



Periódico da Universidade Vale do Rio Verde

ISSN: 2526-690X

Edição especial | II SBHSF | 2018



Ana Luiza Cunha Soares

Engenheira Ambiental, Mestre e Doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (SMARH/UFMG). analulucunha@gmail.com

Carolina Cristiane Pinto

Engenheira Química, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Doutoranda em Engenharia Química pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (DEQ/UFMG), Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). ccristiane15@hotmail.com

Thaís Baêta Costa Barbosa

Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, Engenheira Civil, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (SMARH/UFMG). haisbcb@gmail.com

Sílvia Alves Corrêa Oliveira

Engenheira Eletricista, Mestre e Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (SMARH/UFMG), Professora Associada do Depto. Eng. Sanitária e Ambiental (DESA) da Universidade Federal de Minas Gerais silvia@desa.ufmg.br

ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS TEMPORAIS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA DA BACIA DO RIO PARACATU EM FUNÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Resumo: A sub-bacia do rio Paracatu insere-se na bacia do rio São Francisco e o rio Paracatu é o maior e mais caudaloso afluente do rio São Francisco contribuindo com 40% da vazão no ponto de interseção dos dois rios, além de representar 20,8% na formação da vazão total do rio São Francisco. Dessa forma, o objetivo do estudo foi realizar análises de tendências de séries temporais de 18 parâmetros de qualidade da água. As análises incluíram a verificação da sazonalidade, autocorrelação e testes de tendência temporal não paramétricos de Man-Kendall (MK) e Sazonal Mann-Kendall (SMK). Foi utilizada uma série histórica de oito anos, considerando os dados de monitoramento da qualidade das águas obtidos entre 2006 e 2013, em 27 estações de monitoramento pertencentes à rede de monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Foi possível observar uma predominância de ausência de alteração na qualidade da água das estações de monitoramento avaliadas em relação aos dezoito parâmetros estudados. Esses resultados podem indicar um cenário de manutenção de concentrações que violam os valores estabelecidos na legislação estadual, ou seja, uma contínua degradação dos corpos hídricos da sub-bacia do rio Paracatu. Houve uma tendência de elevação das concentrações em quase todas as estações de monitoramento da bacia para os parâmetros cloreto total, fenóis totais e nitrato, indicando o aumento da atividade de agricultura na região.

Palavras-chave: Qualidade da água. Análise temporal. Bacia do Rio Paracatu. Rio São Francisco.

ANALYSIS OF THE TEMPORARY TRENDS OF THE PARAMETERS OF WATER QUALITY OF THE PARACATU RIVER BASIN IN THE FUNCTION OF THE USE AND OCCUPATION OF THE SOIL

Abstract: The Paracatu river subbasin is inserted in the San Francisco river basin and the Paracatu river is the biggest and most torrential affluent of the San Francisco river, contributing with 40% of the flow at the intersection point of the two rivers, besides representing 20.8% of the total flow of the San Francisco river. Therefore, the objective of this study was to perform time series trend analyzes of 18 water quality parameters. The analyzes included the seasonality check, autocorrelation and non-parametric time trend tests of Mann-Kendall (MK) and Seasonal Mann-Kendall (SMK). It was utilized a historical series of eight years, considering the water quality monitoring data obtained between 2006 and 2013, in 27 monitoring stations belonging to the monitoring network of the Minas Gerais' Institute of Water Management (IGAM). It was possible to observe a predominance of absence of alteration in the water

quality of the monitoring stations evaluated in relation to the eighteen parameters studied. These results may indicate a scenario of maintenance of concentrations that violate the values established by the state legislation, that is, a continuous degradation of the water bodies of the subbasin of the Paracatu river. There was a trend of higher concentrations in almost all the monitoring stations of the basin for the parameters total chloride, total phenols and nitrate, indicating the increase of the agricultural activity in the region.

Keywords: Water quality. Time serie analysis. Rio Paracatu River Basin. São Francisco River.

INTRODUÇÃO

A água é utilizada todos os dias pelo homem e demais seres vivos para diversos usos, seja para o abastecimento humano, industrial, dessedentação animal, entre outros. Sendo que para cada atividade é exigido um nível mínimo de qualidade.

No entanto, as atividades realizadas pelo próprio homem podem comprometer a qualidade das águas, caso não exista um tratamento adequado. Sendo assim, os programas de monitoramento dos corpos d'água tornam-se de extrema importância para avaliar se a qualidade do corpo d'água atende ao uso que será feito dela.

Para avaliar se os parâmetros monitorados apresentam tendência significativa de elevação ou redução em um período de tempo podem ser aplicadas análises de tendência temporais, que permitem verificar as tendências de elevação ou redução das concentrações dos parâmetros que interferem na qualidade das águas (HELSEL e

HIRSCH, 2002). Nos últimos anos, vários estudos, em todo o mundo, têm sido realizados com a finalidade de detectar tendências e mudanças na qualidade das águas (CHANG, 2008; CHRISTOFARO e LEÃO, 2009, TABARI et al., 2011; GOCIC e TRAJKOVIC, 2013; SUN et al., 2013; TRINDADE, 2013; BARBOSA, 2015).

Sendo assim, o presente estudo tem o objetivo de avaliar as tendências temporais dos parâmetros de qualidade de água da bacia do rio Paracatu, sub-bacia do rio São Francisco, em função do uso e ocupação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

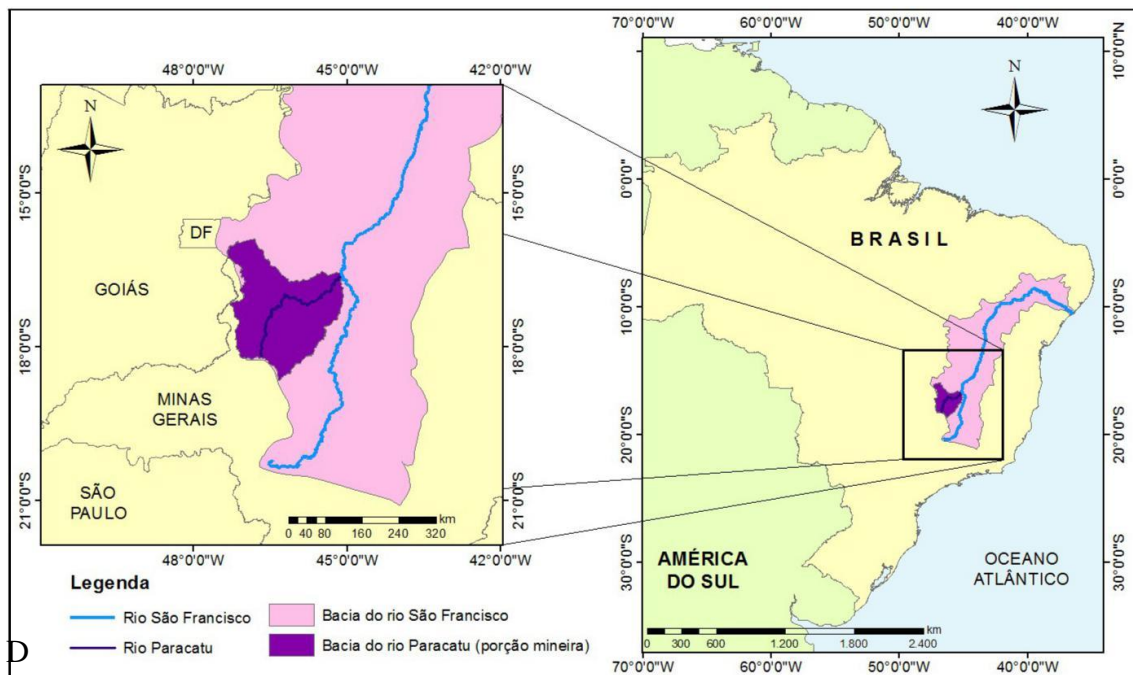
O Rio Paracatu (UPGRH SF7), situado no Médio São Francisco, drena uma área de aproximadamente 45.600 km², sendo o maior e mais caudaloso afluente do rio São Francisco, e contribuindo com 40% da vazão no ponto

de interseção dos dois rios, além de representar 20,8% na formação da vazão total do rio São Francisco, caracterizando assim, a importância da bacia (MELO e ASSUNÇÃO, 2011). De acordo com o IGAM (2006), dessa área de drenagem da bacia, aproximadamente 92% (41.600 km²) pertencem ao estado de Minas Gerais, os outros 8% estão divididos no estado de Goiás (5%) e no Distrito Federal (3%), como é apresentado na FIGURA 1.

Para esse estudo foi considerada apenas a porção mineira da bacia do rio

Paracatu, em função da dificuldade de obtenção de dados de outros estados e aos diferentes modelos de monitoramento adotados. A bacia limita-se, ao sul, pela bacia do rio Paranaíba, que integra a bacia hidrográfica do rio Paraná; a oeste, pela bacia do rio São Marcos, que, por sua vez, é afluente do rio Paranaíba; a leste, pelas bacias dos rios Formoso e Jatobá, e, ao norte, pela bacia do rio Urucuia, sendo as últimas três bacias também afluentes do rio São Francisco.

FIGURA 1 - Mapa de localização da bacia do rio Paracatu



Entre as principais atividades econômicas na bacia do rio Paracatu, a agricultura tem papel essencial e é bastante rentável, sendo que se destacam as culturas de grãos, como a de soja e a de

milho (MELO e ASSUNÇÃO, 2011). Até 1975, predominava na maior parte da bacia do Paracatu, uma região conhecida como Sertões, que são vastas áreas utilizadas para pecuária extensiva de baixa tecnologia, em pastagens naturais, fato

evidenciado por análise de imagens de satélite Landsat 1 (VASCONCELOS et al., 2012).

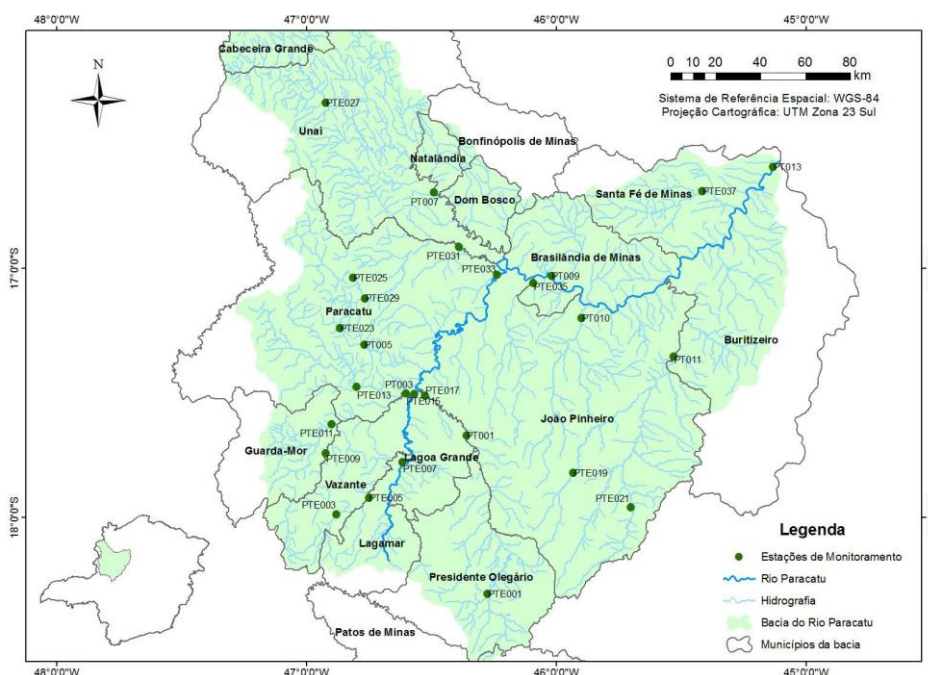
As condições planas do relevo na região da bacia do rio Paracatu permitiram o uso de mecanização agrícola, modificando-se rapidamente a paisagem através da retirada expressiva da cobertura vegetal natural (SILVA, 2000).

Segundo dados do Plano Diretor da Bacia do Rio Paracatu, observa-se que em toda bacia a predominância do uso do solo é com pastagem e áreas de mata

(vegetação nativa), com 29% e 19% respectivamente; e apenas 1% da área total é destinada à irrigação com uso de Pivô Central.

A bacia do rio Paracatu é monitorada pelo IGAM desde o ano de 1997, e foram utilizados os dados de monitoramento de 27 estações. A localização dessas estações é apresentada na FIGURA 2 juntamente com os 16 municípios mineiros que fazem parte dessa bacia.

FIGURA 2 - Mapa de localização dos municípios da bacia do rio Paracatu e das estações de monitoramento



Organização e sistematização dos dados de monitoramento de qualidade das águas

O período definido para a análise foi entre os anos de 2006 e 2013 por

apresentarem maior regularidade de dados mensurados e menor porcentagem de dados faltantes. Para selecionar os parâmetros que seriam estudados foram

realizadas diversas análises no banco de dados inicial.

É importante destacar que desde o primeiro trimestre do ano de 2013 o parâmetro Coliformes Termotolerantes foi substituído na rede de monitoramento do IGAM pelo parâmetro *Escherichia coli*. Dessa maneira, foram utilizados os resultados de *E. coli* em conjunto com os resultados de Coliformes Termotolerantes para complementar a série histórica deste indicador de contaminação de origem fecal.

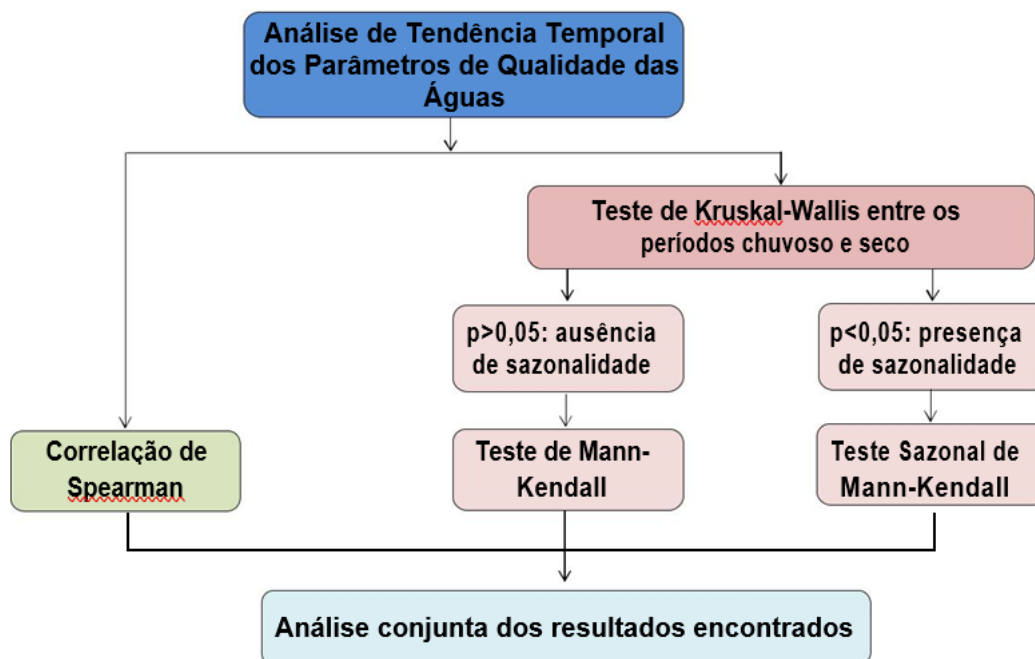
Análise de Tendência Temporal

A análise de tendência temporal, para cada uma das 27 estações de monitoramento foi avaliada individualmente para cada um dos 18 parâmetros selecionados para essa análise: Arsênio total (As_T), Chumbo total (Pb_T), Cloreto total (Cl^-_T), Clorofila a ($Cl-a$), Coliformes termotolerantes (Coli. term.), Condutividade elétrica in loco (CE), Cor verdadeira (Cor), Fenóis totais (Fen_T), Ferro dissolvido (Fediss), Fósforo total (P_T), Manganês total (Mn), Nitrato ($N-NO_3^-$), Oxigênio dissolvido (OD), pH in loco (pH), Sólidos em suspensão totais (SST), Sólidos totais (ST), Temperatura da água (T_{H_2O}) e Turbidez (Turb.).

Esses parâmetros foram selecionados em função da maior regularidade dos dados mensurados e menor porcentagem de dados faltantes para o período selecionado no presente estudo (entre os anos de 2006 e 2013). Os dados analisados possuem frequência trimestral de coleta.

Para realização dessa análise, primeiramente foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis com $\alpha = 5\%$, utilizando como variáveis os trimestres e os parâmetros em cada estação de monitoramento, a fim de verificar a influência da sazonalidade nos parâmetros de qualidade da água. Em seguida, foi aplicado o teste de Mann-Kendall caso não houvesse influência significativa da sazonalidade (p-valor do teste de KW é maior que 5%) e o teste Sazonal de Mann-Kendall, caso houvesse influência significativa da sazonalidade (p-valor do teste de KW é menor que 5%), através do software XLStat 2014.5. Após esse processo, foi realizado o teste de Correlação de Spearman para cada profundidade de coleta na estação de monitoramento estudada, também utilizando o XLStat 2014.5. O resumo da metodologia utilizada para a análise de tendência temporal pode ser observado no fluxograma apresentado na Figura 3.

FIGURA 3 - Fluxograma da metodologia da Análise de Tendência Temporal



Fonte: Adaptado de PINTO (2016).

De posse dos resultados dos testes de MK, SMK e CS, foi possível analisar se os parâmetros apresentam alguma tendência ao longo dos períodos analisados. A figura 4 apresenta a tabela utilizada para verificação da tendência temporal dos parâmetros, através de possíveis combinações dos resultados dos testes de MK, SMK e CS. O valor da estatística S dos testes de MK ou SMK indica se houve tendência positiva ou negativa para os parâmetros analisados nos períodos de monitoramento.

As observações de tendência temporal permitiram apontar a evolução da qualidade da água nas estações de monitoramento ao longo do período de

2006 a 2013. Pode-se indicar a melhora ou a piora em determinados pontos e assim identificar o que contribui para tais situações.

Foram elaborados mapas para melhor visualização da tendência temporal de cada parâmetro utilizando o software ArcGIS 10.1. Com esses resultados, representados em mapas, individuais para cada parâmetro, buscou-se contribuir para a melhor visualização das tendências ao longo dos corpos d'água e juntamente com a avaliação dos resultados obtidos pelos testes estatísticos permitir uma visão mais ampliada do comportamento de cada parâmetro analisado.

FIGURA 4 - Tabela com as combinações possíveis para o resultado de tendência temporal

Teste MK ou SMK Teste de Correlação de Spearman	p-valor < 0,05		p-valor > 0,05
	S' > 0	S < 0	
p-valor < 0,05	Tendência significativa de elevação	Tendência significativa de redução	Inconclusivo com possibilidade de elevação ou de redução, conforme o valor de S ¹
p-valor > 0,05	Inconclusivo com possibilidade de elevação	Inconclusivo com possibilidade de redução	Sem tendência

Fonte: PINTO, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de tendência temporal foram realizadas individualmente para cada estação. Os resultados dos testes estatísticos descritos na Metodologia (Correlação de Spearman, Testes de Kruskal-Wallis, de Mann-Kendall e Sazonal de Mann-Kendall) foram organizados em planilhas por estação.

Os resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) dos testes de Correlação de Spearman e Mann-Kendall ou Sazonal de Mann-Kendall (valores em negrito) indicam que existe uma tendência de alteração das concentrações do parâmetro ao longo do tempo (entre 2006 e 2013) em determinada estação. Os valores de Tau de Kendall e de S (ou S'), calculados no teste de Mann-Kendall (ou Sazonal de Mann-Kendall), indicam o sentido da tendência do parâmetro ao

longo do tempo, podendo ser de elevação (valores de S ou S' positivos) ou tendência de redução (valores de S ou S' negativos).

Na maioria dos casos analisados, os testes de Correlação de Spearman e Mann-Kendall ou Sazonal de Mann-Kendall foram coincidentes, indicando ou não a existência de tendência. Porém, foram encontradas situações em que os testes não apontaram o mesmo resultado quanto à significância da tendência temporal. Esses casos foram apontados como inconclusivos, mas com possibilidade de redução ou de elevação, de acordo com o resultado do teste significativo.

O resultado final das tendências pode ser definido como “Redução”, “Inconclusivo com possibilidade de redução”, “Elevação”, “Inconclusivo com possibilidade de elevação” ou “Sem tendência”. A análise final, com a

indicação de todos resultados dos testes de tendência na bacia do rio Paracatu, ao

longo dos anos de 2006 a 2013, é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados dos testes de tendência temporal das concentrações dos 18 parâmetros analisados na sub-bacia do rio Paracatu no período de 2006 e 2013

Estações	As _T	Pb _T	Cl _T	Cl-a	Coli. term.	CE	Cor	FeD _T	Fe _{org}	P _T	MO _T	N-NO ₃ ⁻	OD	pH	SST	ST	T _{res}	Turb
PT001	-	-	-	?↓	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	?↑	-	-	-	-	-
PT003	-	-	-	-	-	?↑	↑	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	-	-
PT005	-	-	-	-	-	?↑	?↓	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PT007	-	-	-	-	-	-	?↓	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PT009	-	-	↑	↓	-	-	↓	↑	-	-	-	↑	?↑	-	-	-	-	?↑
PT010	-	-	↑	-	-	-	?↓	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PT011	-	-	↑	-	?↑	-	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PT013	-	-	↑	-	-	-	?↓	↑	-	-	-	↑	?↑	-	-	-	-	-
PTE001	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	?↑
PTE003	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	↑	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PTE005	-	-	↑	-	-	?↑	↑	↑	↑	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PTE007	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	↑	-	-	?↑	-	-	-	-	-	-
PTE009	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	?↑	-	-	-
PTE011	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	?↑	-	-	-	-	-
PTE013	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	?↑	-	↑	-	-	-	-	-	-
PTE015	-	-	↑	-	↑	?↑	↑	↑	-	-	-	↑	?↑	-	-	-	-	?↑
PTE017	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
PTE019	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	?↓	↑	?↑	-	-	-	-	?↓
PTE021	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	↑	-	↑	-	-	-	-	-	-
PTE023	-	-	-	?↓	-	↑	↑	↑	-	-	↑	↑	-	-	-	-	-	-
PTE025	-	-	?↑	-	-	-	↑	↑	-	↑	-	↑	-	-	-	-	-	?↑
PTE027	-	-	↑	-	-	?↑	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	↑
PTE029	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	↑	-	↑	-	-	-	-	-	?↑
PTE031	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	?↑	-	-	-	-	-
PTE033	-	-	↑	-	?↑	-	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	↑
PTE035	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	↑
PTE037	-	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-	-	?↑	↑	-	-	-	-	-

LEGENDA:
? ↑ Inconclusivo com possibilidade de elevação
? ↓ Inconclusivo com possibilidade de redução
↑ Elevação
↓ Redução
- Sem tendência

Em uma avaliação preliminar foi possível perceber que 72% dos resultados indicaram a não existência de tendência, 16% apresentaram tendência de elevação, outros 5% apresentaram tendência de redução e 7% dos resultados se mostraram inconclusivos.

Também foram elaborados mapas para melhor visualização das tendências ao longo da bacia do rio Paracatu permitindo visualizar como a concentração de alguns parâmetros se comportou em cada estação. Os mapas das Figuras 5 a 10 apresentam os resultados para os parâmetros Cloreto total, Coliformes termotolerantes, Cor verdadeira, Fenóis totais, Fósforo total e Oxigênio dissolvido,

parâmetros considerados como os de maior influência na bacia.

Analisando a Tabela 1 e os mapas elaborados (nem todos apresentados), foi possível tirar algumas conclusões sobre a qualidade geral da água ao longo da bacia do rio Paracatu.

Primeiramente, os parâmetros arsênio total, chumbo total, pH e sólidos totais não apresentaram nenhuma tendência significativa de comportamento na bacia, bem como os parâmetros clorofila a coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total, sólidos suspensos totais e turbidez apresentaram mudanças ao longo do tempo em estações

pontuais, não indicando a existência de tendência.

FIGURA 5 - Mapa representando a tendência temporal do parâmetro Cloreto total para as estações de monitoramento da bacia do rio Paracatu

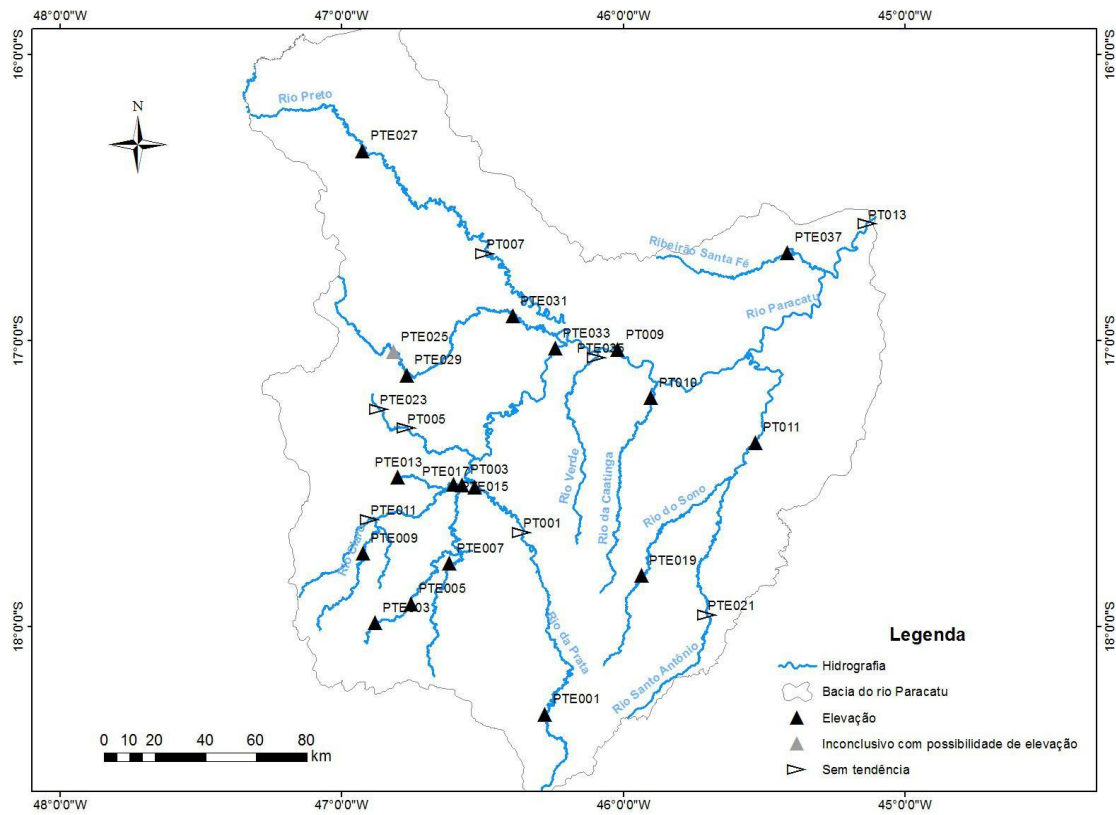


FIGURA 6 - Mapa representando a tendência temporal do parâmetro Coliformes termotolerantes para as estações de monitoramento da bacia do rio Paracatu

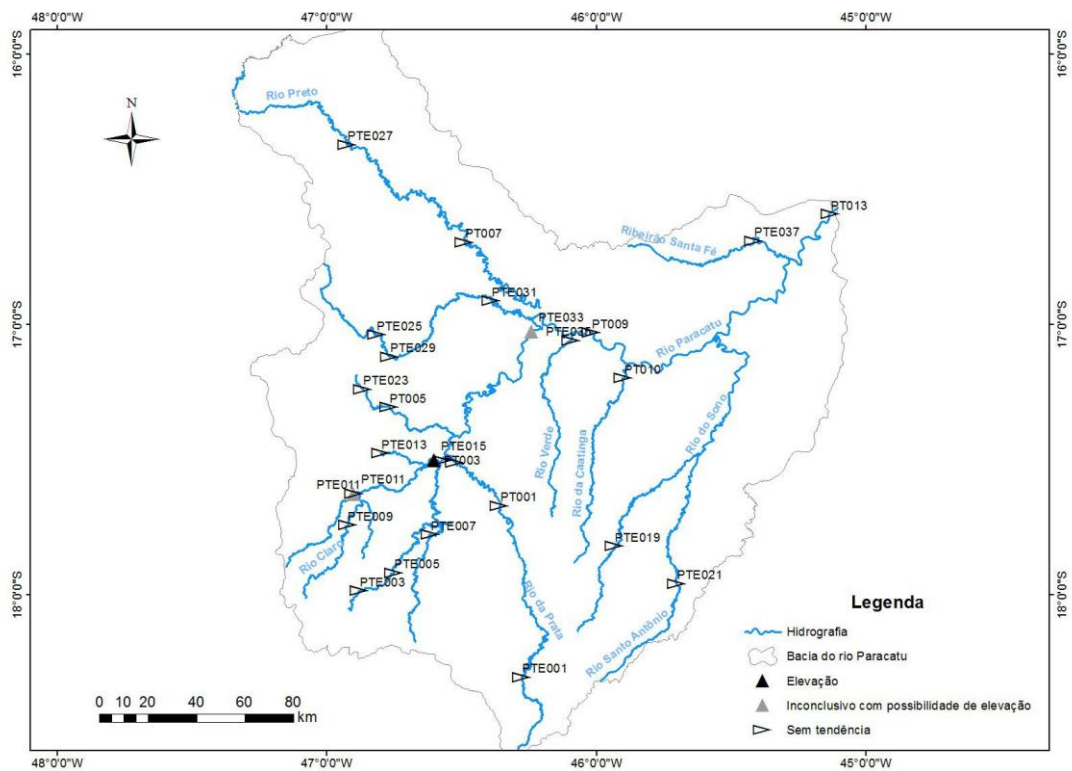


FIGURA 7 - Mapa representando a tendência temporal do parâmetro Fenóis totais para as estações de monitoramento da bacia do rio Paracatu

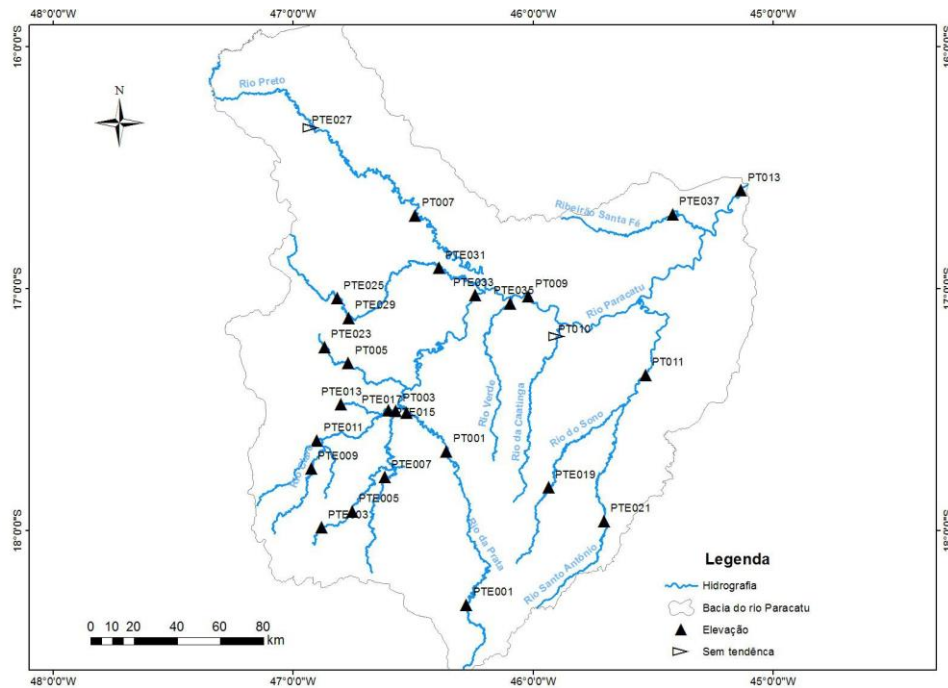
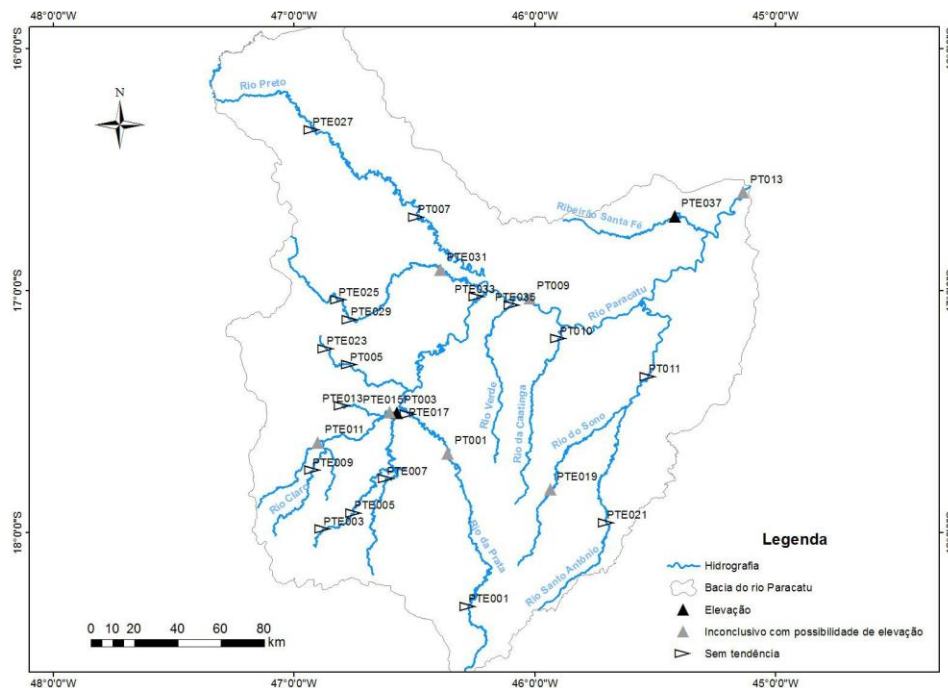


FIGURA 8 - Mapa representando a tendência temporal do parâmetro Oxigênio dissolvido para as estações de monitoramento da bacia do rio Paracatu



Ressalta-se que a ausência de tendência das concentrações de coliformes termotolerantes indicam apenas que a

situação de degradação por este parâmetro continua sem alterações. As altas concentrações em todas as estações de

monitoramento da bacia confirmam o fato de que, segundo SNIS (2012), poucos municípios da bacia coletam o esgoto, e, dentre estes municípios, poucos são aqueles que fazem o tratamento do seu esgoto antes de lançá-los nos corpos d'água.

Houve uma tendência de elevação em quase todas as estações de monitoramento da bacia para os parâmetros cloreto total, fenóis totais e nitrato, indicando o aumento da atividade de agricultura na região. Houve também uma tendência de redução ou possibilidade de redução para todas as estações de monitoramento da bacia para o parâmetro cor verdadeira.

Apenas o parâmetro turbidez apresentou duas tendências completamente diferentes, que foi o caso das estações PTE015 e PTE019, com casos inconclusivos e possibilidade de elevação e redução, respectivamente. Todos os demais parâmetros tiveram apenas resultados de elevação e inconclusivo com possibilidade de elevação ou de redução.

CONCLUSÃO

A sub-bacia do rio Paracatu apresentou uma tendência de elevação em quase todas as estações de monitoramento

da bacia para os parâmetros cloreto total, fenóis totais e nitrato, indicando o aumento da atividade de agricultura. Além disso, a estação PTE015, apresentou a tendência de elevação do parâmetro coliformes termotolerantes, indicando o lançamento de efluentes domésticos sem tratamento ou com baixa eficiência de tratamento, fatores que podem levar ao aporte de sedimentos e contaminação das águas.

É importante ressaltar que a qualidade das águas na sub-bacia do rio Paracatu é reflexo do manejo do uso e ocupação do solo em toda a sub-bacia e, para que melhorias sejam percebidas, a sub-bacia como um todo precisa da implementação de medidas de conservação. A adoção de medidas pontuais de saneamento e outras obras são importantes, mas deve-se promover a ação integrada de diversos setores e a conscientização e colaboração por parte dos usuários, moradores da região, indústrias e demais envolvidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) por terem disponibilizados os dados e viabilizado essa pesquisa, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio permanente.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, T. B. C. **Avaliação da qualidade das águas Superficiais da sub-bacia do rio Paracatu em função do uso e Ocupação do solo.** UFMG, Belo Horizonte, MG. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015. 156p.
- CHANG, H. Spatial analysis of water quality trends in the Hain river basin, South Korea. **Water Research**, v.42, p.3285-3304, 2008.
- CHRISTOFARO, C.; LEÃO, M. M. D. Caracterização temporal do arsênio nos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio das Velhas, MG, Brasil, ao longo de uma década (1998-2007). **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.4, n.3, p.54-66, 2009.
- GOCIC, M.; TRAJKOVIC, S. Trend analysis of water quality parameters for the Nisava river. **Architecture and Civil Engineering**, v.11, n.3, p.199-210, 2013.
- HELSEL, D. R.; HIRSCH, R. M. **Statistical methods in water resources** – Chapter A3: Techniques of Water-Resources Investigations. Book 4. United States Geological Survey, 2002. 522p.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão Das Águas. Plano Diretor de Recursos Hídricos do rio Paracatu: Resumo Executivo. Governo de Minas Gerais. Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do rio Paracatu. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2006. 384p.
- MELO, M. C. A.; ASSUNÇÃO, W. L. **Bacia do Rio Paracatu: Regime Pluviométrico X Consumo de Água por Pivô Central**, 2011. 26p.
- PINTO, C. C. **Importância da avaliação de dados de concentração e de carga de poluentes em bacias hidrográficas: exemplo da bacia do rio Verde.** UFMG, Belo Horizonte, MG. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016. 189p.
- SILVA, L. L. O. Papel do Estado no Processo de Ocupação das Áreas de Cerrado entre as Décadas de 60 e 80. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geografia UFU. **Revista Caminhos da Geografia**, n.1, v.2, p.24-36, 2000.
- SNIS. Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento. Série Histórica referente ao ano de 2012. Disponível em:<http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em 30 Abr. 2014.
- SUN, C. C.; SHEN, Z. Y.; XIONG, M.; MA, F. B.; LI, Y. Y.; CHEN, L.; LIU, R. M. Trend of dissolved inorganic nitrogen at stations downstream from the Three-Gorges Dam of Yangtze river. **Environmental Pollution**, v.180, p.13-18, 2013.
- TABARI, H.; MAROFI, S.; AHMADI, M. Long-term variations of water quality parameters in the Maroon river, Iran. **Environmental Monitoring Assessment**, v.177, p.273-287, 2011.
- TRINDADE, A. L. C. **Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de dados de monitoramento de qualidade**

**das águas superficiais da porção
mineira da bacia do rio São Francisco.
UFMG, Belo Horizonte, MG.**

Dissertação (Mestrado em Saneamento,
Meio Ambiente e Recursos Hídricos) –
Universidade Federal de Minas Gerais.
Belo Horizonte, 2013. 181p.

VASCONCELOS, V. V.; JUNIOR, P. P.
M.; HADAD, R. M. **Caracterização**

Ambiental da Bacia do Rio Paracatu.

Projeto Sistemas de Arquitetura de
Conhecimentos e de Auxílio à Decisão na
Gestão Geo-ambiental e Econômica das
Bacias Hidrográficas e Propriedades
Rurais. Universidade Federal de Ouro
Preto e Fundação CETEC: Junho de 2012.