

ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGA (MG)

MICAEL DE S. FRAGA¹, DIEGO JÚNIOR H. DE PAULA², GUILHERME B. REIS³
DEMETRIUS D. DA SILVA⁴; SILVIO B. PEREIRA⁵

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-3471, micaelfraga@gmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, diegopaula.eng@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, guilherme.eaa.reis@gmail.com

⁴ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, demetrius@ufv.br

⁵ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, silviopereira@ufv.br

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Análises multivariadas vêm sendo muito utilizadas para apoiar a gestão dos recursos hídricos, extraindo informações significativas a partir de bases de dados geradas pelas campanhas de monitoramento. No presente estudo foram avaliados os dados da qualidade da água na bacia do rio Piranga, MG, utilizando a Análise de Componentes Principais/Análise Fatorial (ACP/AF) para identificar os fatores e as variáveis de maior significância. Os dados utilizados foram referentes às coletas do IGAM realizadas nos anos de 2013 a 2015. Identificou-se que o melhor comportamento dos parâmetros de qualidade das águas da bacia do rio Piranga foi aquele composto por três fatores, explicando 76,48% da variância total. A ACP/AF também resultou na redução de 48 para 18 parâmetros de qualidade da água inicialmente analisados.

PALAVRAS-CHAVE: componentes principais, monitoramento ambiental, poluição hídrica.

MULTIVARIATE ANALYSIS IN THE WATER QUALITY STUDY OF THE PIRANGA RIVER WATERSHED (MG)

ABSTRACT: Multivariate analysis have been widely used to support the management of water resources, extracting significant information from databases generated by monitoring campaigns. In this study were evaluated the water quality data in the Piranga river basin, Minas Gerais State, using the Principal Component Analysis/Factorial Analysis (PCA/FA) to identify the most significant factors and variables. The data used were from the IGAM collections carried out in the years of 2013 to 2015. It was identified that the best water quality parameters' behavior in the Piranga river basin was composed of three factors, explaining 76.48% of the total variance. PCA/FA also resulted in a reduction of 48 to 18 parameters of water quality initially analyzed.

KEYWORDS: main components, environmental monitoring, water pollution.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade da água é tido como um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão (DO *et al.*, 2012), visto que pode ser considerado como o primeiro passo para a elaboração de uma base de dados confiável e adequada ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Entretanto, as campanhas de monitoramento analisam muitos parâmetros e geram grandes quantidades de dados que são difíceis de interpretar, uma vez que as relações entre os parâmetros são complexas. Para

Guedes *et al.* (2012), na maioria das vezes, um pequeno número dos parâmetros de qualidade da água contém as informações mais relevantes, o que permite alhear alguns parâmetros, sem prejuízos à caracterização da qualidade da água. Dessa forma, torna-se necessário utilizar ferramentas que permitam a redução e o agrupamento da grande quantidade de informação resultantes de estudos sobre a qualidade das águas. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi aplicar técnicas estatísticas multivariadas, utilizando a Análise de Componentes Principais/Análise Fatorial (ACP/AF) a partir de um conjunto de dados contendo parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água, a fim de identificar os principais parâmetros relacionadas à variabilidade da qualidade da água da bacia do rio Piranga, estado de Minas Gerais, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Piranga (BHRPIR), sendo esta uma das sub-bacias do rio Doce. Os dados de qualidade de água utilizados nesse estudo foram provenientes das campanhas de monitoramento de qualidade de água do “Projeto Águas de Minas”, sob responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), sendo utilizados sete pontos de monitoramento distribuídos ao longo da bacia (Figura 1) e 48 variáveis de qualidade da água em comum entre os pontos.

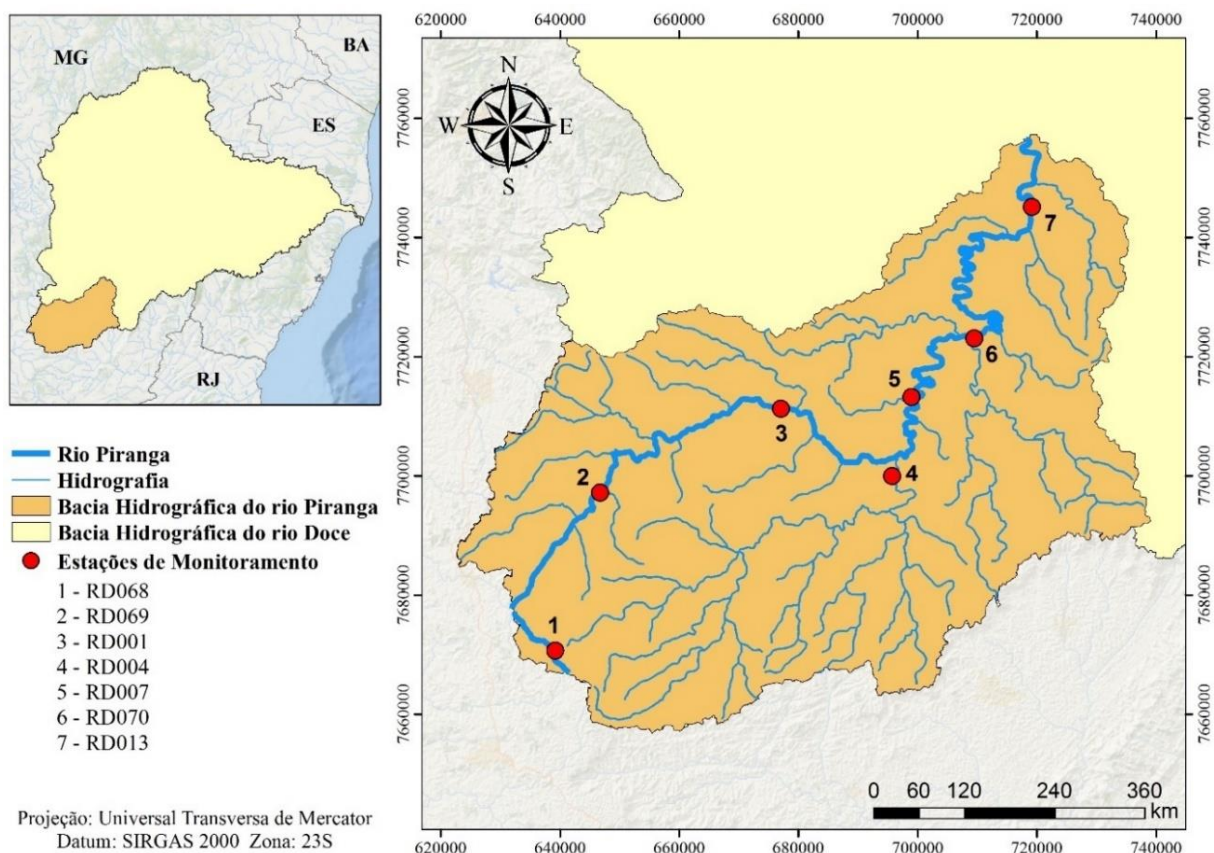


FIGURA 1. Estações de monitoramento de qualidade da água na bacia do rio Piranga, MG.

Os dados utilizados foram referentes às coletas das campanhas completas, realizadas no período de 2013 a 2015, totalizando 6 coletas para cada estação de monitoramento. A identificação dos agentes determinantes da variabilidade da qualidade das águas fundamentou-se na aplicação da ACP/AF, utilizando fatores que conseguiram sintetizar uma variância acumulada acima de 70% da variância total (JOLLIFFE, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica utilizada procura produzir combinações lineares de variáveis que capturem o máximo possível a variância das variáveis observadas, sendo assim, os parâmetros arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, demanda bioquímica de oxigênio, fenóis totais, mercúrio total, óleos e graxas e sulfato total foram retiradas da análise por não apresentarem variação nos valores observados. Na Tabela 1 é apresentada a matriz de pesos fatoriais que indicam a contribuição que cada variável possui na componente.

TABELA 1. Matriz de cargas fatoriais das três componentes principais

Parâmetros	Fator (F)		
	F1	F2	F3
Alcalinidade total	0,963	0,025	-0,257
Alumínio dissolvido	0,084	0,314	-0,610
Bário total	0,114	-0,839	-0,092
Cálcio total	0,848	-0,360	-0,301
Cianeto livre	0,219	0,581	0,741
Cloreto total	0,447	-0,413	-0,268
Clorofila a	-0,466	0,364	-0,592
Coliformes totais	-0,020	-0,665	0,016
Condutividade elétrica in loco	0,953	0,064	0,121
Cor verdadeira	0,309	0,699	-0,502
Demanda química de oxigênio	-0,269	0,530	0,465
Dureza de cálcio	0,848	-0,360	-0,301
Dureza de magnésio	0,988	0,067	0,077
Dureza total	0,932	-0,111	-0,101
Escherichia coli	-0,328	-0,583	0,282
Estreptococos fecais	-0,224	-0,682	-0,322
Feoftina a	0,175	0,818	0,500
Ferro dissolvido	0,727	0,506	-0,170
Fósforo total	0,390	-0,449	0,648
Magnésio total	0,988	0,067	0,077
Manganês total	0,193	-0,776	0,176
Níquel total	0,711	0,099	0,400
Nitrato	0,853	-0,147	0,018
Nitrito	0,035	-0,650	0,616
Nitrogênio amoniacal total	-0,620	-0,024	0,600
Nitrogênio orgânico	0,830	0,124	0,101
Oxigênio dissolvido	0,155	0,813	-0,401
pH in loco	-0,055	0,884	0,382
Potássio dissolvido	0,397	0,120	0,512
Sódio dissolvido	0,953	0,064	0,121
Sólidos dissolvidos totais	0,942	-0,123	-0,091
Sólidos em suspensão totais	0,257	-0,129	0,952
Sólidos totais	0,743	-0,120	0,496
Substâncias tensoativas	0,513	0,200	-0,592
Sulfeto	0,496	-0,175	-0,375
Temperatura da água	-0,179	0,710	0,599
Turbidez	-0,194	-0,584	0,498
Zinco total	-0,775	-0,244	-0,360
Autovalor	13,735	8,426	6,900
Variância total (%)	36,146	22,173	18,157
Variância total acumulada (%)	36,146	58,319	76,476

OBS: Valores em negrito correspondem cargas fatoriais acima de 0,75

Para obter o percentual mínimo de 70% foram necessários três fatores, determinados pela ACP/AF, que juntos explicam aproximadamente 76,48% da variância total das variáveis originais. O primeiro fator (F1) explica 36,15% da variabilidade dos dados e é, basicamente, um índice de qualidade da água generalista, no qual os parâmetros com maior importância possuem maiores valores numéricos dos respectivos coeficientes na combinação linear, ressaltando a importância desses parâmetros como determinantes na qualidade da água. Os fatores F2 e F3 explicaram 22,17 e 18,16%, respectivamente, da variância total. Liu *et al.* (2000) classifica os valores das cargas fatoriais, correspondentes à composição absoluta das componentes principais, como: relevante ($>0,75$), médio ($>0,50$ e $<0,75$) e irrelevante ($<0,50$). Sendo assim, considerando pesos acima de 0,75 como fatores indicativos de forte carga entre os parâmetros de qualidade da água, 22 parâmetros apresentaram fatores superiores a esse valor em módulo, sendo esses parâmetros os mais importantes na explicação da variabilidade da qualidade da água do rio Piranga, sendo eles: alcalinidade total, bário total, cálcio total, condutividade elétrica, dureza de cálcio, dureza de magnésio, dureza total, feoftina a, magnésio total, manganês total, nitrato, nitrogênio orgânico, oxigênio dissolvido, pH, sódio dissolvido, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, zinco total. Entretanto, sabe-se que esse tipo análise pode negligenciar alguns parâmetros com cargas fatoriais também importantes na explicação da variabilidade da qualidade da água, uma vez que vários parâmetros apresentaram cargas fatoriais próximas a 0,75 em alguma das componentes. Analisando de forma geral os parâmetros mais significativos, nota-se que muitos são oriundos de um conjunto de atividades humanas (urbanas e agrícolas) para as quais os poluentes não têm um ponto óbvio para entrada nos corpos hídricos, denominada poluição difusa. Como consequência da poluição difusa, as concentrações de nutrientes têm excedido as recomendações para proteção dos ecossistemas aquáticos. Quando em concentrações superiores àquelas consideradas como normal nos meios aquáticos, os nutrientes podem afetar os diversos usos da água (FARAGE *et al.*, 2010).

CONCLUSÕES

A aplicação ACP/AF contribuiu para a redução de 48 para 18 parâmetros monitorados no rio Piranga, podendo refletir nas reduções de custos e tempo com campanhas de monitoramento e análises laboratoriais. A análise permitiu a seleção de três componentes principais, que juntas explicaram aproximadamente 76,48% da variação total dos dados.

REFERÊNCIAS

- DO, H. T.; LO, H. T.; CHIUEH, P. T.; THI, L. A. P. Design of sampling locations for mountainous river monitoring. *Environmental Modelling & Software*, v. 27-28, p. 62-70, 2012.
- FARAGE, J. A. P.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D.; BORGES, A. C. Determinação do índice de estado trófico para o fósforo em pontos do rio Pomba. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 18, n.4, p.322-329, 2010.
- GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 5, p. 558-563, 2012.
- JOLLIFFE, L. T. *Principal component analysis*. 2.ed. New York: Springer, 487p. 2002.
- LIU, S.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; HU, F. B.; GIOVANNUCCI, E.; COLDITZ, G. A. et al. A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women. *American Journal of Public Health*, v. 90, n. 9, p. 1409-1415, 2000.