



Análise do nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza em diferentes amostras de águas naturais e impactadas

Douglas de Pádua Andrade Murilo Henrique Tank Fortunato* & Paulo Augusto Zaitune Pamplin

Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, Brasil

Recebido 14 novembro 2024 / Aceito 16 dezembro 2024

Resumo

Este estudo investigou a qualidade da água em riachos localizados no planalto de Poços de Caldas, MG, Brasil, analisando as concentrações de nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza. Essas variáveis são fundamentais para a saúde dos ecossistemas aquáticos e para o uso humano da água, pois níveis excessivos de nutrientes como nitrogênio e fósforo podem causar eutrofização, impactando a fauna aquática. O estudo comparou três tipos de riachos: Impactados Urbanos (IU), Preservados Urbanos (PU) e Preservados Naturais (PN), e as amostras foram coletadas mensalmente ao longo de 2015, utilizando um sensor multiparâmetro. Os resultados foram analisados por meio de ANOVA e correlação de Pearson, revelando diferenças significativas nas variáveis entre os tipos de riachos. Em riachos impactados, as concentrações de nutrientes foram mais elevadas, associadas a atividades humanas como escoamento agrícola e despejo de efluentes. A correlação entre dureza e alcalinidade evidenciou a influência de íons de cálcio e magnésio, comuns em áreas agrícolas e regiões com rochas carbonáticas. Esses achados destacam a necessidade de estratégias de mitigação para reduzir a poluição e proteger a estabilidade química da água, sugerindo práticas como redução do uso de fertilizantes e restauração de zonas ripárias para o controle de nutrientes. O estudo reforça a importância do monitoramento constante e das políticas de manejo ambiental para preservar a qualidade da água em ambientes aquáticos.

Palavras-chave: Escoamento agrícola, qualidade da água, variáveis físico-químicas.

Abstract - Analysis of nitrogen, phosphorus, alkalinity, and hardness in different samples of natural and impacted waters

This study investigated water quality in streams located in the Poços de Caldas plateau, MG, Brazil, by analyzing concentrations of nitrogen, phosphorus, alkalinity, and hardness. These variables are essential for the health of aquatic ecosystems and human water use, as excessive nutrient levels such as nitrogen and phosphorus can lead to eutrophication, impacting aquatic fauna. The study compared three types of streams: Impacted Urban (IU), Preserved Urban (PU), and Preserved Natural (PN), with water samples collected monthly throughout 2015 using a multiparameter sensor. The results were analyzed using ANOVA and Pearson correlation, revealing significant differences in variable among the stream types. Impacted streams showed higher nutrient concentrations, associated with human activities such as agricultural runoff and wastewater discharge. The correlation between hardness and alkalinity highlighted the influence of calcium and magnesium ions, common in agricultural areas and regions with carbonate rocks. These findings underscore the need for mitigation strategies to reduce pollution and protect the chemical stability of water, suggesting practices such as reduced fertilizer use and riparian zone restoration to control nutrient levels. The study reinforces the importance of constant monitoring and environmental management policies to preserve water quality in aquatic environments.

Key words: Agricultural runoff, water quality, physicochemical variables.

Resumen - Análisis de nitrógeno, fósforo, alcalinidad y dureza en diferentes muestras de aguas naturales e impactadas.

Este estudio investigó la calidad del agua en arroyos ubicados en el altiplano de Poços de Caldas, MG, Brasil, analizando las concentraciones de nitrógeno, fósforo, alcalinidad y dureza. Estas variables son fundamentales para la salud de los ecosistemas acuáticos y para el uso humano del agua, ya que niveles excesivos de nutrientes

*Autor Correspondente: Fortunato, M. H. T., e-mail: mtank@live.com

como el nitrógeno y el fósforo pueden causar eutrofización, afectando la fauna acuática. El estudio comparó tres tipos de arroyos: Impactados Urbanos (IU), Preservados Urbanos (PU) y Preservados Naturales (PN), y se recolectaron muestras mensualmente a lo largo de 2015, utilizando un sensor multiparámetro. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y correlación de Pearson, revelando diferencias significativas en los parámetros entre los tipos de arroyos. En arroyos impactados, las concentraciones de nutrientes fueron más altas, asociadas a actividades humanas como la escorrentía agrícola y el vertido de efluentes. La correlación entre dureza y alcalinidad evidenció la influencia de iones de calcio y magnesio, comunes en áreas agrícolas y en regiones con rocas carbonatadas. Estos hallazgos destacan la necesidad de estrategias de mitigación para reducir la contaminación y proteger la estabilidad química del agua, sugiriendo prácticas como la reducción del uso de fertilizantes y la restauración de zonas ribereñas para controlar los niveles de nutrientes. El estudio refuerza la importancia de un monitoreo constante y de políticas de gestión ambiental para preservar la calidad del agua en ambientes acuáticos.

Palabras clave: Escorrentía agrícola, calidad del agua, variables fisicoquímicas.

Introdução

A qualidade da água é um fator essencial para a manutenção de ecossistemas aquáticos saudáveis, sendo também de extrema importância para o abastecimento humano, o uso industrial e a preservação da biodiversidade. Os corpos d'água estão sujeitos a diversas influências, tanto naturais quanto antrópicas, que podem alterar significativamente suas características físico-químicas, o que, por sua vez, impacta a vida aquática e a qualidade da água para consumo humano. Atualmente, aproximadamente 65% das águas continentais estão moderadamente ou altamente ameaçadas por distúrbios antropogênicos e mudanças climáticas (Damiani et al., 2019).

Entre os principais fatores que afetam a qualidade da água, destacam-se os níveis de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo, a alcalinidade (relacionada à capacidade tamponante da água) e a dureza (que indica a concentração de íons como cálcio e magnésio). A presença em excesso de nitrogênio e fósforo, em particular, pode levar a problemas de eutrofização, caracterizada pelo crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas que, ao consumir grandes quantidades de oxigênio, prejudicam a fauna aquática e a qualidade geral do ecossistema (da Silva et al., 2020).

Além disso, a alcalinidade e a dureza da água fornecem informações valiosas sobre o conteúdo mineral e a capacidade da água de resistir a mudanças no pH. A alcalinidade, em especial, é fundamental para a estabilidade química da água, uma vez que regula o efeito de ácidos adicionados ao corpo d'água, protegendo os organismos aquáticos de oscilações abruptas de pH (Moura et al., 2010).

Dessa forma, a análise desses parâmetros é essencial para identificar as fontes de poluição e os potenciais impactos sobre os ecossistemas aquáticos e o uso humano da água (de Souza et al., 2014). No Brasil, a poluição hídrica tem se tornado uma preocupação crescente, particularmente em regiões urbanizadas, onde o escoamento superficial de águas pluviais e o descarte inadequado de efluentes são as principais causas de degradação da qualidade da água (de Castro et al., 2007).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar as concentrações de nitrogênio e fósforo, assim como a quantificação da dureza e da alcalinidade em ambientes lóticos localizados no planalto de Poços de Caldas, visando entender as variações desses parâmetros físico-químicos entre diferentes riachos e identificar potenciais fontes de poluição e impactos ambientais.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado na região do Planalto de Poços de Caldas, está localizado no sul de Minas Gerais, Brasil, e caracteriza-se por uma geomorfologia única, resultante da formação de uma caldeira vulcânica. A região abriga tanto áreas urbanas quanto zonas de preservação ambiental, proporcionando uma diversidade de ambientes aquáticos.

Coleta de Amostras

As amostras de água foram coletadas em três categorias de riachos durante todo o ano de 2015. A classificação dos riachos foi realizada da seguinte forma:

Riachos Impactados Urbanos (IU): sujeitos a escoamento urbano, com evidentes sinais de contaminação por poluentes domésticos e industriais.

Riachos Preservados Urbanos (PU): localizados em áreas urbanas, mas com baixíssimo impacto antrópico.

Riachos Preservados Naturais (PN): situados em áreas protegidas e sem intervenção humana significativa.

Variáveis Medidas

Foram analisados os seguintes variáveis:

Nitrogênio Total (mg/L): Indicador da quantidade de compostos nitrogenados, frequentemente utilizado para identificar poluição por escoamento agrícola ou esgoto.

Fósforo Total (mg/L): Nutriente que, em excesso, pode provocar eutrofização.

Alcalinidade (mg/L): Reflete a capacidade da água em neutralizar ácidos, crucial para a estabilidade do pH.

Dureza (mg/L): Medida da concentração de íons como cálcio e magnésio, importantes para a saúde aquática e qualidade da água.

Instrumentos Utilizados

As amostras de água foram analisadas utilizando um equipamento, com sensor multiparâmetro para medições precisas realizadas in situ. As coletas ocorreram mensalmente (1 dia de cada mês) ao longo de um ano. Em cada dia de coleta, as medições foram realizadas em intervalos de 00, 15, 30, 45 e 60 minutos, com o objetivo de obter uma média representativa para cada ponto de amostragem.

Variáveis Físico-Químicas

Os resultados das medições das variáveis físico-químicas (concentrações de nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza) foram agrupados de acordo com as três categorias de riachos: Riachos Impactados Urbanos (IU), Riachos Preservados Naturais (PN) e Riachos Preservados Urbanos (PU). As análises foram realizadas em triplicata para cada amostra, garantindo a robustez dos dados.

Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (Anova) para identificar diferenças significativas entre os grupos de riachos. Além disso, foi realizada a correlação de Pearson entre as variáveis medidas para verificar interdependências entre os fatores físico-químicos. Todas as análises foram conduzidas no software R Studio, versão 2023.

Resultados e Discussão

Os valores médios das variáveis, com seus respectivos desvios padrão, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza para os riachos estudados

Variável	IU (n=10)	PU (n=10)	PN (n=10)
Nitrogênio (mg/L)	7,82 ± 1,12	2,34 ± 0,95	1,29 ± 0,48
Fósforo (mg/L)	0,92 ± 0,45	0,45 ± 0,21	0,18 ± 0,08
Alcalinidade (mg/L)	150,3 ± 12,7	102,4 ± 8,5	95,6 ± 7,9
Dureza (mg/L)	256,2 ± 19,5	190,4 ± 15,3	175,8 ± 12,9

Análise de Variância (Anova)

Para verificar se há diferenças significativas entre as concentrações de nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza nos diferentes tipos de riachos (IU, PU e PN), foi realizada uma Anova, Tabela 2, de um fator. Essa técnica estatística foi utilizada para determinar se as variações observadas entre as médias dos grupos são estatisticamente significativas.

Os resultados da Anova indicam que há diferenças estatisticamente significativas (valor-p < 0,05) nas concentrações de nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza entre os três grupos de riachos.

Correlação Entre-as variáveis

A fim de explorar as possíveis correlações entre os parâmetros físico-químicos, foi utilizada a Correlação de Pearson para examinar as relações entre nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza. Os resultados estão descritos na Tabela 3.

Tabela 2. Resultados da Anova para os diferentes variáveis físico-químicas

Variável	Valor de F	Valor-p	Significância
Nitrogênio	42,15	< 0,001	Significativo
Fósforo	15,78	< 0,001	Significativo
Alcalinidade	8,34	0,003	Significativo
Dureza	12,56	0,001	Significativo

Tabela 3. Correlação de Pearson entre os parâmetros físico-químicos

Variável	Nitrogênio	Fósforo	Alcalinidade	Dureza
Nitrogênio	1,00	0,74**	0,61*	0,58*
Fósforo	0,74**	1,00	0,65*	0,63*
Alcalinidade	0,61*	0,65*	1,00	0,71**
Dureza	0,58*	0,63*	0,71**	1,00

Nota: Correlação significativa ao nível de 0,01 () e 0,05 (*) **.

Os resultados mostram uma correlação moderada a forte entre as concentrações de nitrogênio e fósforo, o que está de acordo com o comportamento esperado desses nutrientes, frequentemente associados aos processos de eutrofização. Ambos os elementos tendem a ocorrer em ambientes afetados por atividades humanas, como a agricultura, conforme apontado por pesquisas que destacam a necessidade de controlar simultaneamente as concentrações de nitrogênio e fósforo para mitigar os efeitos da eutrofização. Estudos sobre gerenciamento de ecossistemas aquáticos sugerem que estratégias de mitigação, como a redução do uso de fertilizantes e a recuperação de zonas ripárias, são eficazes para diminuir a quantidade desses nutrientes nas águas superficiais (de Souza Sardinha et al., 2022; Barão et al., 2021).

A correlação significativa entre a alcalinidade e a dureza da água também encontra respaldo na literatura, que aponta que ambas as variáveis estão diretamente relacionadas à presença de íons de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Esses íons, além de contribuírem para a dureza da água, desempenham um papel fundamental na alcalinidade, ajudando a manter a capacidade tampão do sistema aquático (Melo et al., 2024). Regiões com rochas carbonáticas ou submetidas ao escoamento agrícola são frequentemente associadas a altos níveis de dureza e alcalinidade devido à dissolução de minerais calcários e à aplicação de fertilizantes contendo cálcio e magnésio (Freitas et al., 2021).

Esses achados indicam que processos que aumentam a dureza da água, como a dissolução de minerais ricos em cálcio e magnésio, também elevam a alcalinidade. Embora a alta alcalinidade ajude a estabilizar o pH da água, proporcionando maior resistência a variações químicas bruscas, essa condição pode ser problemática em ambientes eutrofizados, pois favorece o crescimento de algas e outras espécies que prosperam com o aumento de nutrientes.

Assim, os resultados deste estudo corroboram com achados prévios da literatura, sublinhando a importância do monitoramento e controle de nutrientes e minerais em sistemas aquáticos, especialmente em áreas sob influência de atividades antrópicas. Esses dados reforçam o entendimento sobre os processos que afetam a qualidade da água em ambientes lóticos e servem como base para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo ambiental.

Referências

- Barão, W.N., Melloni, E.G.P., Pons, N.A.D., & Teixeira, D.L.S. (2021). Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral-MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(1), 439-454.
- Castro, B. A. (2007). Poluição hídrica: aspectos fundamentais da tutela jurídico-penal no Brasil. *Revista do Direito Público*, 2(3), 203-228.
- Damiani, M., Lamouroux, N., Pella, H., Roux, P., Loiseau, E., & Rosenbaum, R.K. (2019). Spatialized

freshwater ecosystem life cycle impact assessment of water consumption based on instream habitat change modeling. *Water Research*, 163, 114884. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114884>

- Freitas, M.A.D., Senhorinho, E.M., & Goffermann, M. (2021). Mapeamento geológico e hidrogeológico do município de Joinville–SC: produto 4, mapa hidrogeoquímico. *CPRM*.
- Melo, J.G., Brito, L.M., Santos, E.C.L., Santos-Silva, A.L., López, A.M.Q., & Silva, A.C.C. (2024). Qualidade físico-química e microbiológica da água de nascentes da bacia hidrográfica do Rio Coruripe, Alagoas-Brasil. *Interfaces Científicas: Saúde e Ambiente*, 9(3), 53-67.
- Moura, L.H.A., Boaventura, G.R., & Pinelli, M.P. (2010). A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama-Distrito Federal. *Química Nova*, 33, 97-103.
- Silva, D.F., Furtado, L.G., Beltrão, N.E.S., & Pontes, A.N. (2020). Pressões ambientais sobre serviços ecossistêmicos hídricos em um manancial em Belém, Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(8), e502985981.
- Souza, J.R., Moraes, M.E.B., Sonoda, S.L., & Santos, H.C.R.G. (2014). A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. *REDE - Revista Eletrônica do Prodepa*, 8(1).
- Souza-Sardinha, D., Silva, L.B., Ferreira, A.M., & Junker, P.H.B. (2022). Deposição atmosférica e transporte específico de sedimentos suspensos em bacias hidrográficas sob influência de mineração no Planalto de Poços de Caldas (MG). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(4), 1843-1862.

Como citar o artigo:

Andrade, D.P, Fortunato, M.H.T. & Pamplin, P.A.Z. (2025). Análise do nitrogênio, fósforo, alcalinidade e dureza em diferentes amostras de águas naturais e impactadas, 22, 23-27. <https://doi.org/10.46732/Actafish.22.23-27>.