



CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS NO MUNICÍPIO DE PRATÁPOLIS – MG

MARCIO ANTONIO FERREIRA CAMARGO; DANIEL HENRIQUE RATTIS LEMOS;
CARMEN APARECIDA CARDOSO MAIA CAMARGO

RESUMO

A mineração ocasiona inúmeros impactos ambientais, dentre eles encontramos a contaminação da água com os resíduos inerentes à atividade. A pesquisa teve como objetivo geral analisar a presença de metais pesados em águas superficiais, de abastecimento e irrigação da cidade de Pratápolis – MG, região de atividade mineradora no sudoeste mineiro. Foram realizadas análise físico-químicas e de metais nas dez amostras. Nos ensaios físico-químicos de turbidez, cor e odor, algumas amostras apresentaram turbidez acima do valor de referência e uma apresentou odor característico de amônia. Com relação a análise de sólidos detectou-se a presença de resíduos sólidos em quase todas as amostras. Quanto ao pH e Condutividade elétrica, as amostras apresentaram adequação. Na análise da matéria orgânica, alcalinidade, cloretos totais e dureza, os valores estão acima da média. Quanto à determinação da concentração dos metais pesados, dos cinco metais pesados analisados, foram detectadas concentrações de cromo e manganês nas dez amostras. Conclui-se analisando os parâmetros físico-químicos que a água do município e região é de boa qualidade, visto que a maioria dos parâmetros se apresentaram dentro da normalidade.

Palavras-chave: Ecossistema; Mineralogia; Saúde Ambiental, Ensaios físico-químicos; Toxicidade.

1 INTRODUÇÃO

Com o advento da descoberta dos metais preciosos no final do século XVII, a mineração se tornou uma das atividades econômicas mais importantes no Brasil. A extração de metais preciosos, formações rochosas, petróleo e carvão mineral se expandiu e inerentes a essa prática, surgiram as consequências ao meio ambiente e a vida humana.

A contaminação de solos e águas superficiais e subterrâneas, o desmatamento de matas, a sedimentação e poluição de rios e desequilíbrio do ecossistema por evasão dos animais de seu habitat e morte de vida aquática são alguns dos impactos ambientais sentidos em áreas de intensa exploração de minério (WANDERLEY, 2008).

Um subproduto da extração desses recursos, os metais pesados apresentam alto grau de contaminação da água e do solo, podendo ser um dos muitos impactos ambientais sentidos pela região em decorrência dessa extração bem como impactos significativos à saúde da população (CARVALHO, 2003).

Os metais pesados ou elementos-traço são uma classe de substâncias altamente reativas e algumas extremamente tóxicas. Tal toxicidade é causada pela incapacidade do organismo de metabolizá-los, ocasionando bioacumulação dessas substâncias (KLAASSEN, WATKINS, 2012).

Para ser classificada como elemento-traço, uma substância tem de atender a uma série de critérios como número atômico elevado, massa atômica elevada e massa específica elevada

(COSTA E SILVA, 2011).

Hawkes (1997) salienta que além dos critérios supracitados tais substâncias devem formar hidróxidos e sulfetos insolúveis, sais que produzem soluções e complexos coloridos. Atendidos a todos esses critérios, o metal poderá ser considerado metal pesado ou elemento-traço. Sendo a principal forma de remoção de efluentes é com alteração do pH e consequentemente a formação de precipitado.

Os metais pesados são classificados por órgãos de saúde como substâncias altamente tóxicas e teratogênicas, pois são capazes de transpassar a barreira placentária e interferir no desenvolvimento do feto e até ocasionar abortos. Além disso, apresentam sérios malefícios à reprodução humana, causando esterilidade em casos mais graves de intoxicação (GUIMARÃES, 2012).

São também classificados como substâncias com alto poder carcinogênico, pois alteram a estrutura celular, funcionamento de organelas, estrutura da membrana plasmática, além de desregular funções bioquímicas, que no processo de divisão celular mitótica pode ocasionar falhas, resultando em carcinogênese (HIGASHI, 2012).

Alguns desses metais são utilizados pelo organismo humano para funcionamento de alguns sistemas como zinco, molibdênio e ferro, porém as concentrações destes devem se encontrar dentro dos valores de referência, quando em superávit ocasionam intoxicação grave. Já outros metais como mercúrio, cádmio e chumbo não tem função biológica conhecida ou nem a possuem e são dispensáveis para o organismo, quando em altas concentrações no organismo também causam toxicidade (BRASIL, 2008).

Os principais metais pesados contaminantes são arsênio, cádmio, chumbo, cromo, manganês e mercúrio, pois quando em altas concentrações e acumulados no organismo afetam vários órgãos e sistemas, causando um grande colapso à homeostase do indivíduo (HIGASHI, 2012).

Os sintomas decorrentes de uma intoxicação por metal pesado, seja ele essencial ou não essencial ao organismo, são comumente semelhantes, citando anúria (ausência de urina), cegueira parcial ou total, diarreia hemorrágica, torpor, confusão mental e hipertensão como os principais e mais comuns (MANZINI, SÁ, PLICAS, 2010).

As principais vias de absorção desses metais são a via oral e respiratória, podendo acontecer por via cutânea em casos mais raros (OGA, CAMARGO, BATISTUZZO, 2012).

No município de Pratápolis, no sudoeste de Minas Gerais, tem um aumento na atividade mineradora na região, entre elas o Morro do Níquel. No entanto, diversas empresas se instalaram na região a fim de explorar suas riquezas e recursos, ocasionando impactos ambientais severos (REZENDE, 2016).

Os metais pesados provenientes da purificação e beneficiamento dos minérios extraídos na região vêm se acumulando no ecossistema, o que pode interferir na qualidade de vida e saúde da população.

A pesquisa teve como objetivo geral analisar a presença de metais pesados em águas superficiais, de abastecimento e irrigação da cidade de Pratápolis – MG, região de atividade mineradora no sudoeste mineiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na região da cidade mineira de Pratápolis, localizada no sudoeste mineiro. O município é rico em minérios e pertence à bacia hidrográfica do Rio Grande, apresentando clima tropical chuvoso, com inverno seco e temperatura média anual superior a 18° C e precipitação de 1.709 mm. As amostragens foram realizadas em diferentes pontos urbanos e rurais do município de Pratápolis.

Tabela 1 - Caracterização das áreas de amostragem

Identificação	Tipo de área de amostragem
1	Zona de abastecimento secundário – Rio Santana
2	Indústria/Comércio alimentício
3	Indústria/Comércio alimentício
4	Indústria/Comércio alimentício
5	Zona rural – Água de irrigação e atividade pecuária
6	Escola
7	Zona rural – Água de irrigação e atividade pecuária
8	Indústria/Comércio alimentício
9	Escola
10	Zona de abastecimento primário – Rio Palmeiras

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Todas as análises físico-químicas e de metais seguiram rigorosamente as orientações recomendadas pelas Normas Brasileiras (NBR) aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Quanto a determinação da concentração dos metais Níquel (Ni), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Chumbo (Pb) e Manganês (Mn), foram determinados com digestão ácida das amostras, sendo as soluções obtidas analisadas por espectrometria de absorção atômica (FAAS), modo chama (AAnalyst 100 Atomic Absorption Spectrometer N0400025 - Perkin Elmer) como técnica analítica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio físico-químico: Turbidez, cor e odor

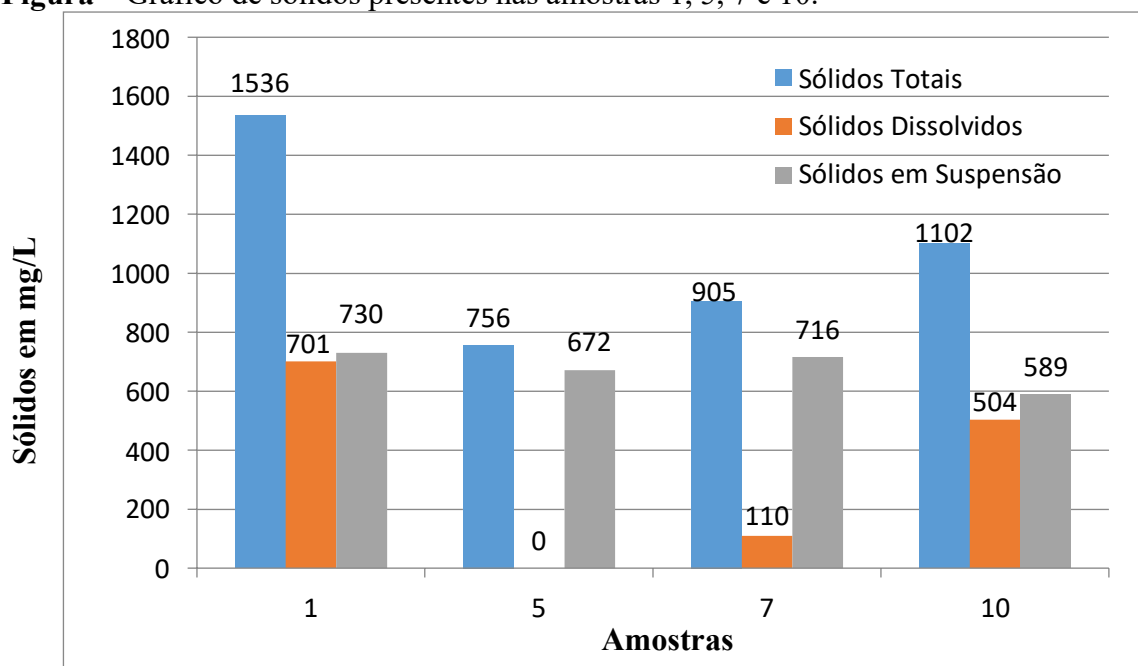
Todos os resultados obtidos dos ensaios realizados nas 10 amostras foram avaliados seguindo as preconizações da resolução nº 357 de 2005 do CONAMA (Brasil,2005). As amostras 1 e 10 apresentaram turbidez acima do valor de referência quanto as demais amostras apresentaram valores normais. A amostra 1 apresentou turbidez entre 100 e 150 UNT, a amostra 2 apresentou turbidez entre 50 e 100 UNT. Pode-se explicar o aumento da turbidez da água a grande quantidade de sólidos suspensos.

A amostra 1 apresentou odor característico de amônia que pode ser resultado da poluição por parte do esgoto doméstico lançado e da atividade pecuária da região, com produção de dejetos de animais que levam ao aumento de microrganismos além dos já existente no meio aquático.

Ensaio físico-químico: Sólidos

Das 10 amostras, apenas as amostras 1, 5, 7 e 10 continham sólidos suspensos. Constatou-se que as mesmas 4 amostras apresentaram sedimento após 24 horas em descanso, sendo as amostras 1 e 10 as que mais apresentaram resíduo ao fundo do frasco de coleta, podendo apontar semelhanças entre o tipo de local de onde as amostras são provenientes.

Figura – Gráfico de sólidos presentes nas amostras 1, 5, 7 e 10.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Ensaio físico-químico: pH e Condutividade elétrica

Valores menores que 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são considerados adequados na análise de condutividade elétrica da água enquanto os valores ideais de pH para água de abastecimento e irrigação pode variar entre 6 e 7,3, segundo a resolução 357/2005.

Todas as amostras apresentaram adequação tendo um pH médio de $6,62 \pm 0,16$. O maior pH foi da amostra 3 com um valor de 6,81 e o menor pH foi o da amostra 8 com valor de 6,22.

Para condutividade, nenhuma amostra apresentou valores discrepantes ou fora dos valores de referência estabelecidos pela resolução 357/2008.

A amostra 9 apresentou maior condutividade elétrica com $64,8 \mu\text{S}/\text{cm}$ e a amostra 3 apresentou menor condutividade sendo $56,5 \mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade média das amostras foi de $61,42 \pm 2,78 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Ensaio físico-químico: Matéria orgânica, alcalinidade, cloretos totais e dureza

Na análise de matéria orgânica, o teor médio foi de $2,75 \pm 0,51 \text{ mg L}^{-1}$ O₂ consumido. Nenhuma amostra apresentou alto teor de matéria orgânica, o que propiciaria a eutrofização do meio aquático. Contudo, as amostras 4, 5, 8 e 9 apresentam valores baixos. Nas amostras 4, 8 e 9 pode-se justificar que as amostras são provenientes do abastecimento urbano, o que contribui para valores diminuídos, uma vez que o tratamento de água pela empresa responsável elimina parte da matéria orgânica.

A amostra 5, proveniente de zona rural, apresentou menor teor de MO, estando também abaixo do valor de referência. A amostra 1 teve o maior teor de MO, isso pode ser em decorrência do despejo de esgoto doméstico e dejetos de animais nas redondezas.

Em relação a dureza nenhuma amostra se apresentou dura ou muito dura, tendo como dureza média $48,7 \pm 10,89 \text{ mg L}^{-1}$.

Quanto aos cloretos totais, o valor médio das amostras foi de $6,10 \pm 3,62 \text{ mg L}^{-1}$. As amostras 1 e 10 apresentaram valores normais para o teor de cloretos, contudo esses valores estão acima das outras amostras e isso é em decorrência de serem amostras retiradas in natura

de zonas de captação onde são dispensados resíduos domésticos e industriais, além das diversas atividades agropecuárias realizadas no entorno dessas zonas.

Com alcalinidade média de $33,7 \pm 2,12$ ppm, todas as amostras apresentaram valores muito satisfatórios para alcalinidade. Sendo a amostras 4 a de maior alcalinidade com 36,0 ppm e amostra 3 com a menor alcalinidade com 30,0 ppm.

Determinação da concentração dos metais pesados

Através da espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS), o presente estudo avaliou a presença de níquel (Ni), cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb) e manganês (Mn) que são subprodutos presentes na escória resultante da purificação do níquel.

Dos cinco metais pesados analisados, foram detectadas concentrações de cromo e manganês nas dez amostras. Salientando que em determinadas amostras, os parâmetros preconizados pela resolução 397/2008 do CONAMA se apresentaram alterados.

A amostra 10 apresentou a maior concentração de cromo com $0,35 \text{ mg L}^{-1}$ enquanto as amostras 3, 7 e 8 não apresentaram concentrações detectáveis ($< 0,03 \text{ mg L}^{-1}$) pelo espectrofotômetro. As concentrações de cromo total encontradas tiveram uma média de $0,1 \pm 0,11 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabela 2 – Valores de matéria orgânica, alcalinidade, cloretos totais e dureza das amostras.

Amostras	Manganês(mg L^{-1})	Cromo(mg L^{-1})	Cádmio (mg L^{-1})	Níquel (mg L^{-1})	Chumbo (mg L^{-1})
1	0,04	$< 0,03$			
2	0,028	$< 0,03$			
3	$< 0,03$	$< 0,03$			
4	0,012	0,1			
5	0,035	$< 0,03$	$< 0,1$	$< 0,05$	$< 0,08$
6	0,007	0,15			
7	$< 0,03$	0,05			
8	$< 0,03$	0,15			
9	0,3	0,2			
10	0,04	0,35			

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

As amostras 6, 8, 9 e 10 apresentaram valores acima dos parâmetros preconizados pelo CONAMA (Brasil,2005) que é de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, sendo classificadas como inadequadas. A amostra 4 apresentou o valor limítrofe de $0,1 \text{ mg/L}$.

O cromo é um elemento-traço essencial. Preocupantes são o cromo IV e o cromo 0, essas duas formas são mais bioacumuláveis e tem alto poder cancerígeno (MATOS et al, 2008)..

Os níveis elevados de cromo nas amostras podem ser explicados pela presença da atividade mineradora na região além dos processos de curtimento que usualmente são predominantes em cidades interioranas envoltas por zonas rurais. O descarte da escória e demais rejeitos da atividade mineradora associado ao processo de curtimento nas fazendas são contribuintes diretos para o aumento da concentração de cromo na água.

4 CONCLUSÃO

Uma amálgama do crescimento socioeconômico e das políticas públicas de proteção ao meio ambiente, o desenvolvimento sustentável é que garante um equilíbrio entre a atividade econômica exploratória com crescente produção de bens para os setores da economia e as exploradas fontes de recursos naturais e minerais.

Conclui-se analisando os parâmetros físico-químicos que a água do município de Pratápolis e região é de boa qualidade, visto que a maioria dos parâmetros se apresentaram dentro da normalidade com exceção de alguns que se apresentaram discretamente alterados como turbidez aumentada, odor amoníaco, presença de cor, matéria orgânica em déficit e presença excessiva de sólidos.

Fica evidente a ausência de concentrações de níquel nas amostras. Especula-se que a ausência quantificável pelo método analítico mostra a eficácia no processo de separação e purificação do metal, sendo praticamente extraído em sua totalidade.

Destaca-se que as concentrações elevadas de cromo sofreram alterações devido às atividades econômicas inerentes da região, enquanto as concentrações de manganês, mesmo dentro da regularidade, necessitam de rigoroso acompanhamento para monitoração e correção preventiva, evitando-se a bioacumulação desse metal na água.

Faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas e processos capazes de auxiliar na necessidade primordial de proteger o meio ambiente e a saúde humana, tão afetados pelo crescimento não sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10664: Água: Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10739: Água: Determinação de oxigênio consumido - Método do permanganato de potássio.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12621: Água: Determinação da dureza total - Método titulométrico do EDTA.** Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13736: Água: Determinação de alcalinidade - Métodos potenciométrico e titulométrico.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13797: Água: Determinação de cloretos - Métodos titulométricos do nitrato mercúrico e do nitrato de prata.** Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13798: Água: Determinação de cor - Método da comparação visual.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14339: Água: Determinação de pH - Método eletrométrico.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14340: Água: Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14341: Água: Determinação de odor - Método de análise sensorial**. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Parecer técnico nº 070 CGVAM/SVS/MS/2008**. 2008. Disponível em: <[http:// www.portalsaude.saude.gov.br/](http://www.portalsaude.saude.gov.br/)>. Acesso em: 19 set. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005..** Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 397, de 3 de abril de 2005. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 2005**, que 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil,

CARVALHO, S. G. **Geologia e potencial de mineralização dos arredores de Fortaleza de Minas (MG.)(Dissertação de mestrado)**. Instituto de Geociências, USP. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

COSTA E SILVA, A. J. **Metais**. 2011. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 19 set. 2019.

GUIMARÃES, M.T. **Avaliação de desfechos relacionados à gestação em áreas contaminadas na região do estuário de Santos e São Vicente**. 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 18 set. 2019.

HAWKES, S. J. What Is a "Heavy Metal"? **J. Chem. Educ.**, v. 74, n. 4, 1997.

HIGASHI, T. **Orientação para tratamento de intoxicação por metais pesados**. 2012. Disponível em: <<https://minerva.ufrj.br/>>. Acesso em: 18 set. 2017.

KLAASSEN, C. D; WATKINS III, J. B. **Fundamento em Toxicologia de Casarett e Doull**. 2. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda., 2012.

MANZINI, F.F., SÁ, K.B.; PLICAS, L.M.A.. **Metais pesados: fonte e ação toxicológica**. 2010. Disponível em: <https://minerva.ufrj.br>. Acesso em: 17 set. 2018.

MATOS, W. O; NÓBREGA, J. A; SOUZA, G. B; NOGUEIRA, A. R. A. Especiação redox de cromo em solo acidentalmente contaminado com solução sulfocrômica. **Quim. Nova**, São Paulo: 31(6), 1450-1454, 2008.

OGA, S; CAMARGO, M. M. A; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamento de Toxicologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2012.

REZENDE, V. L. A mineração em minas gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 28(3), 2016.

WANDERLEY, L. J. M. **Conflitos e impactos ambientais na exploração dos recursos minerais na Amazônia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. Disponível em: <https://minerva.ufrj.br>.

Acesso em: 19 set. 2018.