

IV-216 – DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DO RIBEIRÃO VERMELHO EM LAVRAS- MG

Eduardo Lordelo Volpato⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestrando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Fernando Neris Rodrigues

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário de Formiga-MG. Mestre em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela UFLA. Doutorando em Recursos Hídricos pela UFLA. Professor da Universidade Estadual de Minas Gerais.

Ronaldo Fia

Graduado em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV. Professor Associado do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da UFLA.

Fátima Resende Luiz Fia

Graduada em Engenharia Agrícola pela UFLA. Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola pela UFV. Professora Adjunta do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da UFLA.

Endereço⁽¹⁾: Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Centro - CEP 13566-590 - São Carlos - SP, Brasil - Tel: (35) 999229779 - e-mail: duduvolpato19@gmail.com

RESUMO

A poluição hídrica dos cursos d'água é assunto de extrema relevância para as funções ecológicas e de abastecimento público, principalmente no Brasil, visto às dificuldades enfrentadas com relação ao saneamento básico. As variáveis de qualidade de água estão inter-relacionadas, por isso, é relevante entender como se estabelece a correlação entre elas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as variáveis de qualidade no Ribeirão Vermelho - Lavras MG, e determinar se existe correlação de Pearson (r) significativa ($r=|1|$) entre elas, e se é proporcional ($r>0$) ou inversamente proporcional ($r<0$). Nove amostras foram coletadas em 9 pontos, desde a nascente até a foz do Ribeirão Vermelho, entre novembro/2016 e agosto/2017, para análise das variáveis: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio total e nitrato (NT e Nt), fósforo total e fosfato (PT e Pf), coliformes termotolerantes (CT) e *E. Coli* (EC), sólidos totais (ST), e a condutividade elétrica (CE), em laboratório. A correlação de Pearson (r) entre as variáveis foi obtida por programação em linguagem R. As relações mais significativas obtidas para todo o período foram: OD e Pf, -0,7; OD e CE, -0,71; Nt e EC, 0,54; Pf e CE, 0,79; CE e DBO, 0,46; DBO e PT, 0,58. Para os meses quentes: OD e Pf, -0,59; OD e PT, -0,5; OD e CE, -0,61; OD e DBO, -0,58; Nt e EC, 0,61; ST e Pf, 0,45; ST e PT, 0,64; ST e DBO, 0,52; Pf e CE, 0,71; Pf e DBO, 0,65; PT e CE, 0,67; PT e DBO, 0,75; CE e DBO, 0,7. Para os meses frios: OD e Pf, -0,8; OD e CE, -0,79; Pf e CE, 0,81; DBO e CT, 0,55; DBO e EC, 0,61. A partir dos dados é possível perceber que algumas correlações foram significativas independente do período, como o caso do OD e Pf, OD e CE, Pf e CE, CT e CE. Foi possível perceber que certas variáveis aumentaram ou reduziram sua correlação dependendo do período, e isso se deve principalmente à ocorrência de chuva, que aumenta a vazão e dilui as concentrações, mas também vai haver maior arraste de partículas por escoamento superficial. Nos meses de menor vazão, maior será a concentração de certas variáveis. Portanto, a partir destas relações pode se perceber mudanças nas características do Ribeirão Vermelho ao longo das estações do ano, que muito se deve ao fato dos lançamentos clandestinos de efluentes, efluentes tratados parcialmente, e da degradação da bacia hidrográfica no entorno.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Hídrica, IET, Correlação de Pearson, IQA, Oxigênio dissolvido, Coliformes.

INTRODUÇÃO

A poluição dos recursos hídricos é assunto de extrema relevância para as funções ecológicas e de abastecimento público, principalmente no Brasil, visto às dificuldades enfrentadas com relação ao saneamento básico (ANA, 2017). Dentre os principais contaminantes se dá destaque aos nutrientes (N, P), à matéria orgânica (DBO - demanda bioquímica de oxigênio) e à contaminação fecal (VON SPERLING, 2014).

O excesso de nutrientes em um corpo d'água, eutrofização, pode levar ao crescimento de macrófitas, algas e cianobactérias, que são prejudiciais para o abastecimento público, pelas cianotoxinas e outros empecilhos para o tratamento, impactos no ecossistema aquático e problemas para hidroelétricas e reservatórios (LAMPARELLI, 2004).

O oxigênio é essencial para todos os organismos aeróbios, ou seja, sua falta cria um ambiente impróprio para existir vida superior. Em falta ele é um indicativo de excesso de matéria orgânica ou outras substâncias, que por meio de um processo degradativo microbiano, consoma o oxigênio do meio. O excesso pode indicar atividade fotossintetizante elevada, consequência de um processo de eutrofização. O oxigênio dissolvido varia de acordo com temperatura, altitude e salinidade do corpo d'água; portanto, não necessariamente sua baixa concentração indica poluição por matéria orgânica, a qual pode ser quantificada indiretamente, como DBO (IGAM, 2013).

A contaminação fecal é avaliada por meio de microrganismos indicadores do grupo coliformes, o principal organismo utilizado para sua detecção é a *Escherichia coli* (*E. coli*), de extrema importância em termos de saúde pública quando se considera a utilização da água, seja para irrigação, abastecimento urbano ou balneabilidade. Como existem diversas variáveis que indicam a qualidade de um corpo d'água, foram criados índices para se determinar a qualidade de um corpo d'água, estes índices englobam as variáveis mais significativas, e são dados pesos a cada uma dessas (BRASIL, 2005).

Desta forma se obtém uma “nota”, que indica a qualidade do recurso hídrico; esta nota pode ser classificada em intervalos, evidenciando assim um valor qualitativo (ex: “bom” “médio” “ruim”). Os índices ajudam autoridades que não tem conhecimento técnico a perceber a poluição de um corpo hídrico, conscientizar a população e além de poder indicar prioridades para a gestão de recursos hídricos. Os principais índices são o Índice de Qualidade de água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET), calculado partir do fósforo total (CETESB, 2013; IGAM, 2013).

Apesar dos índices demonstrarem as condições de um corpo d'água, é possível entender mais especificamente as variáveis de qualidade, por meio das inter-relações entre estas; por isso, é relevante entender como se estabelece a correlação entre elas, possibilitando apontar estratégias de controle para a poluição.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi quantificar as variáveis para o cálculo do IQA e IET no Ribeirão Vermelho, Lavras-MG. E determinar se existe correlação de Pearson (r) significativa ($r=|1|$) entre elas, e se é proporcional ($r>0$) ou inversamente proporcional ($r<0$).

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em 9 pontos do Ribeirão Vermelho, localizado no município de Lavras- MG (21° 14' 45" S, 44° 59' 59" W): P1-nascente; P2-tributário Lagoa dos Ipês; P3- tributário córrego Centenário; P4-tributário do Antigo Matadouro; P5-montante ETE Municipal/Lavras; P6-jusante ETE Municipal/Lavras; P7-jusante ETE abatedouro; P8-montante ETE abatedouro; P9-foz no Rio Grande.

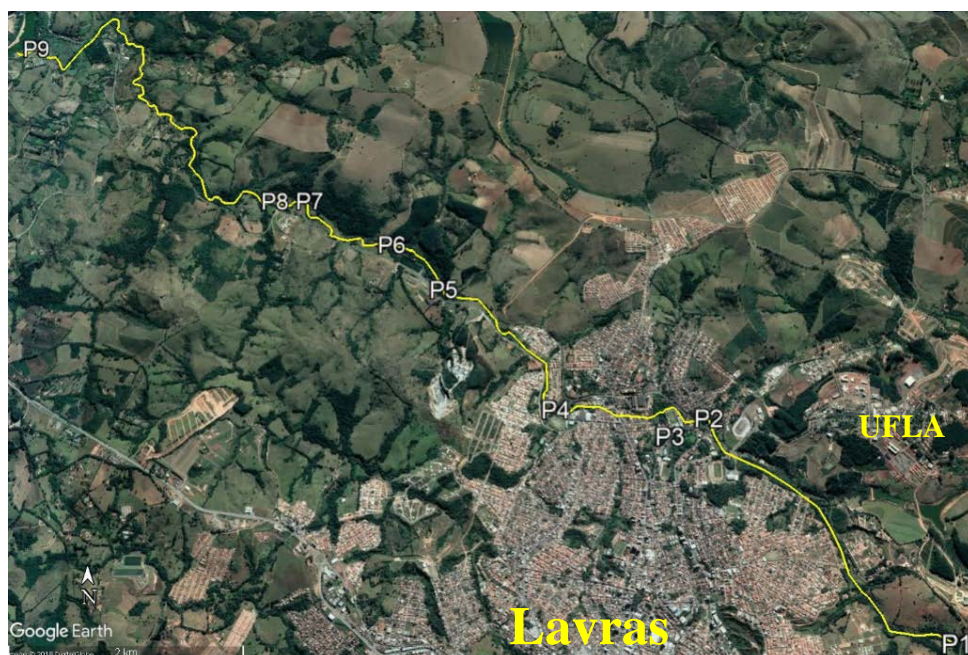


Figura 1. Mapa de localização dos pontos amostrais de água para determinação da qualidade ao longo do Ribeirão vermelho e seus principais tributários no município de Lavras-MG.

Foram realizadas 9 amostragens nos diferentes pontos, entre novembro de 2016 e agosto de 2017, para análise das variáveis, em laboratório e em campo. As variáveis avaliadas foram: vazão, turbidez, cor, condutividade elétrica (CE), pH, sólidos totais (ST), oxigênio dissolvido (OD), DBO, Nitrato (Nt), fósforo total (PT) e fosfato e (Pf), cloretos, coliformes termotolerantes (CT) e *E. coli* (EC) (APHA; AWWA; WEF, 2005).

Após as análises, determinou-se pela equação proposta pela Agência Nacional de Águas, o IQA (CETESB, 1975), e pela equação proposta por Lamparelli, o IET (LAMPARELLI, 2004).

As variáveis pH, DBO, vazão, OD, Nt, PT, Pf, CT e EC, ST, CE, turbidez, além dos valores de IET e IQA foram utilizadas para o cálculo de correlação de Pearson (r) entre as variáveis, cálculo este feito por programação em linguagem R (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS

Os valores médios dos nove pontos amostrais de IQA e IET nas nove amostragens (entre novembro de 2016 e agosto de 2017) estão apresentados na Figura 2a. Os valores médios ao longo dos pontos amostrais estão apresentados na figura 2b.

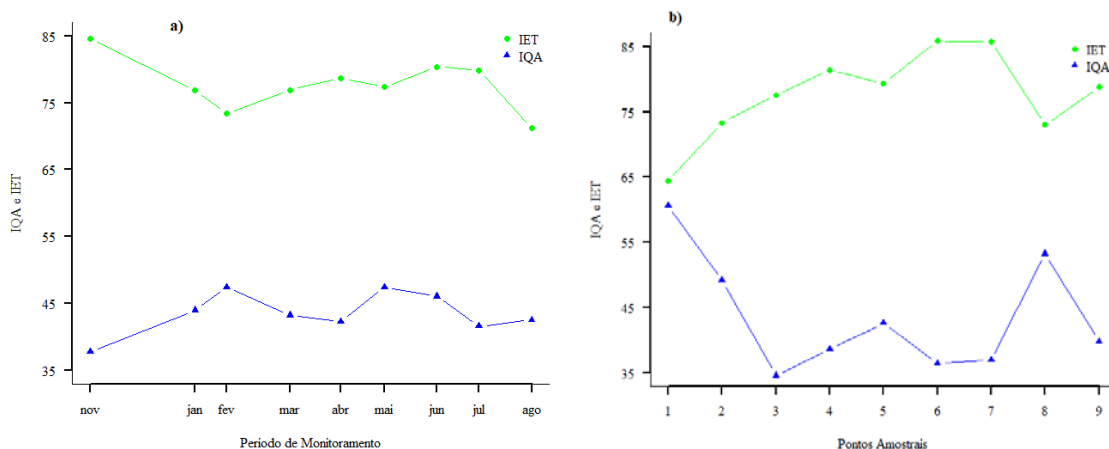


Figura 2. (a) Variação temporal dos valores médios de IQA e IET observados ao longo do Ribeirão Vermelho e os principais tributários. (b) Variação dos valores médios de IQA e IET observados no período de monitoramento da qualidade da água em cada ponto amostral.

Observando a Figura 2a, de forma geral, nota-se não haver tendência de alteração brusca nos valores de IET e IQA ao longo do ano, que poderia ser influenciada pela variação de vazão nos cursos d'água, tal como verificado por Fia et al. (2015). A variação dos dados totais ao longo dos períodos, é perceptível uma pequena melhora dos valores no período chuvoso (janeiro a março/2017), em função da diluição dos contaminantes causada pelo aumento da vazão.

Os valores de IQA médio por período de coleta, indicaram que a qualidade da água foi ruim em todos os pontos, exceção da nascente, e em todos os períodos, assim como no IET todos os pontos amostrais foram classificados como hipereutrófico.

Analisando os dados totais por ponto amostral (Figura 2b), é possível perceber que a nascente apresenta uma condição melhor em termos de qualidade. E que há perda de qualidade gradativamente durante o percurso do Ribeirão até o ponto em que a vazão se torna maior, devido a presença de afluentes, e reduz a concentração dos poluentes por diluição.

Alguns pontos apresentam melhora na qualidade, isto devido principalmente ao fator diluição que ocorre pelos tributários e outras vazões que são incorporadas, como esgoto tratado. O estado trófico do rio foi menor quando a qualidade do rio estava melhor, e maior quando a qualidade deste estava pior.

A média do IQA para os pontos amostrais P1 a P9 foi: 68 (Médio); 50 (Ruim); 35 (Ruim); 39 (Ruim); 43 (Ruim); 36 (Ruim); 37 (Ruim); 57 (Médio) e 40 (Ruim). A média do IET para os pontos amostrais P1 a P9 foi: 68; 76; 76; 84; 79; 88; 87; 69 e 81, sendo todos hipereutróficos.

As Figuras 3, 4a, 4b apresentam os valores da correlação (r), em porcentagem, entre as variáveis qualidade de água do Ribeirão Vermelho. Sedo respectivamente de todo período amostral (Figura 3), dos meses quentes com maior incidência de chuvas (Figura 4a) e meses frios, com menor incidência de chuvas (Figura 4b).

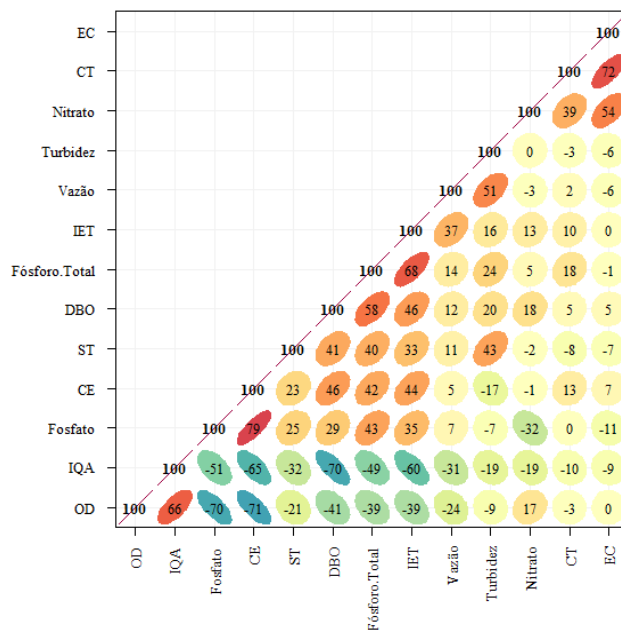


Figura 3. Correlação (r), em porcentagem, entre as variáveis de qualidade de interesse, para todo período de coleta amostral.

Além das correlações esperadas de serem mais elevadas como EC e CT, IQA e IET, IQA e suas variáveis com maiores pesos, IET e PT, Vazão e Turbidez. As relações mais significativas obtidas para todo o período foram: OD e Pf, -0,7; OD e CE, -0,71; Nt e EC, 0,54; Pf e CE, 0,79; CE e DBO, 0,46; DBO e PT, 0,58. Sendo possível inferir diversas considerações a partir destes valores.

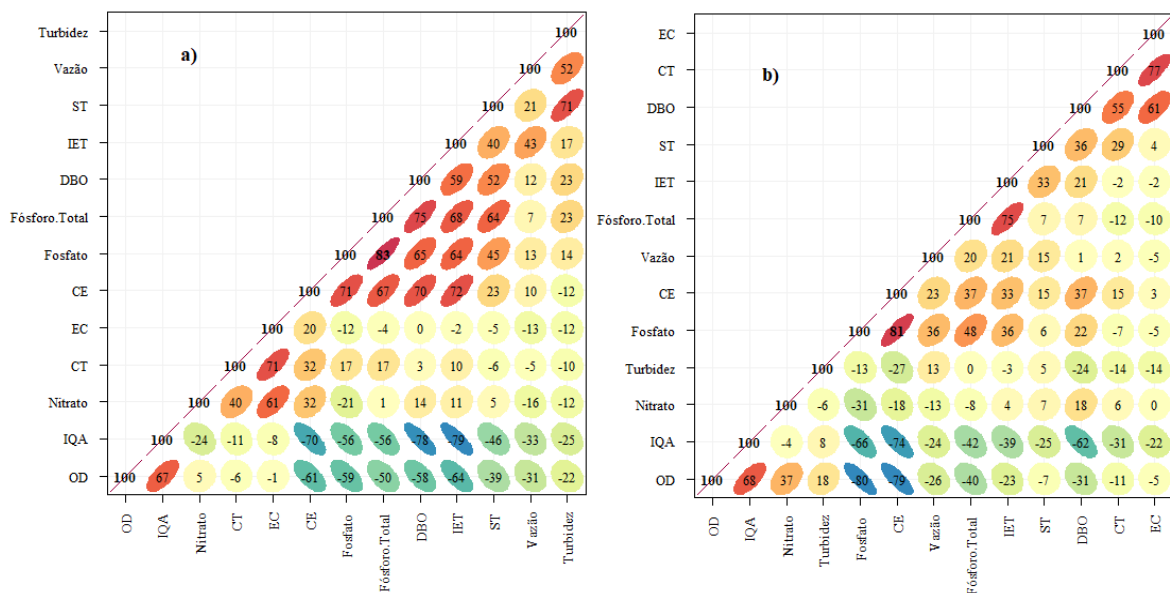


Figura 4. (a) Correlação de Pearson (r), em porcentagem, entre as variáveis de qualidade de interesse, para os meses quentes com maiores índices pluviométricos (b) Correlação Pearson (r), em porcentagem, entre as variáveis de qualidade de interesse, para os meses frios com menores índices pluviométricos.

Para os meses quentes as correlações mais significativas foram: OD e Pf, -0,59; OD e PT, -0,5; OD e CE, -0,61; OD e DBO, -0,58; Nt e EC, 0,61; ST e Pf, 0,45; ST e PT, 0,64; ST e DBO, 0,52; Pf e CE, 0,71; Pf e DBO, 0,65; PT e CE, 0,67; PT e DBO, 0,75; CE e DBO, 0,7. Para os meses frios: OD e Pf, -0,8; OD e CE, -0,79; Pf e CE, 0,81; DBO e CT, 0,55; DBO e EC, 0,61.

A partir dos dados é possível perceber que algumas correlações foram significativas independente do período, como o caso do OD e Pf, OD e CE, Pf e CE, CT e CE. Foi possível perceber que certas variáveis aumentaram ou reduziram sua correlação dependendo do período, e isso se deve principalmente pelas chuvas, que aumentam a vazão e diluem as concentrações, mas também vai haver maior arraste de partículas por escoamento superficial. Nos meses de menor vazão, maior será a concentração de certas variáveis.

CONCLUSÕES

A qualidade das águas do Ribeirão Vermelho pode ser atribuída às mudanças do uso do solo na sua bacia, aos lançamentos de efluentes clandestinos e a baixa eficiência dos tratamentos de efluente existentes na bacia hidrográfica.

Além disso, a partir destas relações pode se perceber mudanças nas características do Ribeirão Vermelho ao longo das estações do ano, que muito se deve aos fatores climáticos somados à intervenção humana como os lançamentos clandestinos de efluentes, efluentes tratados parcialmente, e da degradação da bacia hidrográfica no entorno.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Fapemig o apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21th Ed). Washington, DC, 2005.
2. Agência nacional de águas (ANA). Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasil, 2017.
3. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, n. 053, págs. 58-63, 18/03/2005
4. Companhia ambiental do estado de São Paulo (CETESB). Índice de Qualidade das Águas – IQA. São Paulo, 1975.
5. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2013. Qualidade da água. Disponível: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-dequalidade-das-%C3%A1guas>. Acesso em: 20 mar. 2019.
6. FIA, R., TADEU, C. H., MENEZES, J. P. C., FIA, F. R. L., OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n.1, p. 267 – 275, jan./mar. 2015.
7. IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA): Estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA). Relatório 1. 2005. Disponível em: <http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/downloads/SCQA_final.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.
8. IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Indicadores de qualidade. Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/boletim-qualidade-das-aguas/1650-indicadores-de-qualidade>>. Acesso em: 20 mar. 2019.
9. LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo, 2004. Tese de doutorado da Universidade de São Paulo (USP), 2004.
10. R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna - Austria, 2018. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
11. VON SPERLING, M. Introdução a qualidade de água e tratamento de Esgotos. 4 ed. Ver. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 243p.