

ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DA NATIONAL SANITATION FOUNDATION À BACIA DO RIO PIRANGA (MG)

MICAEL DE S. FRAGA¹, RAFAEL C. VANI², GUILHERME B. REIS³;
DEMETRIUS D. DA SILVA⁴; ALISSON C. BORGES⁵

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, rafaelcvani@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, borges@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: O objetivo do presente estudo foi adaptar o índice de qualidade de água (IQA) da *National Sanitation Foundation* (NSF) às condições físicas, químicas e biológicas das águas da bacia hidrográfica do rio Piranga (MG), obtendo assim o denominado IQA-Piranga e os seus respectivos valores em diferentes pontos da bacia. Foi utilizada a Análise de Componente Principal/Análise Fatorial para determinação dos pesos a serem associados aos parâmetros presentes no índice de qualidade de água. Posteriormente o IQA-Piranga foi comparando com os valores obtidos pelos índices da CETESB e da própria NSF. Para o IQA-Piranga, apenas o parâmetro DBO obteve peso igual ao do IQA-NSF, sendo a turbidez, o fósforo total, o nitrogênio total e os sólidos totais os parâmetros que mais influenciam na qualidade de água da bacia do rio Piranga. Foram encontradas diferenças significativas entre o IQA-Piranga e os demais índices de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: monitoramento ambiental, poluição hídrica, rios.

ADAPTING THE NATIONAL SANITATION FOUNDATION'S WATER QUALITY INDEX TO THE PIRANGA RIVER BASIN (MG)

ABSTRACT: The objective of this study was adapt the water quality index (WQI) of National Sanitation Foundation (NSF) to physical, chemistry and organic conditions of the Piranga river watershed, in the state of Minas Gerais, Brazil, getting, thus, what it is called WQI-Piranga and its respective values in different points of the watershed. The Principal Component Analysis/Factor Analysis was used to determine the weights to be associated to the parameters present in the water quality index. Subsequently, the WQI-Piranga was compared to the values obtained by the CETESB and NSF indexes. For the WQI-Piranga, only the BOD parameter obtained the same weight to that of the WQI-NSF, with turbidity, total phosphorus, total nitrogen and total solids being the parameters that most influence the water quality of the Piranga river watershed. Significant differences were found between IQA-Piranga and other quality indexes.

KEYWORDS: environmental monitoring, water pollution, rivers.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 2005). Esses parâmetros podem ser influenciados por vários fatores, motivo pelo qual apresenta grande

variabilidade em suas concentrações (FRITZSONS *et al.*, 2009; SINGH *et al.*, 2009). Ao avaliar a qualidade das águas superficiais, deve se empregar métodos de fácil compreensão para que a informação possa ser transmitida a todos os usuários. Em 1970, a *National Sanitation Foundation* (NSF) dos EUA desenvolveu um índice de qualidade de água (IQA) para comparar a qualidade dos corpos hídricos e monitorar as suas alterações temporais e espaciais, refletindo, na maioria das vezes, a sua contaminação das águas pelas ações antrópicas, tais como o lançamento de efluentes domésticos e industriais. Entretanto, em modelos empíricos, os pesos de cada atributo variam de acordo com a região devido a diversos fatores envolvidos, o que torna necessário um ajuste às condições locais. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi adaptar o índice de qualidade de água desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* às condições da qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Piranga, Estado de Minas Gerais, obtendo posteriormente o valor do índice de qualidade da água em diferentes pontos da bacia e comparando com os valores encontrados por outros índices.

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).

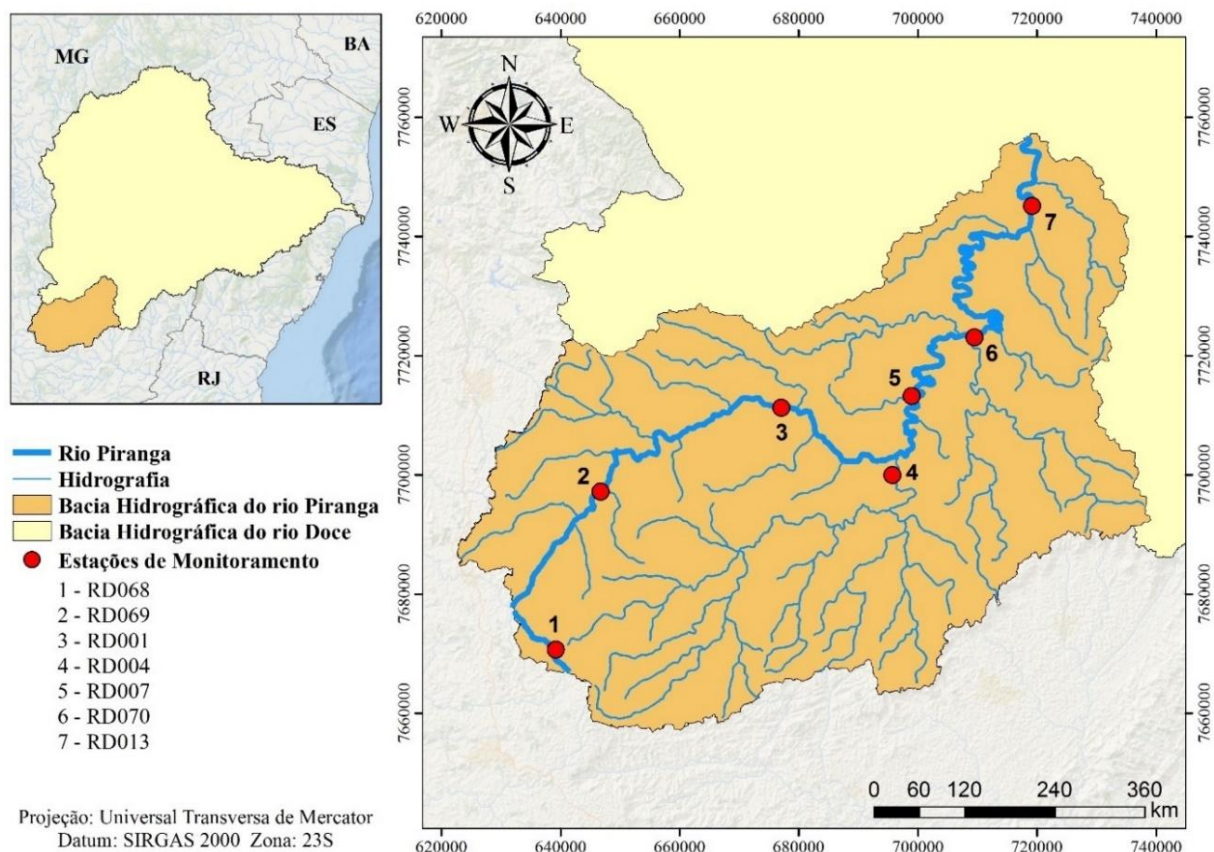


FIGURA 1. Estações de monitoramento de qualidade da água na bacia do rio Piranga, MG.

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. Os parâmetros analisados foram: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda

bioquímica de oxigênio, nitrato, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais. O IQA adaptado neste trabalho (IQA-Piranga,) baseou-se no índice criado pela NSF com a utilização das nove variáveis consideradas indicativas de qualidade desse índice. Os pesos (w_i) de cada parâmetro do IQA-Piranga foram determinados pelo emprego da Análise de Componentes Principais/Análise Fatorial (ACP/AF) dos parâmetros do IQA, sendo posteriormente empregada a transformação ortogonal varimax. Assim como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), optou-se por substituir o fosfato pelo fósforo total e o nitrato pelo nitrogênio total. O valor do peso (w_i) de cada variável para o IQA-Piranga foi ponderado em função do autovalor do componente (raiz característica) associado à explicabilidade de cada variável, em relação aos componentes principais extraídos (Equação 1). Em seguida, o IQA-Piranga foi obtido conforme equação estabelecida por Brown *et al.* (1970) (Equação 2) e comparado com os valores obtidos pelo IQA-NSF e IQA-CETESB.

$$w_i = \frac{(F_1 C_1) + (F_2 C_2) + \dots + (F_n C_n)}{(F_1 \sum_i^n C_1) + (F_2 \sum_i^n C_2) + \dots + (F_n \sum_i^n C_n)} \quad (1)$$

Em que: w_i = peso a ser associado a cada parâmetro de qualidade de água; F_i = autovalor de cada fator; C_i = explicabilidade da variável em relação ao componente principal.

$$IQA = \prod q_i^{w_i} \quad (2)$$

Em que: \prod = produtório; q_i = qualidade relativa do i -ésimo parâmetro; w_i = peso relativo do i -ésimo parâmetro; i = número de ordem do parâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo da matriz das cargas fatoriais de melhor ajuste para os atributos de qualidade de água na bacia do rio Piranga foi o composto por duas componentes, explicando 82,83% da variância total. Na Tabela 1 verifica-se a contribuição de cada componente após a redistribuição da variância total entre as componentes pela aplicação do algoritmo Varimax.

TABELA 1. Matriz de pesos fatoriais após rotação Varimax

Parâmetro	Fator 1	Fator 2
DBO	0,800803	0,150139
<i>Escherichia coli</i>	0,140551	-0,874327
Fósforo total	-0,995524	0,067952
Nitrogênio total	-0,981137	0,113782
OD	0,108903	0,914847
pH	-0,017460	0,958108
Resíduo total	-0,858949	0,178688
Temp. da água	0,074760	0,757599
Turbidez	-0,878426	-0,384253
Somatório	4,856513	4,399694
Autovalor	4,165456	3,289466
Variância (%)	46,28285	36,54963
Variância acumulada (%)	46,28285	82,83248

O peso representativo de cada atributo da qualidade de água (w_i) foi determinado conforme a Equação 1 e Tabela 1, apresentados na Tabela 2. Os valores de explicabilidade das variáveis foram empregados em módulo para efeitos de cálculo.

TABELA 2. Pesos dos parâmetros do IQA-Piranga e estabelecidos pela CETESB e NSF

Parâmetro	w _i (Piranga)	w _i (CETESB)	w _i (NSF)
Demanda bioquímica de oxigênio	0,11	0,10	0,11
<i>Escherichia coli</i>	0,10	0,15	0,16
Fósforo total	0,13	0,10	0,10
Nitrogênio total	0,13	0,10	0,10
Oxigênio dissolvido	0,10	0,17	0,17
pH	0,09	0,12	0,11
Sólidos totais	0,12	0,08	0,07
Temperatura da água	0,08	0,10	0,10
Turbidez	0,14	0,08	0,08

De acordo com a Tabela 2, identifica-se que apenas para o parâmetro DBO o peso foi igual ao valor do IQA-NSF. Conforme Ferreira *et al.* (2015), essa diferença entre os pesos das variáveis e, conseqüentemente, entre os índices de qualidade pode ser explicada pela variação ambiental e pelos usos da terra e da própria água nos locais onde cada peso foi determinado. Identifica-se ainda que a turbidez é o parâmetro que mais influencia na qualidade de água da bacia do rio Piranga, seguido pelo fósforo total, nitrogênio total e pelos sólidos totais. Além da diferença entre os pesos obtidos para cada parâmetro, foi detectado também, através do teste *t* de *student* ($p > 0,5$), diferença estatística significativa quando comparados os valores do IQA-Piranga com todos os outros índices obtidos. Tal fato mostra que existe é necessário determinar os pesos para as condições da região quando se trabalha com modelos empíricos (HURLEY, SADIQ e MAZUMDER, 2012; FERREIRA *et al.*, 2015).

CONCLUSÕES

Para o IQA-Piranga, apenas o parâmetro DBO obteve peso igual ao do IQA-NSF, sendo a turbidez, o fósforo total, o nitrogênio total e os sólidos totais os parâmetros que mais influenciam na qualidade de água da bacia do rio Piranga. Foram encontradas diferenças significativas entre o IQA-Piranga e os demais índices de qualidade utilizados.

REFERÊNCIAS

- BROWN, R. M.; McCLELLAND, N. I.; DEININGER, R. A.; TOZER, R. G. A water quality index - do we dare?. *Water Sewage Works*, v. 117, n. 10, p. 339-343, 1970.
- FERREIRA, K. C. D.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SILVA, G. S. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 2, p. 277-286, 2015.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; NETO, A. C.; HINDI, E. C. A Influência das Atividades Mineradoras na Alteração do pH e da Alcalinidade em Águas Fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do carste paranaense. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 3, p. 381-390, 2009.
- HURLEY, T.; SADIQ, R.; MAZUMDER, A. Adaptation and evaluation of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) for use as an effective tool to characterize drinking source water quality. *Water Research*, v. 46, n. 11, p. 3544-3552, 2012.
- SINGH, H. P.; BASANT, A.; MALIK, A.; JAIN, G. Artificial neural network modeling of the river water quality - A case study. *Ecological Modelling*, v. 220, p. 888-895, 2009.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 452 p., 2005.