

IV-282 - AVALIAÇÃO DOS ÍONS E METAIS NO RIO MATIPÓ, MINAS GERAIS

Deyse Almeida dos Reis ⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Mestre em Engenharia Ambiental pela UFOP e Doutoranda em Engenharia Ambiental pela UFOP.

Hubert Mathias Peter Roeser

Geólogo pela Johannes Gutenberg Universität Mainz. Doutor em Ciência Naturais pela Technische Universität Clausthal Zellerfeld. Professor Titular do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola de Minas da UFOP.

Edilson Gonçalves de Oliveira

Geógrafo pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Mestrando em Engenharia Ambiental pela UFOP.

Laura Pereira do Nascimento

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG). Mestranda em Engenharia Ambiental pela UFOP.

Lorena Soares Laia Cabral

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFMG. Mestranda em Engenharia Ambiental pela UFOP.

Endereço ⁽¹⁾: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Morro do Cruzeiro, S/N, 35400-000, Ouro Preto, MG- Brasil- Tel: (31)3559-1359 e-mail: deysereis.reis@gmail.com.

RESUMO

O presente estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Matipó, afluente do Rio Doce, em Minas Gerais. O principal objetivo do trabalho foi o levantamento e análise da situação ambiental da bacia no que se refere à qualidade da água, seu uso e degradação. Foram realizadas amostragens de água em 25 estações de coleta ao longo do curso do Rio Matipó, em duas etapas, uma realizada durante o período chuvoso (março/2014) e a outra durante o período de estiagem (agosto/2014). Foram analisados os principais cátions, ânions e metais pesados na água. Os resultados obtidos indicam que as concentrações de cobre, cromo, ferro, lítio, mercúrio, níquel, prata e zinco em alguns pontos de amostragem estavam acima dos limites estabelecidos para a classe 2 da resolução Conama 357/05. Foi possível relacionar as concentrações elevadas de cálcio, bário, cobre, cromo, ferro, lítio, magnésio, manganês, potássio, sódio e zinco das águas aos processos de interação com o substrato rochoso, predominantemente constituído por metabasaltos e metatonalitos com intercalações de metacalcário calcítico e dolomítico. As elevadas concentrações, em alguns pontos de amostragem, são de origem antrópica. De acordo com os resultados obtidos, a região da bacia hidrográfica do Rio Matipó, enfrenta problemas relacionados à agricultura de alta e baixa produtividade, áreas de preservação deficitárias, solos expostos, entre outros impactos ambientais provocados por atividades produtivas exercidas de forma não sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Matipó, Qualidade da Água, Ânions, Metais.

INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais há diversas bacias hidrográficas com relevante importância histórica, social e econômica. O processo de ocupação com o uso dos recursos hídricos sem planejamento, a aplicação de técnicas de agricultura inapropriadas e o aumento da população resultaram em uma queda da qualidade e quantidade de água da maioria dos corpos hídricos mineiros. Exemplifica-se essa informação com os dados, de 2013, fornecidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), os quais relatam que os índices de qualidade das águas tiveram uma queda na bacia hidrográfica do Rio Doce (IGAM, 2013).

A obtenção e a interpretação desses dados fazem parte dos estudos ambientais que permitem avaliar os impactos e a partir deles compreender o comportamento, as características e os problemas existentes em uma determinada área. Diante deste fato, a presente pesquisa estudou a bacia hidrográfica do Rio Matipó, a qual é considerada de grande relevância para a zona da mata mineira (COELHO, 2009). Com o intuito de esclarecer a história e características dessa bacia, nas linhas abaixo são relatados alguns fatos interessantes da região.

Essa área era no século XIX uma rota de passagem para o Espírito Santo, denominada outra estrada real, e isto ocasionou o povoamento da região. Destaca-se que a nascente do rio principal localiza-se na Serra do Brigadeiro, importante unidade de conservação que abriga uma relevante biodiversidade da Mata Atlântica, em especial o maior primata das Américas, *Brachyteles hypoxanthus*, o Muriqui-do-norte, ameaçado de extinção (MOREIRA, 2008). Na bacia hidrográfica há alguns conflitos devido aos múltiplos usos de suas águas. Um desses impasses diz respeito à relação entre as empresas do setor elétrico e a comunidade afetada, onde atua o Movimento dos Atingidos por Barragens. Outro impasse é devido as águas da bacia hidrográfica abastecer uma estação de bombeamento de um mineroduto que leva o minério de ferro de Minas Gerais ao Espírito Santo.

Dentre esses múltiplos usos da água, há aqueles que causam impactos oriundos, por exemplo, do lançamento de efluentes industriais, domésticos e da irrigação, causando a poluição das águas e do solo (CBH-DOCE, 2008). E por consequência um comprometimento qualitativo dos recursos hídricos.

Embora haja um plano de ação do Rio Piranga que abrange a bacia hidrográfica do Rio Matipó, além de estudos da área relacionados com o potencial hidroelétrico da região, eles não abordam temas aprofundados em relação às variáveis físicas, químicas e geoquímicas da água. A falta de informações detalhadas e integradas desses documentos não permite avaliar como os processos que ocorrem na bacia hidrográfica alteram a qualidade e quantidade da água na região.

Desta forma, esta pesquisa pretendeu compreender os processos da bacia hidrográfica e elucidar questões relacionadas à qualidade ambiental da região, tais como: As variáveis da água atendem às legislações vigentes? A água deverá ser restringida para determinados tipos de uso? Os metais presentes na água são oriundos da litologia ou foram liberados por alguma atividade antropogênica? Como os resultados levantados podem interferir nos usos múltiplos da água da bacia hidrográfica?

As respostas desses questionamentos, apresentados ao longo desta pesquisa, constituíram um estudo sistêmico e atual relativo à bacia hidrográfica do Rio Matipó e, o mais importante, poderão servir de subsídio para a gestão do manancial, a fim de assegurar a sustentabilidade ambiental, econômica e social das atividades desenvolvidas na região.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo.

A Bacia Hidrográfica do Rio Matipó é uma sub-bacia do Rio Doce e está localizada na Zona da Mata Mineira. O seu principal manancial é o Rio Matipó, o qual drena as cidades de Matipó e Raul Soares. A área desta bacia é acrescida das áreas de drenagem de outros afluentes que percorrem os municípios de Abre Campo, Caputira, Pedra Bonita, Santa Margarida, São Pedro dos Ferros, Sericita e Vermelho Novo, conforme a Figura 1. Na Figura 2 são apresentadas algumas imagens da bacia hidrográfica a qual possui uma área de drenagem de 2.559,50 km² (REIS, 2015).

Em relação ao uso, a bacia hidrográfica é a principal fonte para o abastecimento de água para o consumo humano e para a dessentação de animais. Além de ser fonte de abastecimento industrial, irrigação e geração de energia. Constata-se que a área de estudo sofre uma intensa pressão provocada por atividades desenvolvidas em seu entorno, oriunda da agricultura (principalmente a cafeicultura), mineração, despejos de águas residuárias sem tratamento nos corpos d'água, entres outras. Apesar disso, o programa de monitoramento das águas desenvolvido pelo IGAM possui apenas um ponto de amostragem em todo manancial. Considera-se que os dados gerados deste projeto são insuficientes para avaliar a qualidade dos recursos hídricos de toda a bacia hidrográfica do Rio Matipó.

Coletas e análises limnológicas

As coletas do período chuvoso aconteceram entre os dias 14 a 17 de março e a de estiagem nos dias 12 a 14 de agosto de 2014. Ao total foram vinte e cinco pontos de amostragem pré definidos, conforme a Figura 1. Tais pontos foram georreferenciados através de um equipamento GPS. As amostras foram acondicionadas em recipientes de polietileno limpos e conservadas sob-refrigeração adequada até serem analisadas.

Para a determinação da concentração dos ânions, em mg/L, foi utilizado o método de cromatografia iônica através do equipamento Dionex ICS-90. Os íons analisados foram: cloreto (Cl^-), fluoreto (F^-), nitrato (NO_3^-) e sulfato (SO_4^{2-}).

Em relação aos metais, utilizou-se o método de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Reflexão Total (TXRF), equipamento BRUKER, S2 Picofox. Os metais analisados, em $\mu\text{g/L}$, foram: bário (Ba), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), cobre (Cu) e zinco (Zn).

Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa das concentrações obtidas com os valores máximos estabelecidos para águas doce superficiais de classe 2 conforme a resolução CONAMA 357/05.

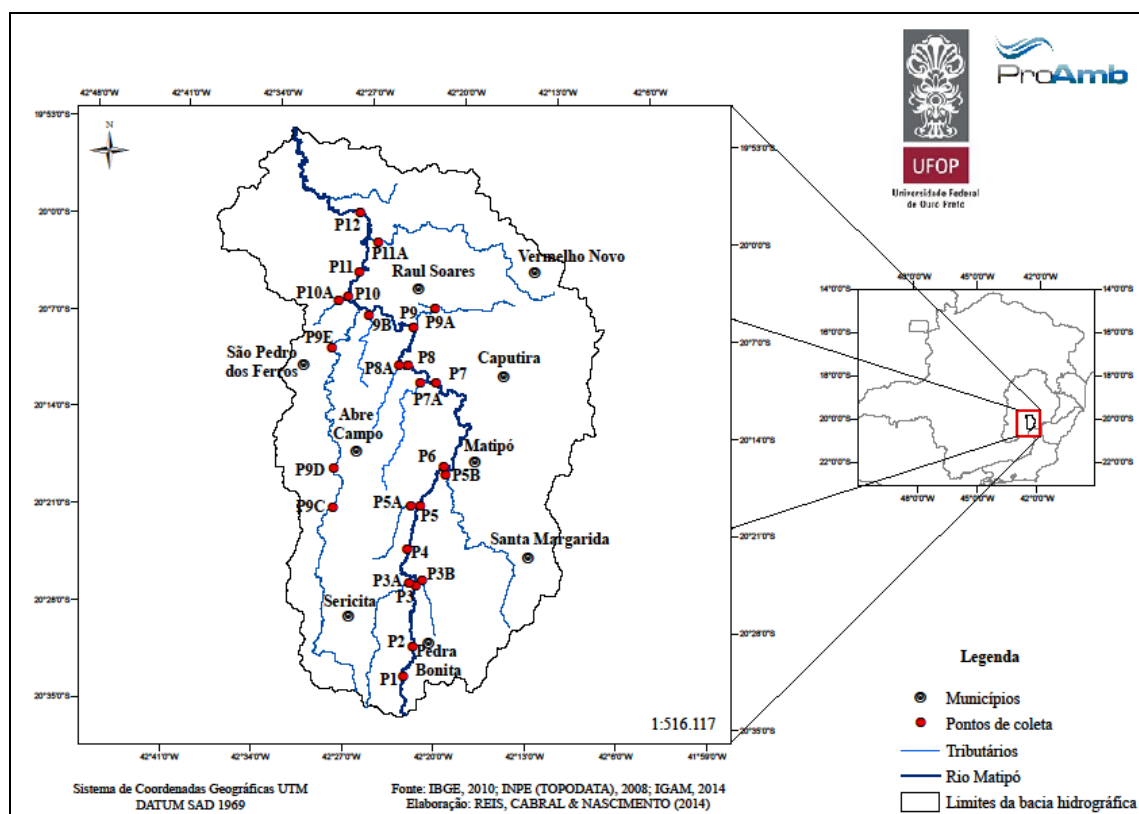


Figura 1: Localização dos pontos de amostragem

Fonte: IBGE, 2010.



Figura 2: Vistas parciais da bacia hidrográfica do Rio Matipó. (A) Vista das áreas de cabeceiras – próximo a Serra do Brigadeiro. (B) Vista do Ribeirão Santana, afluente do Rio Matipó – destacam-se pastagens e falta de mata ciliar. (C) Vista do Rio Matipó na cidade de Matipó.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As concentrações de cloreto e sulfato em esgotos domésticos, provavelmente são provenientes da excreção de cloreto pela urina humana e pelo sulfato contido nos detergentes utilizados nos domicílios domésticos. Valores de cloretos e sulfatos abaixo do limite admitido (250 mg/L) para a resolução Conama 357/05 foram encontrados na série amostral. O máximo encontrado para os cloretos foi 8,89 mg/L e para os sulfatos 1,48 mg/L. As maiores concentrações foram mensuradas nos pontos de coleta com interferência antrópica com lançamento de efluentes domésticos e industriais, caso das estações de amostragem P9B, 9D e P11 e no P7, possivelmente, pela criação de gado próxima ao manancial. Na Figura 3 são apresentados dados de cloreto e sulfato.

A análise de nitrato mostrou que os valores foram mais expressivos no período de estiagem, conforme a Figura 4. Porém, nas duas coletas as concentrações se mantiveram dentro dos limites na resolução CONAMA 357/05 (10 mg/L), pois o valor máximo de nitrato detectado foi 8,12 mg/L. Os maiores valores de nitrato foram encontrados nos pontos de amostragem que se encontravam depois de aglomerados de casa e áreas urbanas, possivelmente as concentrações de nitrato foram oriundas dos esgotos domésticos.

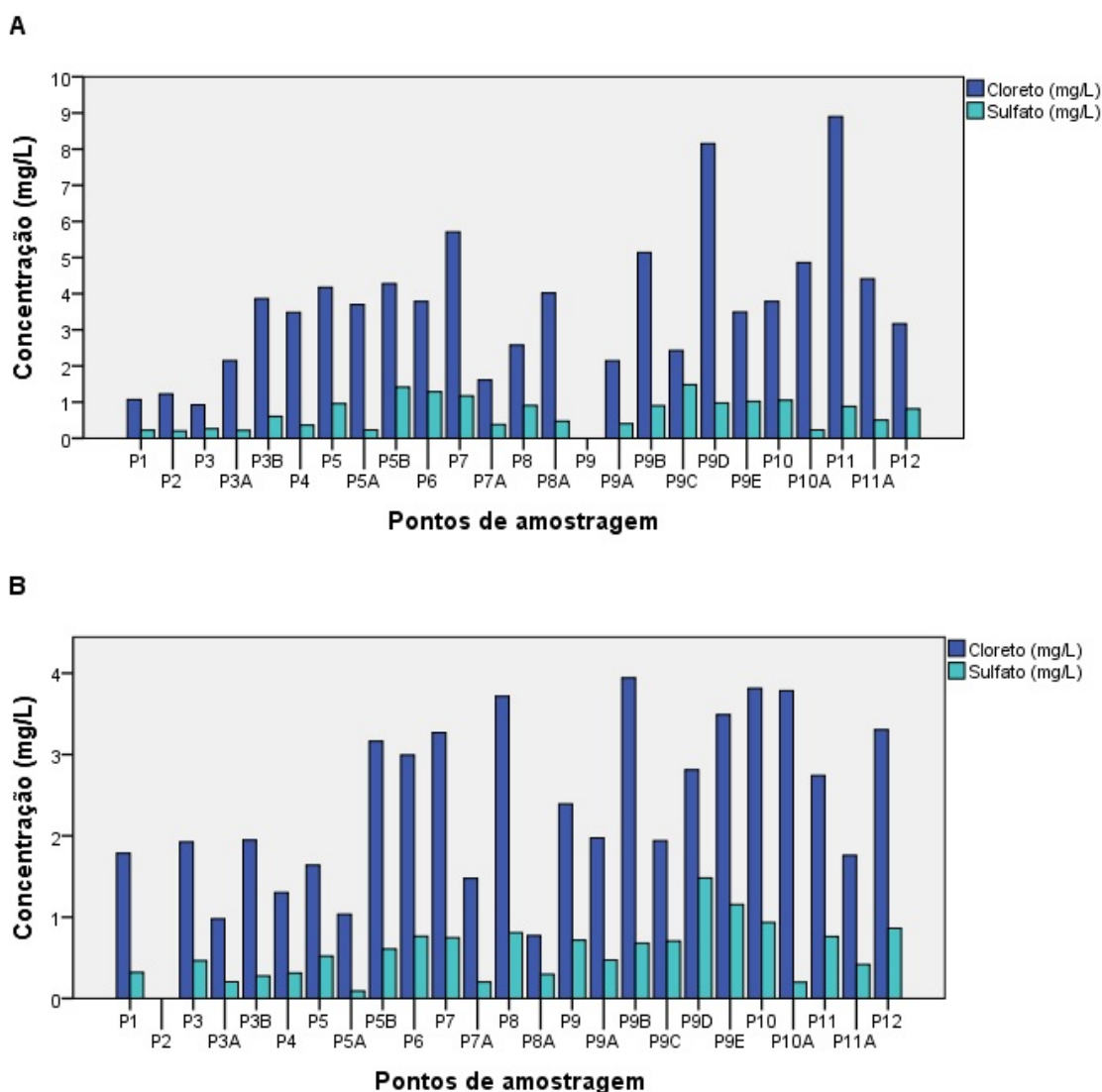


Figura 3: Resultados de cloreto e sulfato avaliados nos pontos de amostragem no período chuvoso (A) e período de estiagem (B).

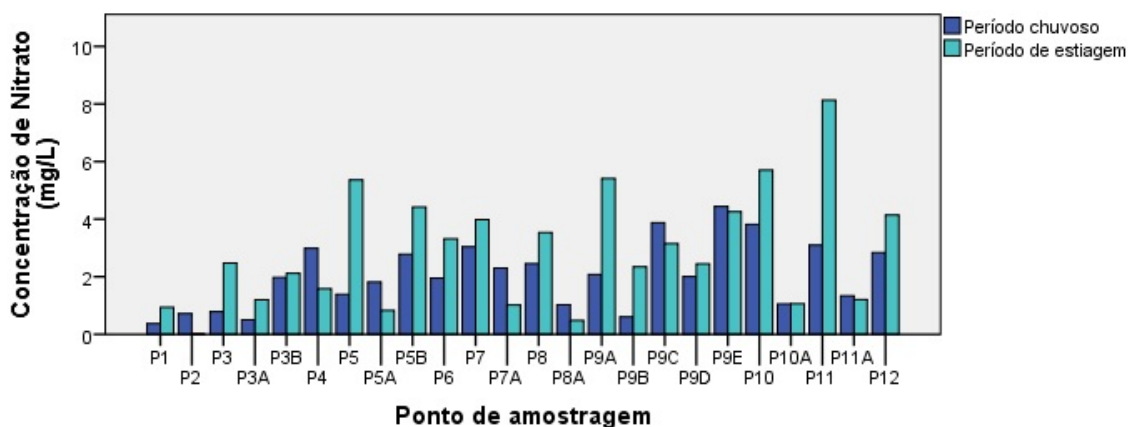


Figura 4: Resultados de nitrato avaliados nos pontos de amostragem.

As análises de cloreto, fluoretos, sulfatos e nitratos não foram realizadas no ponto de coleta P9 no período chuvoso e no P2 no período de estiagem devido a problemas no transporte das amostras.

Concentrações do íon fluoreto foram mensuradas neste estudo, mas na resolução CONAMA 357/05 não há valores orientadores para essa variável. O fluoreto pode ser encontrado devido a dissolução de rochas que contém fluorita (CETESB, 2009). Na bacia hidrográfica foram encontradas concentrações que variaram entre 0,02 mg/L a 1,0 mg/L (Figura 5).

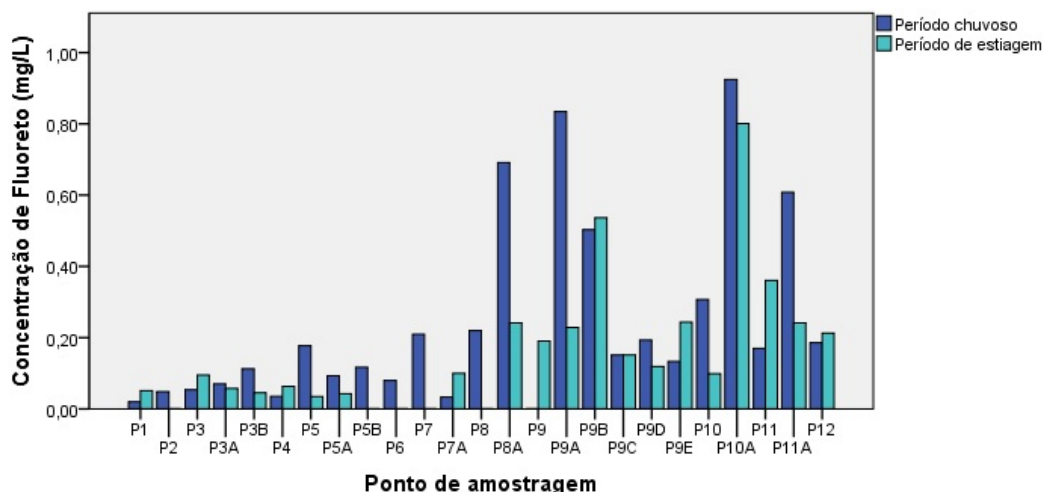


Figura 5- Resultados de fluoreto avaliados nos pontos de amostragem.

Em relação aos elementos químicos bário e manganês as concentrações analisadas foram abaixo do limite estabelecido pela resolução, sendo esses limites 700µg/L para bário e 100 µg/L para manganês.

No período chuvoso o bário foi encontrado no ponto de coleta P8 (41 µg/L). No período de estiagem foram detectados concentrações de bário em cinco amostras. Sendo essas: P6 (148 µg/L), P9 (361 µg/L), P9A (310 µg/L), P9C (110 µg/L) e P11 (90 µg/L). A presença do bário nas amostras de água podem ser relacionadas a litologia da região. Pois, o bário é um elemento que constitui o feldspato e esse é um mineral que compõem todas as rochas da área de estudo.

O manganês foi detectado em 64% nas amostras de água no período de chuvoso e as concentrações variaram entre 10,4 a 68,5 µg/L (Figura 6). No período de estiagem as concentrações do manganês foram mensuradas em 92% das amostras as quais variaram 6,66 a 95,09 µg/L. Esse elemento químico pode ter sido originado da desagregação do piroxênio. Esse é um mineral encontrado em rochas básicas, como por exemplo, metabasalto

e em rochas como metatonalito e xisto. Tais rochas estão presentes na região e nos pontos de amostragem que apresentaram maiores concentrações de manganês tanto em água como nos sedimentos, caso do P5A, P9B e P9A nos sedimentos. O processo de erosão, evidente na bacia hidrográfica estudada, intensifica a liberação desses elementos.

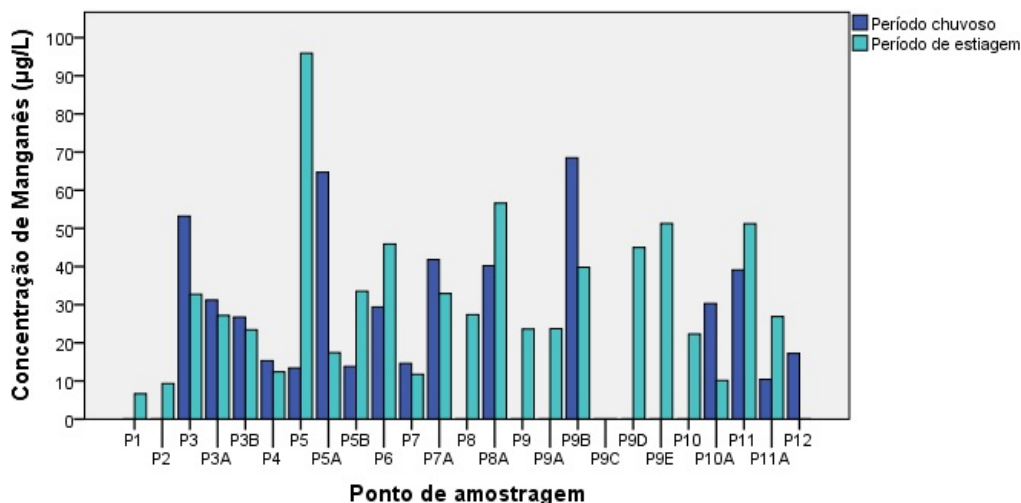


Figura 6- Resultados de manganês, em água, avaliados nos pontos de amostragem.

As concentrações de alguns elementos químicos apresentaram acima dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 caso do cobre, cromo, ferro, lítio, níquel, prata e zinco. Os valores orientadores apresentados na resolução para os mananciais classe 2 estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1: Valores dos limites de metais da resolução 357/05 para rios classe 2

Cu	Cr	Fe	Li	Ni	Ag	Zn
Até 9µg/L	Até 50µg/L	Até 300µg/L	Até 2500µg/L	Até 25µg/L	Até 10 µg/L	Até 180µg/L

O cobre foi detectado em 7 amostras de água no período chuvoso e 7 no período de estiagem conforme apresentado na Tabela 2. As amostragens que apresentaram valores de cobre acima do limite da resolução foram: P7A (período chuvoso) e P6, P8, P9 e P11 (período de estiagem).

Tabela 2: Concentrações de cobre em análises de água nos pontos detectados

Concentrações de cobre, em µg/L, mensuradas no período chuvoso						
P5- 5,0	P7A-35,9	P8- 6,5	P9E- 4,7	P11- 4,3	P11A-5,6	P12-6,8
Concentrações de cobre, em µg/L, mensuradas no período de estiagem						
P1- 3,45	P6- 20	P7- 4,32	P8- 20,70	P9- 11,8	P9D- 4,63	P11-21,40

Em relação ao cromo, esse foi detectado em duas amostras de água no período chuvoso P7A (222,4 µg/L) e P8A (62,6 µg/L) e esses resultados estão acima dos limites legais. Destaca-se que tais pontos situam-se em tributários do Rio Matipó. De acordo com Souza et al. (2014), isso pode estar associado às características físicas e químicas das bacias dos tributários, visto que essas controlam a concentração e mobilidade do cromo no ambiente aquático. Além disso, o aumento da vazão na confluência dos tributários com o rio principal possibilita a diluição da concentração de cromo. Portanto, todo cromo carregado dos tributários dos pontos P7A e P8A para o Rio Matipó é diluído, o que diminui sua detecção nos demais pontos a jusante.

Ao analisar os dados observou-se que 100% das amostras no período chuvoso e 88% no período de estiagem apresentaram concentrações de ferro acima do limite legal. De acordo CETESB (2009), geralmente a concentração de ferro em águas superficiais aumenta na estação chuvosa devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão das margens. Nesse sentido, a remoção da vegetação tende a potencializar o efeito do escoamento superficial, tornando o solo mais vulnerável e possibilitando o carreamento do ferro. Esse fato foi exemplificado pelos valores mensurados de ferro na estação de coleta P7A onde foram encontradas maiores concentrações na estação chuvosa e observaram-se solos expostos.

Outra interpretação para a concentração do ferro em águas superficiais deve-se as características geoquímicas da bacia hidrográfica, pois o ferro é encontrado em todas as rochas da região. A fragmentação das rochas na bacia hidrográfica pode contribuir para elevação dos níveis de ferro em corpos hídricos (SIQUEIRA et al., 2012). Essas estações de coleta apresentaram como rocha predominante metatonalito. Um dos componentes dessa rocha é o mineral anfíbolito que por meio do processo de intemperismo libera o ferro e outros elementos químicos. Na Figura 7 apresentaram-se as concentrações mensuradas de ferro em água.

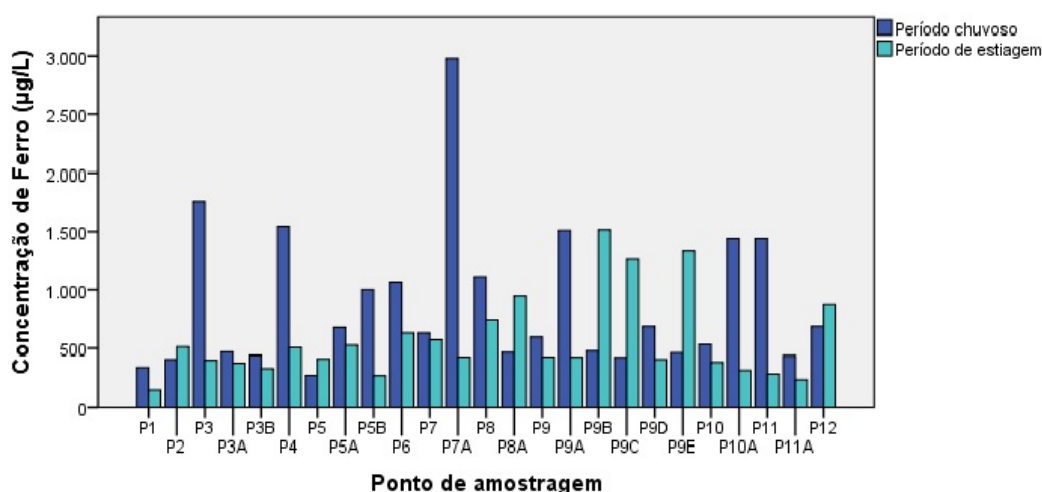


Figura 7: Resultados de ferro, em água, avaliados nos pontos de amostragem.

O níquel foi detectado em seis amostras no período chuvoso, sendo que nos pontos P7A e P9 apresentaram concentrações acima do estabelecido pela resolução do CONAMA. E no período de estiagem nenhuma amostra, onde foi detectado o níquel, estava acima dos limites da resolução de 25µg/L. As amostras as quais foram detectadas as concentrações do níquel foram apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Concentrações de níquel em análises de água

Concentrações de níquel, em µg/L, mensuradas no período chuvoso					
P4- 10,1	P7A- 81,1	P8A- 17,9	P9- 33,1	P10- 16,7	P11A- 20,3
Concentrações de níquel, em µg/L, mensuradas no período de estiagem					
P7- 6,43	P9- 8,40	P11- 8,7			

O elemento prata (Ag) foi detectado em um ponto de coleta (P10A-130 µg/L) no período chuvoso e a concentração estava acima do limite. Já no período de estiagem em nenhuma das amostras de água foi detectada prata. Provavelmente, proveniente de uma fonte pontual de poluição.

Nas amostragens de água o zinco foi detectado em todos os pontos de coleta no período chuvoso e em 22 amostras no período de estiagem conforme a Figura 8. A amostra que apresentou concentrações acima do limite do CONAMA foi a do ponto de coleta P7 (186,6 µ/L). Destaca-se que em dois pontos dos tributários P3A e P9C foram detectados concentrações de zinco próximo ao valor máximo permitido, sendo essas 155,8 µ/L e 1668,8 µ/L respectivamente. Presume-se que essas concentrações podem estar relacionadas com as características físicas e químicas da bacia hidrográfica que possui unidades litológicas como xistos, metabasalto que contém esses elementos.

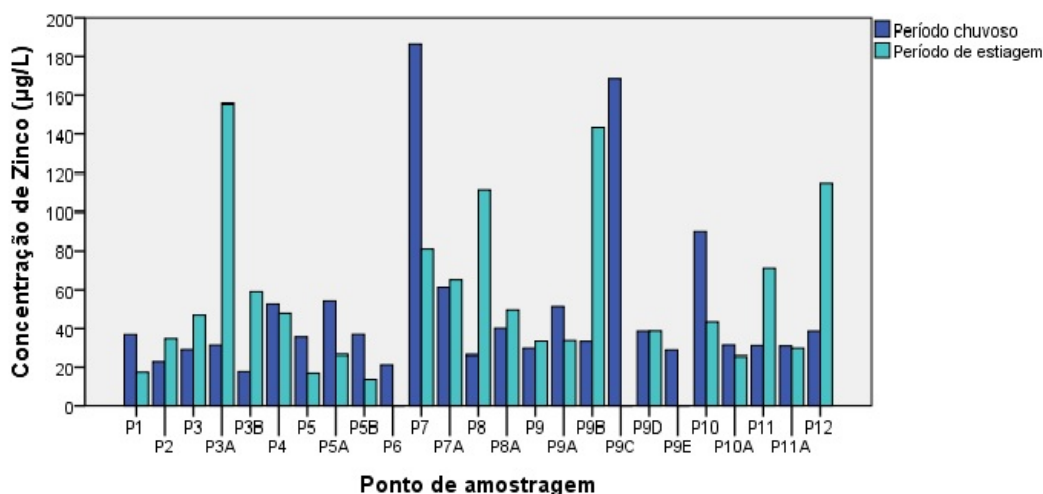


Figura 8: Resultados de zinco, em água, avaliados nos pontos de amostragem.

CONCLUSÃO

A interferência antrópica na região é um fator a ser considerado na alteração da concentração dos elementos em águas superficiais e nos sedimentos. A gênese de algumas variáveis apresentadas provavelmente pode ser justificada por uma fonte litológica, porém as ações de uso e ocupação do solo podem intensificar as concentrações desses elementos. As atividades presentes na região de estudo como a agricultura, pecuária, mineração com um manejo inadequado e o grau de urbanização sem um planejamento favorecem a liberação de alguns elementos. Esses podem atingir as águas superficiais e subterrâneas a partir do escoamento superficial do solo, da lixiviação ou da descarga direta, podendo provocar queda na qualidade da água da bacia hidrográfica.

Tanto que algumas variáveis da água foram superiores aos limites estabelecidos na resolução CONAMA 357/05. Para que o Rio Matipó atenda aos padrões da classe 2 de enquadramento, devem-se adotar medidas preventivas e corretivas em relação ao controle das atividades desenvolvidas na área da bacia, recuperação de áreas degradadas e planejamento do uso e ocupação do solo.

Outra questão a ser discutida são os valores orientadores na legislação. Algumas variáveis permaneceram dentro dos limites, porém são necessários estudos para verificar as condições da biota local. Pois, variações podem afetar o desenvolvimento e até interferir na sobrevivência da mesma.

Por outro lado, alguma variável pode apresentar valores superiores aos limites estabelecidos em legislações e não significar uma poluição. Pois, os elementos presentes podem estar refletindo a característica geoquímica local e a biota provavelmente podem estar adaptadas as condições da região. Portanto, deve se ter um cuidado na interpretação dessas legislações para que os resultados forneçam informações reais de uma bacia hidrográfica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro obtido para o desenvolvimento desta pesquisa à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Gorceix.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resolução nº 357 de 17 de março de 2005*. Estabelece 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. Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 Status: Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009. Brasília, 2005.
- CBH - DOCE - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. 2008. Disponível em: <<http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia/caracterizacao.asp>>. Acesso em: 15 dez. 2014.
- CETESB- COMPANHIA TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. *SÉRIE RELATÓRIOS QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO*. APÊNDICE A. Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009.
- COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental. *Geografars*, v.2, n.7, p.135-140, 2009.
- ECOPLAN – LUME. *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce*: Relatório final. Contrato nº 043/2008 – IGAM, 2010. Disponível em: <http://www.riodoce.cbh.gov.br/_docs/planobacia/PAH/PAH_Piracicaba.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2014.
- IGAM- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Dados sobre recursos hídricos. 2013. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/cobranca>>. Acesso em: 6 maio 2014.
- MOREIRA, L. S. *Socioecologia de Muriquis-do-norte no parque estadual da Serra do Brigadeiro*. MG 2008. 172. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- REIS, D. A. *Estudo Ambiental sobre a bacia hidrográfica do Rio Matipó*. 2015. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.
- SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará-Brasil). *Acta Amazônica*. v. 42, n.3, p.413-422, 2012.
- SOUZA, M. D. C.; NEVES, J. S.; GOMES, O. V. O.; SELLA, S. M.; MARQUES, E. D.; FILHO, E. V. S. *Fracionamento de cromo em águas superficiais por ultrafiltração tangencial*. *Geochimica Brasiliensis*, v. 28, n. 1, p. 2-12, 2014.
- TINÔCO, A. A. P.; AZEVEDO, I. C. A. D.; MARQUES, E. A. G.; MOUNTEER, A. H.; MARTINS, C. P.; NASCENTES, R.; REIS, E. L.; NATALINO, R. *Avaliação de contaminação por mercúrio em Descoberto, MG*. *Eng Sanit Ambient*, v.15, n.4, p. 305-314, out/dez 2010.