

**Avaliação Espacial da Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Araçuaí  
– Minas Gerais****Water Quality Assessment of the Aracuai River Basin - Minas Gerais state**

DOI: 10.34188/bjaerv3n3-017

Recebimento dos originais: 20/05/2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

**Fabianna Resende Vieira**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geologia (PPGGEO) pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

Endereço: Rodovia MG 367, n.5000. Alto da Jacuba – Diamantina-MG, CEP: 39100-000, Brasil

E-mail: fabianna.resende@hotmail.com

**Cristiano Christofaro**

Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

Endereço: Rodovia MG 367, n.5000. Alto da Jacuba – Diamantina-MG, CEP: 39100-000, Brasil

E-mail: cristiano.christofaro@ufvjm.edu.br

**RESUMO**

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de gestão de recursos hídricos, possibilitando a avaliação dos efeitos das atividades antrópicas nos parâmetros de qualidade das águas, de modo a embasar ações de recuperação ambiental. O presente estudo objetivou avaliar as concentrações de parâmetros físico-químicos nos cursos d'água da bacia do Rio Araçuaí-MG, considerando os dados de sete estações de monitoramento levantados pelo IGAM-MG, no período de 1998 a 2018. Os resultados dos testes Kruskal-Wallis e *post hoc* indicam que as sub-bacias dos rios Fanado e Setubal devem ser consideradas prioritárias para conter a degradação da qualidade das águas do rio Araçuaí.

**Palavras-chave:** Monitoramento, qualidade da água, parâmetros de qualidade, estatística ambiental.

**ABSTRACT**

Water quality monitoring is one of the main water resources management tools, enabling the evaluation of the effects of human activities on water quality parameters and the application of environmental remediations. This study aims to evaluate the concentrations of physicochemical parameters in the watercourses of the Araçuaí-MG river basin, considering data from seven monitoring stations surveyed by IGAM-MG, from 1998 to 2018. The Kruskal-Wallis and *post hoc* tests indicate that the sub-basins of the Fanado and Setubal rivers are priority to contain the degradation of the Araçuaí river.

**Keywords:** Monitoring, water quality, quality parameters, environmental statistics.

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água nos corpos hídricos é resultado da interação entre as condições naturais e as atividades antrópicas presentes na bacia hidrográfica. Assim, o nível de preservação, o uso e ocupação do solo da área, as características do solo e os tipos de cobertura vegetal existentes, influenciam na qualidade da água (LIU *et al.*, 2000; TUNDISI E MATSUMURA-TUNDISI, 2011; ZHOU *et al.*, 2015).

Os programas de monitoramento permitem conhecer o comportamento da qualidade da água ao longo do tempo e do espaço, viabilizando a avaliação das respostas dos ecossistemas aquáticos aos impactos antrópicos na sua área de drenagem (Cunha *et al.*, 2010) bem como embasar medidas de recuperação (BARRETO *et al.*, 2014).

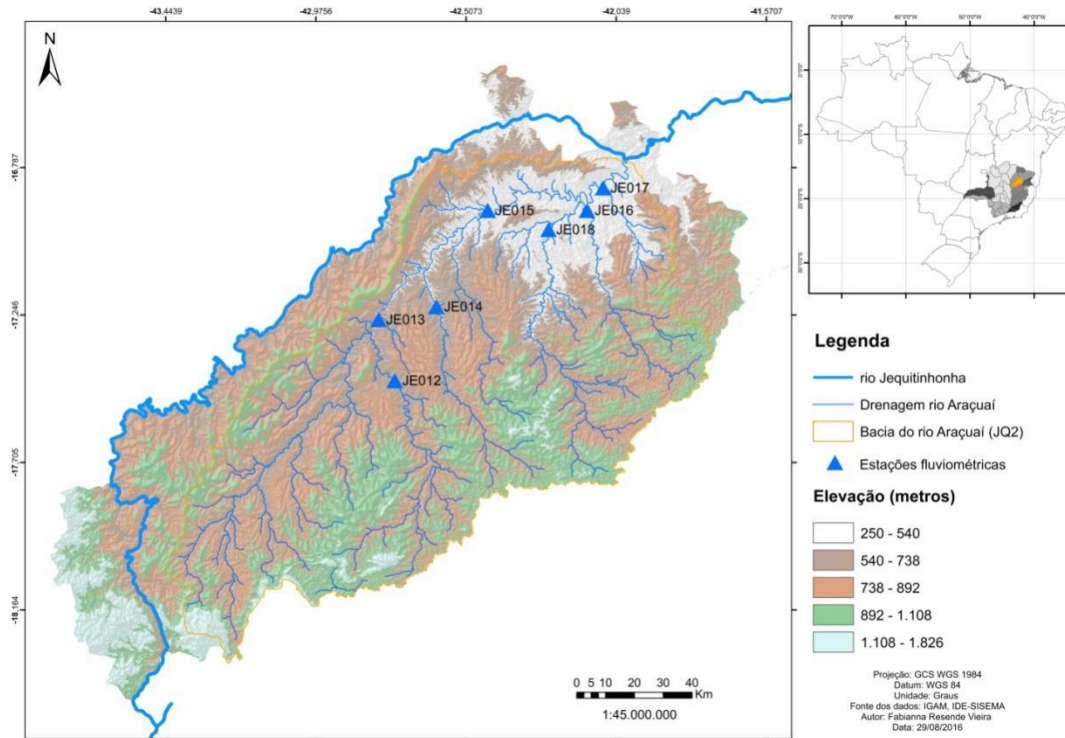
Com o passar do tempo, os programas de monitoramento geram extensos bancos de dados, cuja análise pode ser morosa e complexa (TRINDADE *et al.*, 2016). Nesse contexto, o uso de técnicas estatísticas pode contribuir para um melhor aproveitamento dos resultados do monitoramento, contribuindo para a gestão dos recursos hídricos (COSTA *et al.*, 2017). A qualidade das águas da bacia do Rio Araçuaí, localizada na região nordeste do estado de Minas Gerais, vem sendo monitorada em diversos pontos, desde o ano de 1997, no âmbito do Projeto “Águas de Minas” (IGAM, 2017). O presente estudo objetiva avaliar a variabilidade espacial da concentração de parâmetros de qualidade de água nos cursos d'água da bacia do rio Araçuaí, considerando os dados gerados do monitoramento de 1998 a 2018.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Araçuaí, com uma extensão aproximada de 250 km e área total de 16.343 km<sup>2</sup>, é o principal afluente da margem direita do rio Jequitinhonha, região nordeste do Estado de Minas Gerais/Brasil. A bacia encontra-se em região de risco de escassez hídrica, que pode ser agravada por problemas de qualidade da água (Tabela 1). A qualidade da água da bacia é comprometida por atividades de lavras e minerações, manejo inadequado do solo para uso agrícola e pela remoção, em larga extensão, da cobertura vegetal original (MENEGASSE *et al.*, 2003).

Figura 1: Localização da bacia do rio Araçuaí, e das estações de monitoramento utilizadas no estudo.



Fonte: Gerado pelos autores a partir dos dados de IDE-SISEMA e IGAM 2017.

Tabela 1. Curso d'água e os municípios das estações de monitoramento avaliadas na bacia do Rio Araçuaí-MG.

Estações	Curso d'água	Municípios (MG)
<b>JE012</b>	Rio Itamarandiba	Veredinha
<b>JE013</b>	Rio Araçuaí	Turmalina
<b>JE014</b>	Rio Fanado	Minas Novas
<b>JE015</b>	Rio Araçuaí	Berilo
<b>JE016</b>	Rio Gravati	Araçuaí
<b>JE017</b>	Rio Araçuaí	Araçuaí
<b>JE018</b>	Rio Setubal	Araçuaí/ Francisco Badar

Fonte: IGAM, 2017.

## 2.2 ANÁLISE DE DADOS

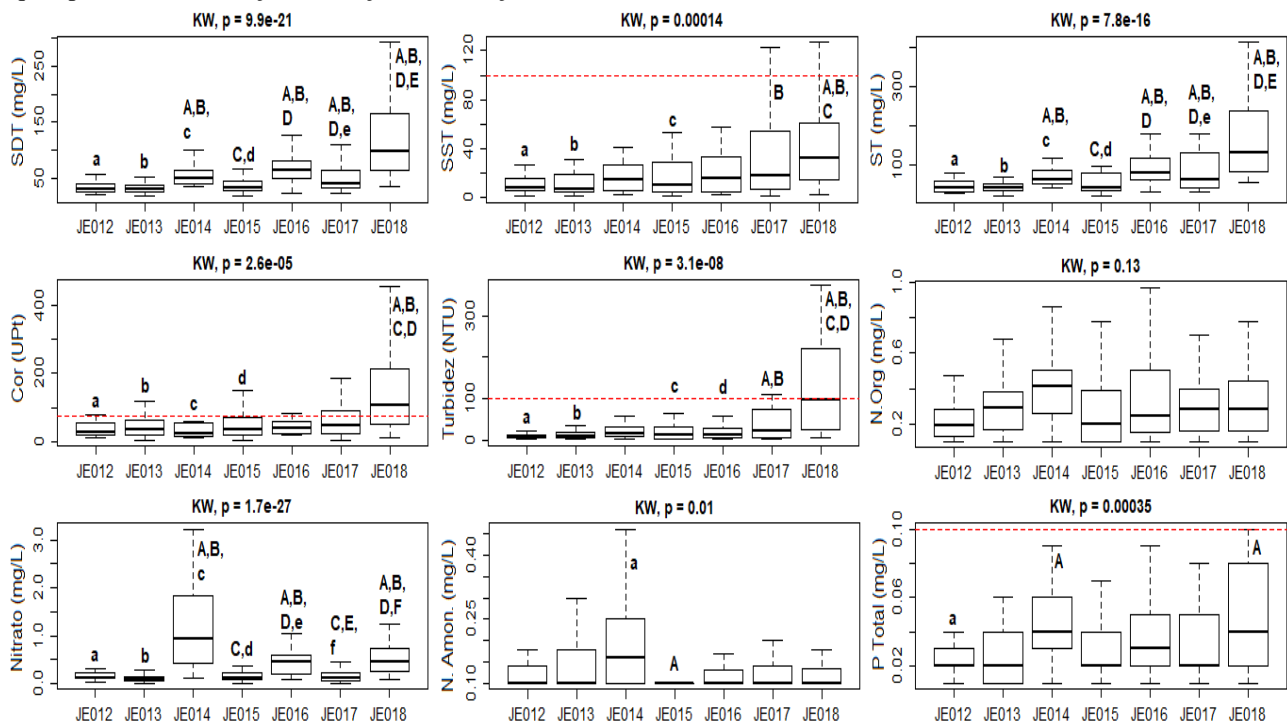
O teste de Kruskal-Wallis é um teste não paramétrico utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes, indicando se há diferença entre pelo menos duas delas (GROPPO, 2005). A avaliação da diferença das medianas dos parâmetros de qualidade da água, entre as estações de monitoramento da bacia do Rio Araçuaí, foi feita a partir da aplicação do teste de Kruskal-Wallis, seguido da aplicação de testes de comparações múltiplas, ao nível de significância  $\alpha$  de 5%. Foram testados os parâmetros de qualidade de água: sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos suspensos totais (SST) e sólidos totais (ST), cor, turbidez, nitrogênio orgânico, nitrato, nitrogênio amoniacal e

fósforo total. As concentrações dos parâmetros foram ainda comparados aos limites legais estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005. Todas as análises foram efetuadas no programa R.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores medianos, quartis, mínimos e máximos dos parâmetros avaliados, em cada estação de monitoramento, bem como o os resultados das análises estatísticas, podem ser visualizados na figura 2.

Figura 2: Teores dos parâmetros de qualidade de água, nas sete estações de amostragem da bacia hidrográfica do rio Araçuaí, de 1998 a 2018, e resultados do teste Kruskal-Wallis. As linhas pontilhadas indicam os padrões ambientais para o parâmetro e as letras indicam o resultado do teste de comparações múltiplas, sendo a letra minúscula referente à estação que apresentou diferença em relação à(s) estação(ões) com a letra maiúscula.



O teste Kruskal-Wallis demonstrou que, exceto para o Nitrogênio Orgânico ( $p=0,13$ ), todos os parâmetros de qualidade avaliados apresentaram medianas significativamente distintas ( $p<0,05$ ) entre as estações de monitoramento. A estação JE018 (Rio Setubal) apresentou medianas maiores para os parâmetros cor, turbidez, SDT, SST, com mediana superior ao padrão ambiental do CONAMA para os dois primeiros, indicando maior carga de sólidos nesse curso d'água, o que pode estar associado problemas no uso do solo nessa região. A estação JE014 (Rio Fanado) apresentou maiores medianas para fósforo total, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio orgânico e nitrato, indicando influência de fontes pontuais, como esgoto sanitário, bem como de fontes difusas relacionadas a atividades agrossilvopastorisverificadas nesse trecho da bacia (IGAM, 2017). Merece

destaque ainda a elevada condutividade elétrica da estação JE016, que difere significativamente das demais, indicando uma elevada carga de íons (PINTO, 2007).

As análises demonstram que o programa de monitoramento realizado representa bem a variabilidade espacial da qualidade das águas da bacia do Rio Araçuaí-MG, havendo pouca sobreposição de informação entre os pontos de monitoramento. Intervenções nas sub-bacias dos rios Fanado (JE014) e Setubal (JE018) devem ser consideradas prioritárias para conter a degradação do curso d'água. As estações JE012 (rio Itamarandiba) e JE013 (rio Araçuaí) apresentam melhor qualidade em relação à maioria dos parâmetros avaliados, indicando menor pressão antrópica nessas regiões.

#### **4 CONCLUSÃO**

As análises demonstram que o programa de monitoramento realizado na bacia do rio Araçuaí representa a variabilidade espacial relativa aos efeitos dos diversos tipos de uso e ocupação na qualidade das águas da bacia do Rio Araçuaí-MG. Intervenções nas sub-bacias dos rios Fanado (JE014) e Setubal (JE018) devem ser consideradas prioritárias para conter a degradação do curso d'água.

O trecho mais a montante do Rio Araçuaí (JE013) e o Rio Itamarandiba (JE012) apresentaram melhor qualidade da água em relação aos demais pontos monitorados, indicando menor pressão antrópica nesses locais.

#### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**REFERÊNCIAS**

- Barreto, L. V.; Fraga, M. S.; Barros, F. M.; Rocha, F. A.; Amorim, J. S.; Carvalho, S. R.; Bonomo, P.; Silva, D. P.; 2014. Relationship between stream flow and water quality in a river section. *Revista Ambiente & Água*. ISSN:1980-993X DOI:10.4136/1980-993X.
- Costa, E.P., Pinto, C.C., Soares, A.L.C. *et al.* Evaluation of violations in water quality standards in the monitoring network of São Francisco River basin, the third largest in Brazil. *Environ Monit Assess* 189, 590 (2017).
- CUNHA, D. G.F.; CALIJURI, M. C. Análise probabilística de ocorrência de incompatibilidade da qualidade da água com o enquadramento legal de sistemas aquáticos – estudo de caso do rio Pariquera-Açu (SP). *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.15, n.4, p.337-346, 2010.
- Grosso, J. D., 2005. Estudo de tendências nas séries temporais de qualidade de água de rios do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenção antrópica. Piracicaba, SP. Escola Superior de Agricultura da USP, 2005.
- IDE-SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 12 mai 2019
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Relatório de Monitoramento das Águas Superficiais da Bacia do Rio Jequitinhonha, 2017. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/handle/123456789/2336>. Acesso em: 11 mai. 2019.
- Liu, A.J., Tong, S.T.Y., Goodrich, J.A., 2000. Land use as a mitigation strategy for the water-quality impacts of global warming: a scenario analysis on two watersheds in the Ohio River Basin. *Environ. Eng. Policy* 2 (2), 65–76.
- Menegasse, L. N.; Oliveira, F. R.; Mourão, M. A. A.; Duarte, U.; Castro, R. E.; DINIZ, A. M. A.; ELMIRO, M. A. T.; PEREIRA, P. B.; DINIZ, H. N., 2003. HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MÉDIO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS, BRASIL. *Hidrogeologia*. ISSN: 1676-0099. Biblioteca Digital de Periódicos, UFPR.
- PINTO, M. C. F. Manual medição *in loco*. Site da CPRM, 2007. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual\\_medicoes\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf). Acesso em: 13 mar. 2020.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI. T. Recursos hídricos no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 328.
- Trindade, A. L. C.; Almeida, K. C. B.; Barbosa, P. E.; Oliveira, S. M. A. C., 2016. Tendências temporais e espaciais da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do Rio das Velhas, estado de Minas Gerais. *Eng. Sanit. Ambient.* vol.22 no.1 Rio de Janeiro Jan./Feb. 2017 E pub Oct 13, 2016. ISSN 1809-4457

ZHOU, P.; HUANG, J.; PONTIUS, R. G.; HONG, H. New insight into the correlations between land use and water quality in a coastal watershed of China: Does point source pollution weaken it? *Science of the Total Environment*. v. 543, p. 591–600, nov. 2015.