

Avaliação química da qualidade da água do Ribeirão da Mata (MG)

Isabela Fernanda Araújo Torres¹

Lilian de Paula Gonçalves Reis²

Thais de Ataíde Costa³

Luciano dos Santos Rodrigues⁴

Benito Soto-Blanco⁵

Marília Martins Melo⁶

Resumo

O presente estudo visou avaliar a qualidade da água do Ribeirão da Mata no segmento entre os municípios de Capim Branco e Matozinhos, Minas Gerais. Foram coletadas amostras de água durante os anos de 2011 e 2012, durante o período das chuvas e da seca. Determinaram-se as concentrações de fosfato, nitrato, nitrito, amônia, sulfato e fenol, realizadas por método colorimétrico em espectrofotômetro. De todas as 24 amostras analisadas, foram encontrados valores elevados de amônia para uma amostra, fenol para 21 amostras, fosfato para 11 amostras e nitrato para uma amostra. Por outro lado, nenhuma amostra analisada apresentou valores elevados de nitrito e sulfato. Os níveis de fosfato foram mais elevados no período das chuvas do que na seca. Assim, as amostras de água coletadas no Ribeirão da Mata apresentaram valores de fenol, amônia e fosfato elevados, caracterizando qualidade inadequada da água em decorrência de poluição por dejetos domésticos e industriais.

Palavras-chave: Contaminação. Ecotoxicologia. Poluição. Recursos Hídricos.

Introdução

Os ecossistemas aquáticos são essenciais para o ser humano por representarem fontes de água e alimento para consumo. Dessa forma, a contaminação dos sistemas aquáticos tem representado uma importante preocupação estratégica para toda a sociedade. Essa contaminação pode ser causada por diversas fontes, especialmente em decorrência de efluentes domésticos e industriais e de resíduos da agricultura (STEWART et al., 2012; WEISSTEINER; BOURAQUI; ALOE, 2014; ZOPPINI et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015).

1 Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, graduanda em Aquicultura. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. isabela-at@hotmail.com. Avenida Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-901.

2 Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, mestranda em Ciência Animal. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. lilian.preis1@gmail.com.

3 Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, graduanda em Medicina Veterinária. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. thais_1328@hotmail.com.

4 Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, professor adjunto. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. lsantosrodrigues@gmail.com.

5 Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, professor associado. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. benito.blanco@pq.cnpq.br.

6 Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, professora titular. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. mariliamartins-melovet@hotmail.com.

A qualidade da água, sob os aspectos físico-químicos, deve ser considerada em estudos que buscam o entendimento do ecossistema como um todo, sendo uma variável dependente das características naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (RIBEIRO et al., 2012). Parâmetros como concentração de nitrogenados, fenóis, fosfatos e sulfatos podem auxiliar o diagnóstico de contaminações por praguicidas e/ou compostos químicos que contenham tais elementos na formulação ou resultar de descargas industriais e que permanecem na água, podendo atingir os organismos aquáticos (GRIZZETTI; BOURAOUI; ALOE, 2012; WEISSTEINER; BOURAOUI; ALOE, 2013). No Brasil, a legislação que trata dos critérios de qualidade da água é a Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), alterada pelas Resoluções n. 410/2009 (BRASIL, 2009) e 430/2011 (BRASIL, 2011).

A bacia do Ribeirão da Mata, no estado de Minas Gerais, compreende os municípios de Capim Branco, Confins, Esmeraldas, Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, São José da Lapa e Vespasiano. A bacia localiza-se na margem esquerda do Rio das Velhas, no médio Velhas, onde são encontradas riquezas naturais, além de ser um importante patrimônio espeleológico e paleontológico de relevância internacional, localizado na área do Carste de Lagoa Santa. Em termos geológicos, o leito do Ribeirão está situado sobre áreas sedimentares, dividindo duas importantes formações: ao norte, a Formação Sete Lagoas, composta principalmente por calcário, e ao sul, a Formação Pré-Cambriano Indiviso, composta por granito-gnaiss. Essa divisão resultou devido à maioria dos afluentes do Ribeirão da Mata se situar na sua margem direita (KOHLENER, 1989; LAVARINI; MAGALHÃES JR, 2012).

Especialmente por sua proximidade com o meio urbano e atividades industriais, o Ribeirão da Mata recebe diariamente diversos materiais que comprometem sua qualidade. Outro aspecto importante é o fato de muitos habitantes estarem em contato direto com suas águas e dependerem de seus recursos. Em função disso, o Ribeirão tem sido foco de pesquisas que buscam resultados para sua revitalização e despoluição. Assim, este trabalho tem como objetivo principal realizar um estudo químico da água na secção do Ribeirão da Mata, nas regiões dos municípios de Matozinhos e Capim Branco, investigando as possíveis fontes naturais e influências das atividades antropogênicas.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado em fevereiro e março (verão, estação das chuvas) e em julho e agosto (inverno, estação seca), considerando locais distintos de coleta de material nos anos de 2011 e 2012. Foram feitas duas coletas de água em cada momento.

Locais de coleta

A bacia do Ribeirão da Mata está inserida na borda sudeste do Cráton São Francisco, entidade tectônica do Ciclo Brasileiro (ALMEIDA, 1977). A paragênese mineral indica metamorfismo de baixo grau, na fácies xisto-verde (UHLEIN, 1991). Sobre esse compartimento, três unidades précambrianas destacam-se localmente: o embasamento granito-gnáissico do Complexo Belo Horizonte; a sequência vulcanossedimentar arqueana do Quadrilátero Ferrífero; os sedimentos neoproterozóicos do Grupo Bambuí. Neste interflúvio (700.800 m), denominado planalto de Lagoa Santa, estão presentes quase todas as feições características de um carste tropical, como maciços, dolinas, uvalas, grutas, pítons, paredões e torres, além de numerosas microformas cársticas (KOHLENER, 1989).

As amostras foram coletadas no Ribeirão da Mata, em diferentes pontos de sua bacia, no entorno da região metropolitana de Belo Horizonte (MG), nos municípios de Capim Branco (19°32'44.8"S 44°06'48.3"W) e Matozinhos, em dois pontos de coleta: o primeiro (1) após uma indústria (19°32'58.5"S 44°05'55.5"W) e o segundo (2) na passagem do Ribeirão pelo centro da cidade (19°33'27.3"S 44°05'21.1"W). As amostras de água foram coletadas em recipientes de polipropileno estéreis, devidamente identificados, por imersão (estrato de superfície), sempre nos mesmos pontos do Ribeirão da Mata, nos municípios descritos anteriormente. Há uma estação de tratamento de esgoto no município de Matozinhos, localizada em 19°34'47.9"S 44°04'25.8"W. Por outro lado, em Capim Branco não há estação de tratamento de esgoto.

Análise da água

Foram dosados fosfato, nitrato, nitrito, sulfato, amônia e fenol, por métodos colorimétricos, utilizando kits comerciais específicos (Vacu-vials, CHEMentrics, Midland, VA, EUA) e leitura em espectrofotômetro B572 (Micronal, São Paulo, SP). Os valores estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2005, 2009, 2011) para água classe II foram estabelecidos como parâmetro de avaliação da água. Essa classe de água é definida pela referida legislação como apropriada para consumo humano (após tratamento convencional), irrigação de plantas com as quais as pessoas possam ter contato direto, aquicultura e pesca, recreação com contato direto e proteção das comunidades aquáticas.

Análise estatística

Os dados foram avaliados estatisticamente com o auxílio do programa BioEstat, versão 5.0. Após a verificação da normalidade dos dados, foi utilizada a análise de Kruskal-Wallis seguida pelo teste de Student-Newman-Keuls. O nível de significância foi estabelecido como $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados da análise química da água coletada em diferentes períodos no Ribeirão da Mata (MG) estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os momentos de coleta da água nas concentrações de fenol, fosfato e nitrato. Por outro lado, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em diversos momentos de coleta nos níveis de amônia, nitrito e sulfato. Apenas os níveis de fosfatos apresentaram variação de acordo com a época do ano, apresentando maiores concentrações nos períodos de chuva.

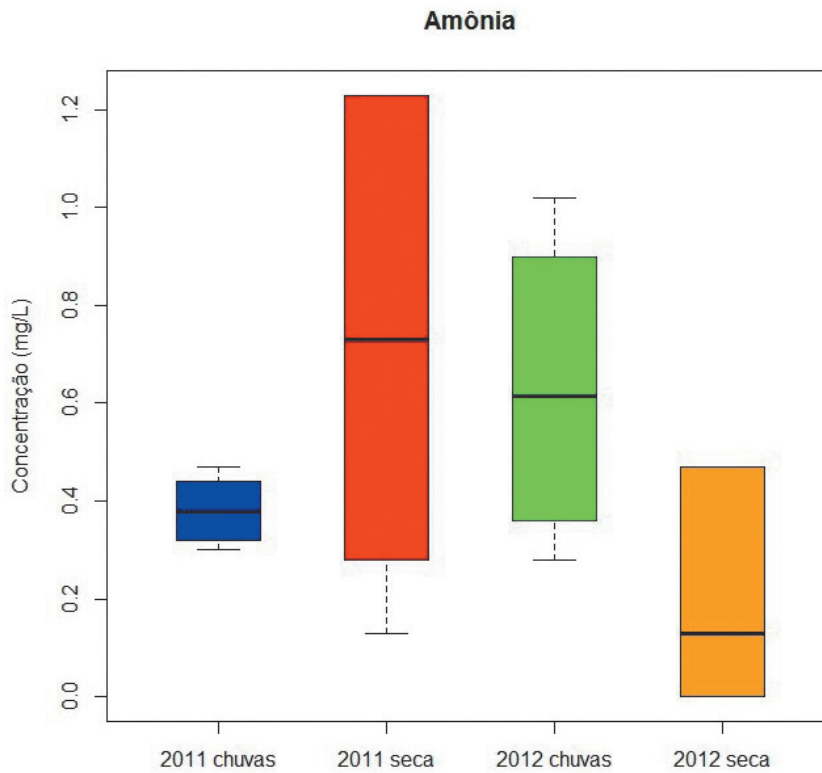


Figura 1. Concentrações de amônia (em mg/L) de amostras da água coletada no Ribeirão da Mata (MG).
 Fonte: Elaboração dos autores.

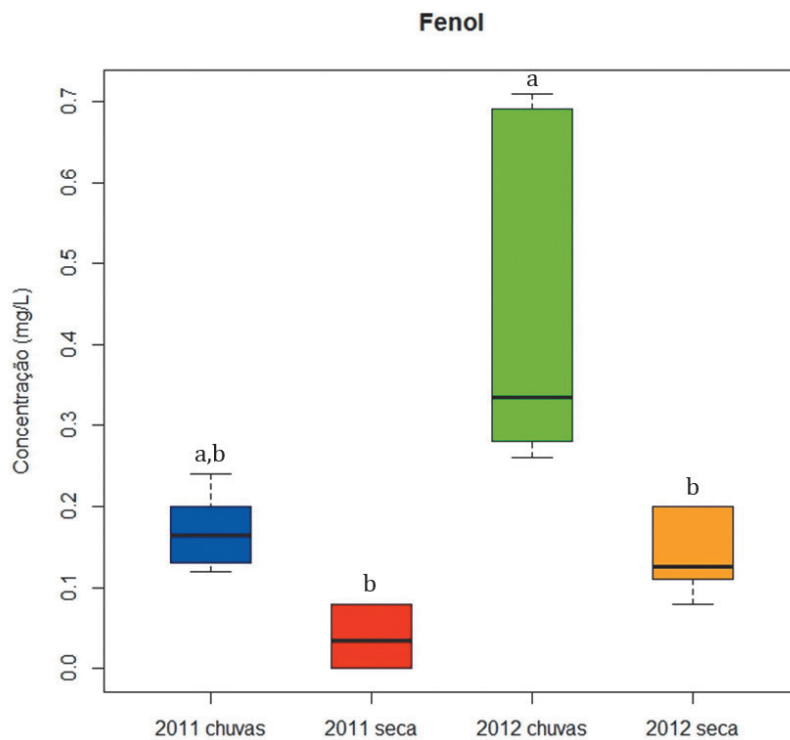


Figura 2. Concentrações de fenol (em mg/L) de amostras da água coletada no Ribeirão da Mata (MG).
^{a,b} Valores com letras diferentes em cada linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$, análise de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls).
 Fonte: Elaboração dos autores.

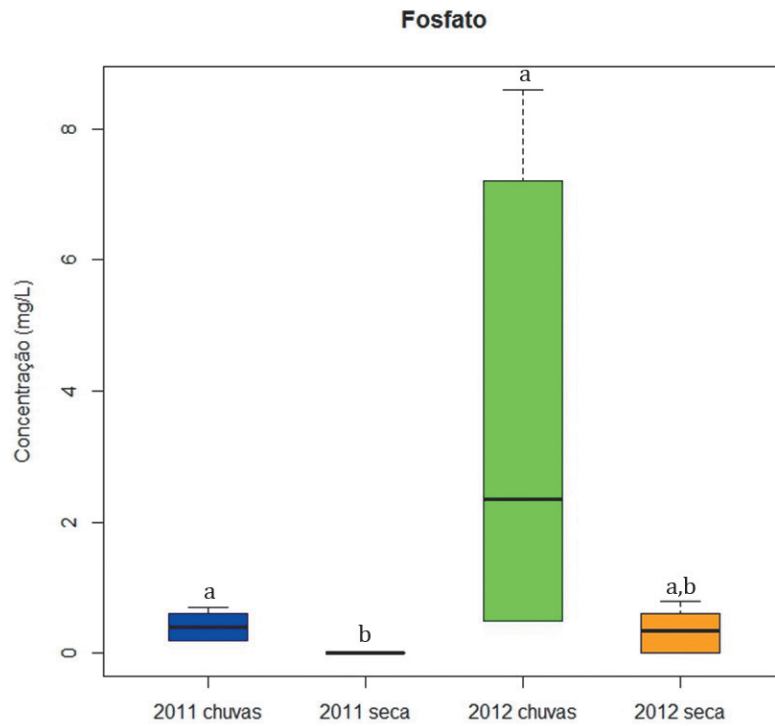


Figura 3. Concentrações de fosfato (em mg/L) de amostras da água coletada no Ribeirão da Mata (MG).
^{a,b} Valores com letras diferentes em cada linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$, análise de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls).
 Fonte: Elaboração dos autores.

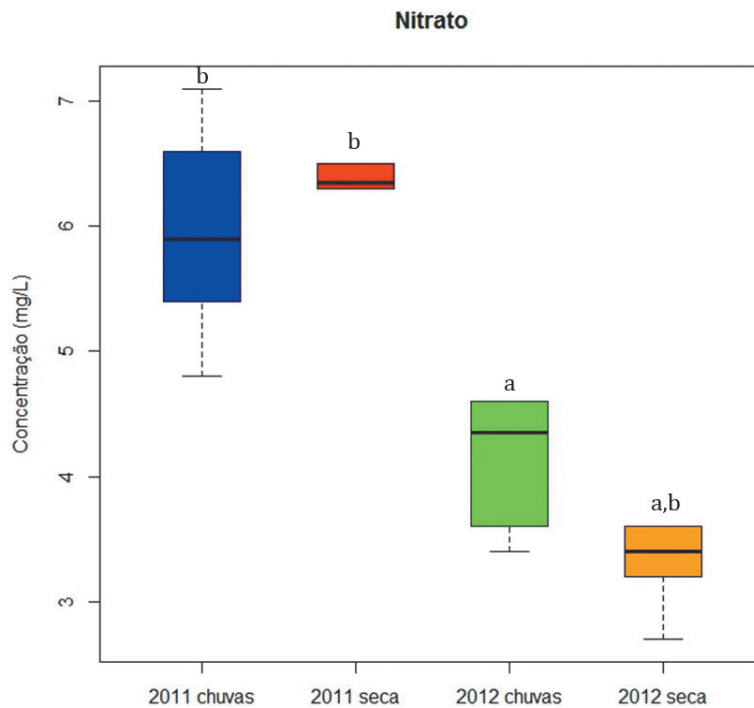


Figura 4. Concentrações de nitrato (em mg/L) de amostras da água coletada no Ribeirão da Mata (MG).
^{a,b} Valores com letras diferentes em cada linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$, análise de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls).
 Fonte: Elaboração dos autores.

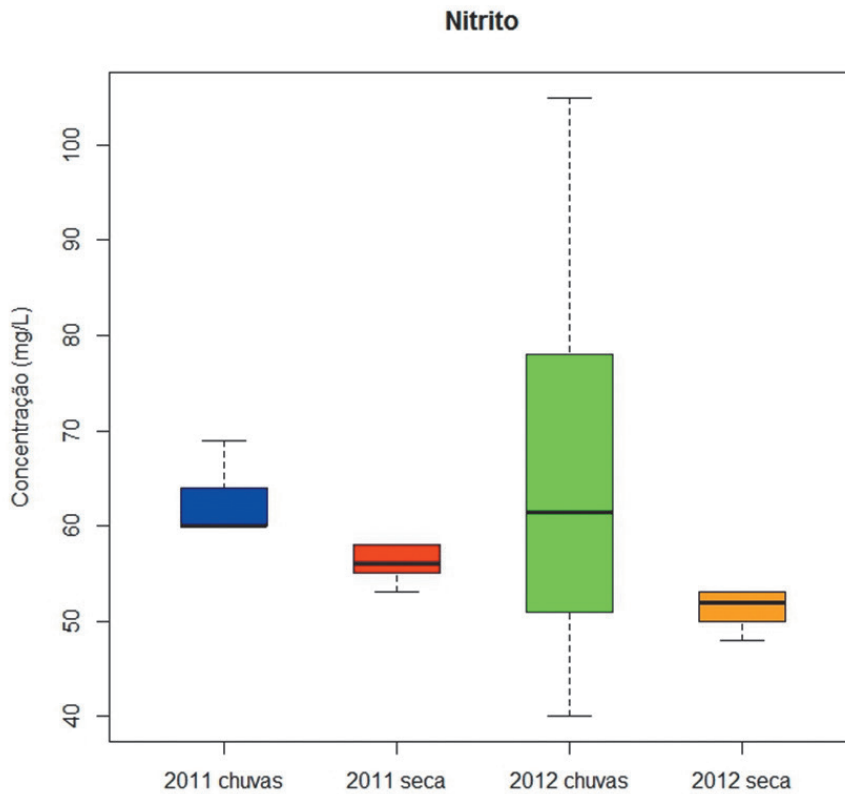


Figura 5. Concentrações de nitrito (em mg/L) de amostras da água coletada no Ribeirão da Mata (MG).
Fonte: Elaboração dos autores.

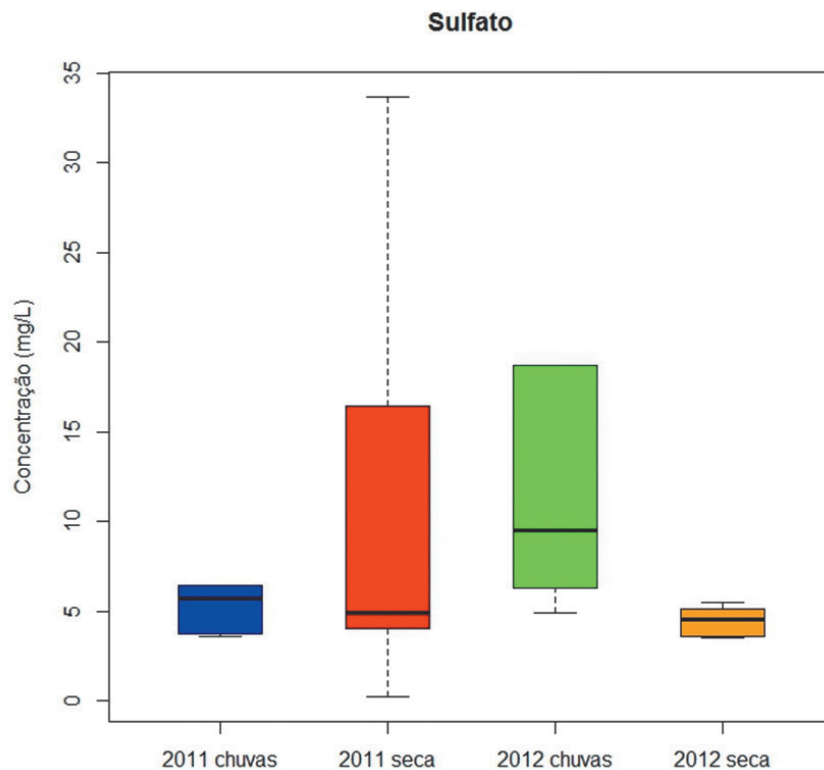


Figura 6. Concentrações de sulfato (em mg/L) de amostras da água coletada no Ribeirão da Mata (MG).
Fonte: Elaboração dos autores.

O número de amostras de água com resultados superiores aos determinados na legislação para classe II (BRASIL, 2005) está apresentado na Tabela 1. De todas as 24 amostras analisadas, valores superiores ao permitido foram encontrados em uma amostra para amônia, 21 para fenol, 11 para fosfato e uma para nitrato. Por outro lado, nenhuma amostra analisada apresentou valores de nitrito e sulfato superiores ao limite.

Tabela 1. Número de amostras de água coletadas no Ribeirão da Mata (MG) com resultados superiores ao limite máximo permitido para água classe II (BRASIL, 2005).

Parâmetro	2011		2012		Limite permitido ¹ (mg/L)
	Chuvas	Seca	Chuvas	Seca	
Amônia	0/6	1/6	0/6	0/6	3,7
Fenol	6/6	3/6	6/6	6/6	0,003
Fosfato	3/6	0/6	6/6	3/6	0,307
Nitrato	0/6	0/6	1/6	0/6	10,0
Nitrito	0/6	0/6	0/6	0/6	1,0
Sulfato	0/6	0/6	0/6	0/6	250

¹ Limite máximo permitido para água classe III (BRASIL, 2005).

Fonte: Elaboração dos autores.

Discussão

A análise química da água do Ribeirão da Mata revelou contaminação por fenol, fosfato, amônia e nitrato.

O lançamento de fenol ao ambiente pode ocorrer por meio de veículos automotores, fumaça de cigarro, queima de madeira, indústrias que utilizam fenol ou indústrias de fabricação. Podem ser encontrados não só no ar, mas também em águas de superfície, água de chuva, sedimentos, águas subterrâneas e potável e escoamento industrial. O fenol presente no solo provavelmente se deslocará para as águas subterrâneas, podendo persistir na água por uma semana ou mais (BOLAÑOS et al., 2001). No presente estudo, a maioria (87,5 %) das amostras apresentou níveis elevados de fenóis, que também apresentou variação sazonal nos seus níveis. Assim, entre os compostos avaliados, o fenol é o principal contaminante da água do Ribeirão da Mata.

Os íons fosfato são despejados no ambiente aquático por meio da lixiviação de rochas bem como por atividades agrícola, industrial e usos domésticos. Esses são geralmente encontrados em efluentes com baixas concentrações na forma de fosfato orgânico, fosfato inorgânico, ortofosfato e polifosfato. Embora seja um nutriente essencial, quando em excesso, promove o crescimento de macro e microrganismos aquáticos que se transformam na principal causa da eutrofização dos corpos de água receptores. O excesso de íons fosfato em efluentes também causa a acidificação e a degradação dos corpos de água devido à alta demanda biológica de oxigênio, destruindo a vida aquática (DAS et al., 2006; MULINARI et al., 2007). A análise da água neste trabalho revelou que 45,8 % das amostras apresentaram níveis elevados de fosfato, com maiores níveis e frequência de contaminação no período das chuvas. Deste modo, a contaminação por fosfato na água do Ribeirão da Mata deve ter importante contribuição dos processos de lixiviação.

O ânion sulfato (SO_4^{-2}) é um dos mais abundantes íons na natureza. Surge nas águas subterrâneas por meio da dissolução de solos e rochas, como o gesso (CaSO_4) e o sulfato de magnésio (MgSO_4) e pela oxidação de sulfeto. Nas águas superficiais, ocorre por meio das descargas de esgotos domésticos (por degradação de proteínas) e efluentes industriais (SILVA; RUBIO; CADORIN, 2010). No presente estudo, todas as amostras obtidas apresentaram valores elevados de sulfato.

A avaliação das amostras do Ribeirão da Mata revelou que os valores estavam elevados em apenas uma amostra para amônia e outra para nitrato, mas nenhuma para nitrito. A presença de derivados do nitrogênio na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica, podendo, em altas concentrações, causar danos fisiológicos e até mortalidade em organismos aquáticos. A amônia difunde-se facilmente através das membranas respiratórias, causando danos ao epitélio branquial e, como consequência, dificulta as trocas gasosas entre o animal e a água, desestabilizando o sistema de osmorregulação (PIEDRAS et al., 2006).

A região da bacia do Ribeirão da Mata, na região metropolitana de Belo Horizonte, apresenta elevada densidade demográfica, processo de urbanização e atividades industriais (POLIGNANO et al., 2001; ALVES et al., 2010). Assim, a contaminação dos cursos d'água ocorre em decorrência dos esgotos sanitários, drenagem pluvial da área urbana e rural, atividades de mineração e efluentes industriais (NONATO et al., 2007; ALVES et al., 2010). Dessa maneira, importantes ações associadas mostram-se necessárias para a recuperação do Ribeirão, como a reposição das matas ciliares visando retornar o volume dos cursos d'água e manejo integrado de diferentes bacias para proteção das nascentes.

Conclusão

As amostras de água coletadas na seção do Ribeirão da Mata, entre os municípios de Capim Branco e Matozinhos (MG), nos anos de 2011 e 2012, apresentaram valores de fenol, amônia e fosfato elevados, caracterizando qualidade inadequada da água em decorrência de poluição por dejetos domésticos e industriais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro.

Chemical evaluation of the water quality from Ribeirão da Mata, MG, Brazil

Abstract

The present study aimed to evaluate the water quality from Ribeirão da Mata, in the segment between the cities of Capim Branco and Matozinhos, Minas Gerais state, Brazil. Water samples were collected during the years 2011 and 2012, during the wet and dry seasons. Through colorimetric method on a spectrophotometer, it was determined the concentrations of phosphate, nitrate, nitrite, ammonia, sulfate and phenol. Of all 24 tested samples, excessive values were found in one sample for ammonia, 21 for phenol, 11 for phosphate and one for nitrate. On the other hand, no analyzed sample showed elevated values for nitrite and sulfate. Phosphate levels were higher during the rainy season than during drought. Thus, the water samples collected in Ribeirão da Mata showed high values of phenol, ammonia and phosphate, which highlights the poor water quality due to pollution by domestic and industrial wastes.

Keywords: Contamination. Ecotoxicology. Pollution. Water Resources.

Referências

- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.
- ALVES, C. B. M.; SANTOS, H.; POMPEU, P. S.; CALLISTO, M. Resultados do monitoramento biológico da qualidade das águas do Rio das Velhas. In: MACHADO, A. T. G. M.; LISBOA, A. H.; ALVES, C. B. M.; LOPES, D. A.; GOULART, E. M. A.; LEITE, F. A.; POLIGNANO, M. V. (Eds.). **Revitalização de rios no mundo, América, Europa e Ásia**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy - SOS Rio das Velhas, p. 49-60, 2010.
- BOLAÑOS, R. M. L.; VARESCHE, M. B. A.; ZAIAT, M.; FORESTI, E. Phenol degradation in horizontal-flow anaerobic immobilized biomass (haib) reactor under mesophilic conditions. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 44, n. 4, p. 167-174, 2001.
- BRASIL. Resolução Conama 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 e efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005, p. 58-63.
- BRASIL. Resolução Conama nº 410, de 04 de maio de 2009. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 mai. 2005, p. 106.
- BRASIL. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mai. 2011, p. 89.
- DAS, J.; PATRA, B. S.; BALIARSINGH, N.; PARIDA, K. M. Adsorption of phosphate by layered double hydroxides in aqueous solutions. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 32, n.3-4, p. 252-260, 2006.
- GRIZZETTI, B.; BOURAOUI, F.; ALOE, A. Changes of nitrogen and phosphorus loads to European seas. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 18, n. 2, p. 769-782, 2012.
- KOHLER, H. C. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa**. 1989. 113 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1989.
- LAVARINI, C.; MAGALHÃES JR, A. P. Cabeceiras de drenagem do Ribeirão da Mata (MG) e suas relações com as superfícies de aplanamento de King (1956). **Revista Geonorte**, Coroado, v. 2, n. 4, p. 250-260, 2012.
- MULINARI, D. R.; SILVA, G. L. J. P.; RODRIGUES, L. A.; SILVA, M. L. C. P. Adsorção de íons fosfato nos compósitos celulose/ZrO₂.nH₂O preparados pelos métodos da precipitação convencional e em solução homogênea. **Cerâmica**, São Paulo, v. 53, n. 328, p. 345-343, 2007.

NONATO, E. A.; VIOLA, Z. G. G.; ALMEIDA, K. C. B.; SCHOR, H. H. R. Tratamento estatístico dos parâmetros da qualidade das águas da bacia do alto curso do Rio das Velhas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 797-804, 2007.

OLIVEIRA, F. A. S.; REIS, L. P. G.; SOTO-BLANCO, B.; MELO, M. M. Pesticides residues in the *Prochilodus costatus* (Valenciennes, 1850) fish caught in the São Francisco River, Brazil. **Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, Philadelphia, v. 50, n. 6, p. 398-405, 2015.

PIEDRAS, S. R. N.; OLIVEIRA, J. L. R.; MORAES, P. R. R.; BAGER, A. Toxicidade aguda da amônia não ionizada e do nitrito em alevinos de *Cichlasoma facetum* (Jenyns, 1842). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 1008-1012, 2006.

POLIGNANO, M. V.; POLIGNANO, A. H.; LISBOA, A. L.; ALVES, A. T. G. M.; MACHADO, T. M. M.; PINHEIRO, A. L. D.; AMORIM, A. **Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas – Manuelzão vai à Escola**. Belo Horizonte: Coleção Revitalizar, 2001.

RIBEIRO, E. V.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; HORN, A. H.; TRINDADE, W. M. Metais pesados e qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora - MG: índice de contaminação. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 49-63, 2012.

SILVA, R. D. R.; RUBIO, J.; CADORIN, L. Sulphate ions removal from an aqueous solution: I. Co-precipitation with hydrolysed aluminum-bearing salts. **Minerals Engineering**, Oxford, v. 23, n. 15, p. 1220-1226, 2010.

STEWART, A. L.; VON SCHILLER, D.; TOCKNER, K.; MARSHALL, J. C.; BUNN, S. E. When the river runs dry: human and ecological values of dry riverbeds. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 10, n. 4, p. 202-209, 2012.

UHLEIN, A. **Transição cráton-faixa dobrada: exemplo do Cráton do São Francisco e da Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no estado de Minas Gerais. Aspectos estratigráficos e estruturais**. 1991. 295 f. Tese (Instituto de Geociências) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1991.

WEISSTEINER, C. J.; BOURAOU, F.; ALOE, A. Reduction of nitrogen and phosphorus loads to European rivers by riparian buffer zones. **Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems**, Les Ulis, v. 408, art. 08, 2013.

WEISSTEINER, C. J.; PISTOCCHI, A.; MARINOV, D.; BOURAOU, F.; SALA, S. An indicator to map diffuse chemical river pollution considering buffer capacity of riparian vegetation - a pan-European case study on pesticides. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 484, p. 64-73, 2014.

ZOPPINI, A.; ADEMOLLO, N.; AMALFITANO, S.; CASELLA, P.; PATROLECCO, L.; POLESSELLO, S. Organic priority substances and microbial processes in river sediments subject to contrasting hydrological conditions. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 484, p. 74-83, 2014.

Histórico editorial

Submetido em: 18/06/2015

Aceito em: 14/09/2015