons". Os resultados classificados como regulares e ruins foram minoria e só apareceram na análise com referência ao CAXO02800. Não foram obtidos resultados para nenhuma estação classificada como "péssima".

O PCA é uma técnica de análise estatística que tem como objetivo reduzir o conjunto de dados iniciais com a menor perda possível de informação, de acordo com Hongyu et al. (2015). Os dados são agrupados de acordo com o seu comportamento dentro da população de variáveis, explicando assim a

variação dos dados. A partir desta diretriz, decide-se realizar o PCA entre as vazões de ambas estações, a precipitação e os parâmetros inorgânicos (nutrientes e metais).

CAXO02800 geral					
		PC 1	PC 2		
		40.16%	17.78%		
Variável	Autovalores	Autovetores	Autovetores	Porcentagem de variância	Acumulativa
pH	3,21283	-0,13125	0,28897	40.16%	40.16%
temp_agua	1,42272	0,01226	0,38706	17.78%	57.94%
ST	1,01683	0,43247	0,39713	12.71%	70.65%
OD	0,96481	-0,38654	0,36397	12.06%	82.71%
DBO	0,70254	0,42621	-0,22645	8.78%	91.50%
N_total	0,32234	0,12413	-0,53862	4.03%	95.53%
P_total	0,25777	0,43314	0,36737	3.22%	98.75%
EColi	0,10016	0,51138	0,01246	1.25%	100.00%
Score		4,01929	2,65845		

CACH00500 geral					
		PC 1	PC 2		
		23.33%	18.11%		
Variáveis	Autovalores	Autovetores	Autovetores	Porcentagem de Variância	Acumulativa
pH	1,86668	-0,56058	0,32643	23.33%	23.33%
temp_agua	1,44905	-0,25302	0,42433	18.11%	41.45%
ST	1,24283	0,12215	0,02929	15.54%	56.98%
OD	1,01456	-0,2004	0,34329	12.68%	69.66%
DBO	0,87652	0,02514	-0,54916	10.96%	80.62%
N_total	0,70351	0,49679	0,16144	8.79%	89.41%
P_total	0,63619	0,46414	0,46108	7.95%	97.37%
EColi	0,21066	0,32217	0,23332	2.63%	100.00%
Score		0,79168	1,21175		

Figura 2-Resultados obtidos para análise de componentes principais dos 9 parâmetros utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas

Percebe-se então pelo cálculo que a estação CACH00500 possui dos dados de vazão correlacionados diretamente com os nutrientes, principalmente fósforo (Coeficiente de Correlação- CP: 0,98) e nitrogênio amoniacal (CP: 0,98), bem como nitrogênio total (CP: 0,64). Isso não é observado na estação CAX02800, onde os nutrientes têm baixa correlação ou ainda correlação fraca indireta com a vazão, possuindo uma correlação de CP= 0,32 entre fósforo e vazão, CP: -0,26 com nitrogênio total e CP: -0,46 com nitrogênio amoniacal. Esta diferença é explicada tanto por questões topográficas de vazões efetivas (analisada de forma indireta), quanto pela diferença de ambiente das duas estações.

CONCLUSÕES:

O uso da Análise de Componentes Principais (PCA) visa determinar os parâmetros de qualidade como parte do IQA que têm maior impacto nos resultados observados com o índice de qualidade. Esta técnica é muito sensível a populações com grandes quantidades de dados perdidos. Devido à escassez de dados envolvendo IgQAs mensais e anuais, a análise de componentes principais é limitada a populações de dados gerais que consideram todas as amostras (incluindo todos os anos e meses para ambas as estações) e todas as amostras das estações separadamente - os resultados obtidos pela técnica dos componentes principais, os respectivos autovalores e porcentagens da variância e sua interpretação foi utilizada conjuntamente com os dados referentes aos Índices de Qualidade das Águas levando a uma análise mais completa. No geral, o estudo aponta que não há excedentes de nutrientes e metais significativos, como observado nos cálculos de IQA, de acordo com Conselho Nacional do Meio

Ambiente (CONAMA), órgão regulador que dispõe de diretrizes ambientais para o enquadramento pelos valores máximos permitidos para os parâmetros de qualidade dos corpos hídricos.

BIBLIOGRAFIA

Garson, G. David. (2009), **Statnotes: Topics in Multivariate Analysis**. Disponível em: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>.

Hongyu, K.; Sandanielo, V. L. M.; Oliveira Junior, G. J. 2015. **Análise de Componentes Principais: Resumo teórico aplicação e interpretação**. Engineering and Science. 5:1. 7 p.

Moore, David S. (2007), **The Basic Practice of Statistics**. New York, Freeman.

CONAMA, Resolução nº 357, de 17 de Maio de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA; “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento”; publicada no Diário Oficial da União em 17/05/2005; Brasília, DF

Garson, G. David. (2009), **Statnotes: Topics in Multivariate Analysis**. Disponível em: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>.

Plano de bacias hidrográficas 2010 - 2020 dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí: síntese do relatório final / SHS Consultoria e Projetos de Engenharia S/S Ltda. - São Carlos : Suprema Gráfica e Editora, 2011. 128 p. : il.

Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, 2020 a 2035: Relatório Síntese. / executado por Consórcio Profill-Rhama e organizado por Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ. – Piracicaba (SP): Consórcio Profill-Rhama, 2020. 129 p.