

**Contaminação de sedimentos fluviais por Mercúrio: estudo de caso em Descoberto, MG****Fluvial sediments contamination by Mercury: case study in the town of Descoberto, MG, Brazil**

DOI:10.34117/bjdv6n9-423

Recebimento dos originais:08/08/2020

Aceitação para publicação:18/09/2020

**Geraldo César Rocha**

Doutor em Ciência do Solo

Universidade Federal de Juiz de Fora

Campus Universitário Bairro Martelos-36036-330 Juiz de Fora MG

E.mail: geraldo.rocha@ufjf.edu.br

**Geisimara Alves de Oliveira**

Mestre em Geografia

Universidade Federal de Juiz de Fora

Campus Universitário Bairro Martelos-36036-330 Juiz de Fora MG

E.mai: geisiooliveira@hotmail.com

**RESUMO**

Em dezembro de 2002 foi observado afloramento de mercúrio metálico na zona rural do município de Descoberto, MG. O presente trabalho avaliou a concentração atual de mercúrio total na área contaminada desse município, tendo como objetivos específicos: avaliar a concentração de mercúrio total nos sedimentos fluviais; analisar a variabilidade da concentração do mercúrio nas estações seca e chuvosa e comparar a concentração de mercúrio encontrado com os níveis permitidos pela legislação brasileira. Os resultados obtidos na avaliação de mercúrio total em sedimentos comprovam contaminação entre 0,03 e 1,67 mg/kg. Com relação à variabilidade da concentração de mercúrio na estação seca e chuvosa comprovou-se aumento dos níveis de mercúrio nos sedimentos no período chuvoso. O significativo aumento da concentração de mercúrio em sedimentos no período chuvoso se explica como consequência do transporte de sedimentos contaminados, devido ao grande volume de água que caracteriza essa estação. Os resultados mostram a possibilidade de transferência do mercúrio às populações do entorno, além da contaminação extrapolar a área inicialmente avaliada pelos órgãos ambientais.

**Palavras-Chave:** mercúrio, contaminação de sedimentos, Descoberto.

**ABSTRACT**

In December, 2002, outcrop of metallic mercury was observed in the rural municipality of Descoberto, MG state, in Brazil. Mercury (Hg) is used in the final stage of mining for separating gold from other minerals. This study aimed to evaluate the current concentrations of total mercury in the contaminated area. The results obtained showed contamination of fluvial sediments between 0.03 and 1.67 mg / kg. Regarding the variability of the mercury concentration in the dry and rainy

seasons, it was noticed an increase in mercury levels in sediments in the rainy season. This is explained as a consequence of the transport of contaminated materials due to the large volume of rainy waters that characterize this season. The results show the possibility of transference of mercury to the surrounding population, beyond the fact that contamination extrapolates the area initially assessed by environmental agencies.

**Keywords:** mercury, contamination of sediments, Descoberto town.

## 1 INTRODUÇÃO

Os sedimentos de fundo, também chamados de sedimentos de corrente, são formados por partículas minerais e orgânicas que se encontram em contato com a parte inferior dos corpos naturais de água. Em razão da capacidade de armazenar materiais pouco solúveis e outros elementos-traço tóxicos, e da sua característica de estar em equilíbrio físico e químico com as águas superficiais, os sedimentos possuem grande importância na configuração de problemas ambientais (BAIRD, 2002 apud FEAM, 2005; PRESS et al., 2006).

Em rios e lagos, o compartimento considerado mais significativo na concentração de metais é representado pelos sedimentos, os quais funcionam como um receptáculo para outras substâncias no ambiente. São muito utilizados como material de amostragem, tanto em pesquisa de prospecção mineral, em geoquímica, como em estudos ambientais, por refletirem a qualidade do sistema e o desenvolvimento histórico de parâmetros hidrológicos e químicos (ROBAINA, FORMOSO, PIRES, 2002; MOERI et al, 2007). Os metais pesados, por exemplo, se ligam predominantemente ao material em suspensão e se acumulam finalmente nos sedimentos (SILVA, 1993).

O monitoramento da poluição de rios através de análises de sedimentos iniciou-se na Holanda em 1960, sendo que a avaliação dos níveis de contaminantes nos sedimentos de rios atualmente é um indicador amplamente generalizado, inclusive para áreas de importância ecológica (VIEIRA, ALHO, FERREIRA, 1995). Em alguns casos, uma espécie tóxica pode estar fortemente ligada a um mineral de argila ou a um constituinte estável do sedimento, não oferecendo risco significativo de contaminação dos organismos e água associados a esse sedimento. Essa situação ocorre principalmente quando a espécie potencialmente tóxica está presente na região em razão de sua origem geológica. Essa situação difere daquelas em que o sedimento é contaminado por atividade antrópica (FEAM, 2005).

Entre os metais pesados, destaca-se o mercúrio, elemento químico de número atômico 80, que tem o símbolo Hg e densidade  $13,6 \text{ g.cm}^{-3}$ . Encontra-se amplamente distribuído, em baixa concentração, por toda a crosta terrestre. Na forma elementar ( $\text{Hg}^0$ ), ocupa a 16ª posição em relação

à abundância na natureza, e suas reservas são avaliadas em torno de 30 bilhões de toneladas (AZEVEDO, 1994; SOUZA e BARBOSA, 2000).

O mercúrio que existe nos diferentes compartimentos ambientais pode se apresentar como inorgânico e/ou orgânico, sendo o seu ciclo biogeoquímico caracterizado pelas várias rotas que este elemento e seus derivados podem seguir no ambiente. Quando em contato com os sedimentos, pode ocorrer sorção do mercúrio na forma insolúvel, seguida de metilação/desmetilação. O ciclo é completado pelas rotas de precipitação, bioconversão em formas voláteis ou solúveis, reinteração deste na atmosfera ou bioacumulação na cadeia alimentar aquática ou terrestre (BISINOTI e JARDIM, 2004). Em dezembro de 2002 foi observado afloramento de mercúrio metálico na localidade da Serra da Grama, zona rural do município de Descoberto, MG. O metal surgiu na área após as correções realizadas por retro-escavadeira na estrada de acesso à localidade. O afloramento fica a aproximadamente 20 metros do córrego Rico, que deságua no ribeirão da Grama. O ribeirão da Grama pertence à sub-bacia do rio Pomba, afluente da bacia do Paraíba do Sul. Segundo relatos históricos, na região de Descoberto foram desenvolvidas atividades de garimpo de ouro a partir de 1824 até meados do século XX (FEAM, CDTN, CPRM, 2005).

O mercúrio é utilizado na fase final do garimpo para a separação do ouro de outros minerais e concentração do metal. Tal elemento é dentre os metais contaminantes, aquele que apresenta a maior toxicidade, além de ser o único metal capaz de sofrer biomagnificação em quase todas as cadeias alimentares, isto é, sua concentração aumenta conforme aumenta o nível trófico da espécie. Isso resulta em exposição ambiental via cadeia alimentar bastante alta para consumidores de níveis tróficos elevados, incluindo o homem (AZEVEDO, 1994; LACERDA, 1997).

## **2 OBJETIVOS**

**2.1 AVALIAR A CONCENTRAÇÃO ATUAL DE MERCÚRIO TOTAL EM SEDIMENTOS FLUVIAIS DE ÁREA CONTAMINADA NO MUNICÍPIO DE DESCOBERTO, MG.**

**2.2 ANALISAR A VARIABILIDADE DA CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA DO LOCAL**

**2.3 COMPARAR A CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO ENCONTRADO COM OS NÍVEIS PERMITIDOS PELA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.**

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA

O município de Descoberto se localiza entre as coordenadas 21°27'36''S e 42°58'04''O e pertence à mesorregião da Zona da Mata Mineira e à microrregião de Juiz de Fora. A área contaminada por mercúrio está situada na zona rural do município, na localidade denominada Serra do Grama a aproximadamente 10 km a nordeste do núcleo urbano. De acordo com o IBGE (2010) o município possui população total de residentes de 4.768 pessoas. A população total urbana é de 4069 pessoas e a rural de 699. A área da unidade territorial é de 213, 168 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 22,3 hab / km<sup>2</sup>.

Em termos climáticos, o local de estudo é caracterizado pela classe Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente; a pluviosidade média anual é de 1300 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso, atingindo em média 280 mm. Geologicamente, o município está inserido nos domínios litológicos da Megassequência Andrelândia e do Complexo Juiz de Fora (COMIG, 2002). A área contaminada encontra-se especificamente em terrenos da Megassequência Andrelândia, a qual é essencialmente composta por gnaisses granatíferos de derivação pelítica a semipelítica. Em toda extensão da área percebe-se o forte controle que as estruturas geológicas exercem sobre a drenagem local. O próprio ribeirão da Grama escoar em um vale encaixado sobre litologias da Megassequência Andrelândia (FEAM, 2005).

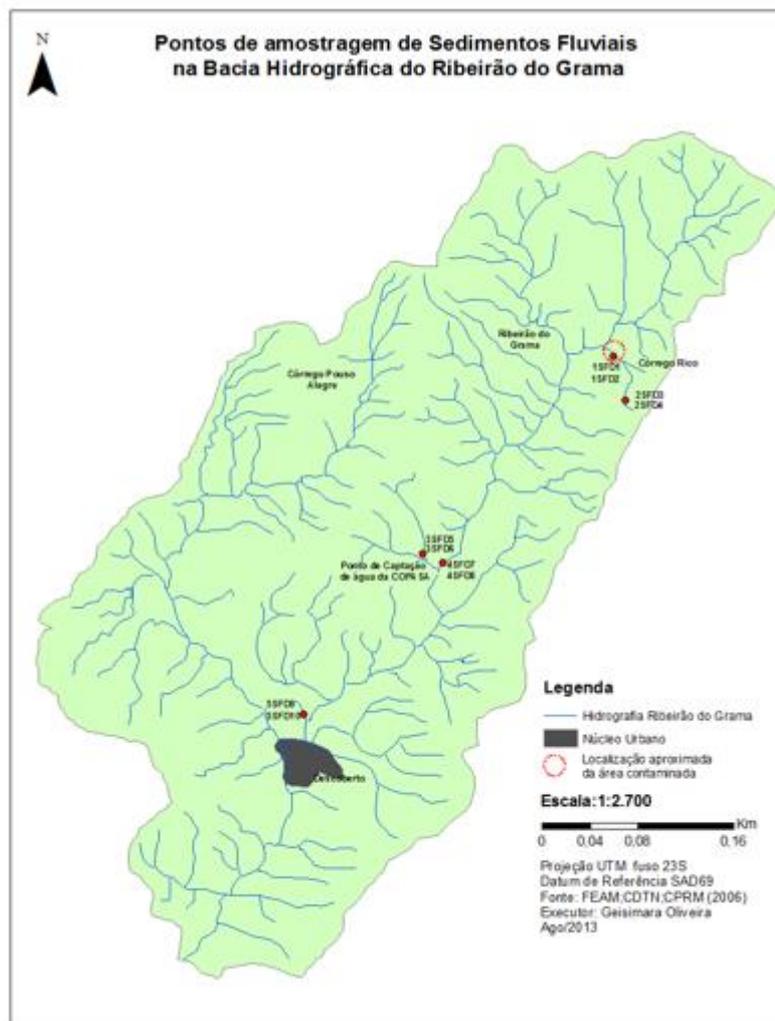
O relevo insere-se no Domínio Morfoestrutural das Faixas de Dobramentos Remobilizados, o qual se separa em duas unidades geomorfológicas (RADAMBRASIL, 1983): Unidade de Depressão Escalonada dos Rios Pomba - Muriaé e Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul. Pedologicamente predominam latossolos, sendo que na paisagem da região abundam as gramíneas formadoras das pastagens, ocorrendo algumas manchas da mata tropical, onde a topografia acidentada propiciou a sua conservação.

#### 3.2 METODOLOGIA

As amostras de sedimentos foram coletadas no leito dos rios, em locais com menor velocidade de fluxo. A amostragem foi realizada com o auxílio de colher de aço inox, bandeja de polietileno e draga para coleta de sedimentos superficiais. Uma vez coletadas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos resistentes, etiquetadas e secas à temperatura ambiente em laboratório. Posteriormente foi realizada desagregação manual e peneiramento a 2 mm sem agitação mecânica. As coletas de sedimentos foram realizadas nos meses de maio de 2012 e janeiro de 2013; foram coletadas no total dezoito amostras, sendo dez na primeira campanha e oito na segunda

campanha. As amostras foram coletadas em cinco pontos distintos (Figura 1, ilustrativa). As amostras 1SFD1 e 1SFD2 foram coletadas na área diretamente contaminada, e 2SFD3 e 2SFD4 em área a montante da área contaminada; tal área foi escolhida pela necessidade de coleta de amostra testemunha que representasse as condições primárias do ambiente ou local, como isenção quanto à presença de supostos compostos ou elementos químicos introduzidos por meio de atividade antrópica. 3SFD5 e 3SFD6; 4SFD7 e 4SFD8 foram amostradas à jusante da área contaminada no local de captação da água que abastece o município; 5SFD9 e 5SFD10 à jusante da área de captação de água do município, próximo ao núcleo urbano.

FIGURA1. Pontos de coleta e nomenclatura de sedimentos (bolinhas vermelhas) na área estudada.



Fonte: próprios autores

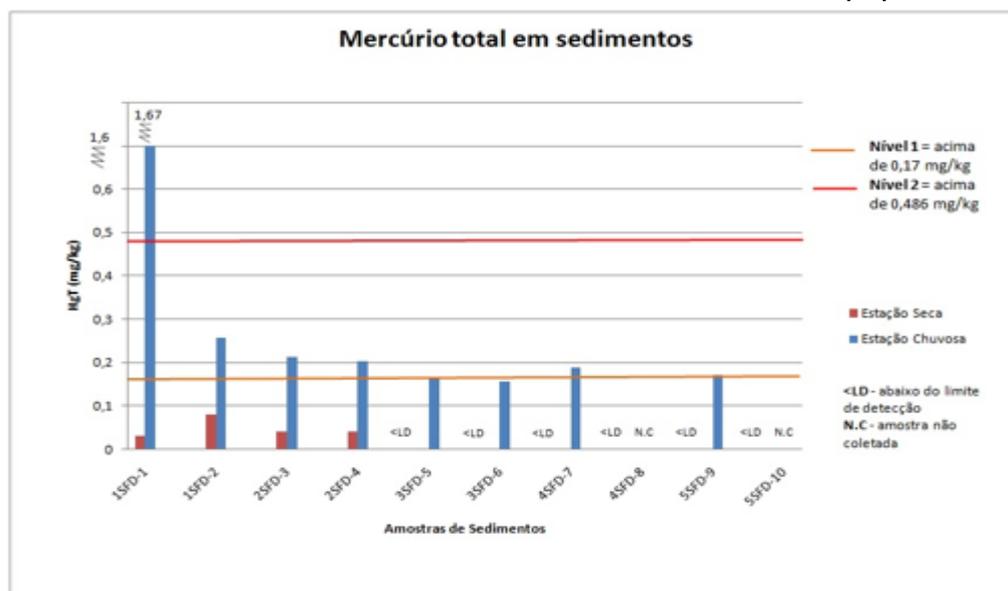
As amostras previamente preparadas foram acondicionadas em sacos de polietileno, etiquetadas e encaminhadas para análise no Laboratório de Especificação de Mercúrio Ambiental (LEMA) do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/RJ. No processo analítico, alíquotas de

aproximadamente 0,05 g de sedimentos são levadas para o acessório de pirólise a 800 °C para a conversão de todas as formas de mercúrio em mercúrio vapor, o qual é analisado por absorção atômica (Equipamento LUMEX, com corretor Zeeman). Note-se que foi determinado o mercúrio total das amostras. O equipamento trabalha de acordo com o princípio da destruição térmica da amostra, seguida pela determinação da quantidade de vapor de Hg. A concentração do vapor do Hg é medida por uma célula analítica pela diferença de intensidade de radiação. A precisão e acuracidade das análises foram realizadas pelo cálculo de erro absoluto e pelo uso de amostras certificadas, sendo aceitos erros máximos de 10%. O limite mínimo de detecção do método é de 0,005 mg/kg. A avaliação da contaminação por mercúrio nos sedimentos foi realizada através da comparação com os valores orientadores determinados pela Resolução CONAMA n. 454 (BRASIL, 2012), onde são considerados os seguintes limites: Nível 1 = 0,170 mg/kg (limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota), e Nível 2 = 0,486 mg/kg (limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota). As coletas foram realizadas na estação seca e chuvosa para analisar a variabilidade da concentração de mercúrio na área estudada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão na figura 2. Observa-se que das dez amostras coletadas em maio de 2012, portanto na estação seca, quatro apresentaram concentrações de mercúrio, porém em baixos teores; são elas: 1SFD1 - 0,03 mg/kg; 1SFD2 - 0,08 mg/kg; 2SFD3 - 0,04 mg/kg; 2SFD4 - 0,04 mg/kg; todas se encontraram abaixo do Nível 1, demonstrando dessa forma pouca probabilidade de efeitos adversos à biota.

FIGURA 2: Teores de mercúrio total em sedimentos da área estudada. Fonte: próprios autores.



As amostras 1SFD1 e 1SFD2 foram coletadas no curso d'água Córrego Rico que corta a área contaminada, e 2SFD3 e 2SFD4 também no curso d'água Córrego Rico, porém em área à montante do local onde foi verificada a contaminação, fato esse que demonstra a possibilidade da existência de novos focos de contaminação. A concentração de mercúrio total nos sedimentos na estação seca variou entre 0,03 a 0,08 mg/kg. As amostras coletadas na estação chuvosa em janeiro de 2013 apresentaram os seguintes valores: das oito amostras avaliadas quatro apresentaram concentração de mercúrio acima do Nível 1: 1SFD2 - 0,26 mg/kg; 2SFD3 - 0,21 mg/kg; 2SFD4 - 0,20 mg/kg; 4SFD7 - 0,19 mg/kg, e uma apresentou concentração acima do Nível 2, 1SFD1 - 1,67mg/kg. A verificação dessa concentração chama a atenção, visto que acima de tal nível há maior probabilidade de efeitos adversos à biota. Na estação chuvosa a concentração verificada variou entre 0,16 a 1,67 mg/kg. Os resultados observados demonstram que na estação chuvosa ocorre um aumento da concentração do elemento, fato esse que pode estar relacionado ao maior carreamento do mercúrio presente no solo pelas águas, para o leito do curso d'água.

## **5 CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos na avaliação de mercúrio total em sedimentos comprovam contaminação dos sedimentos fluviais, com valores entre 0,03 e 1,67 mg/kg. Das 18 (dezoito) amostras de sedimentos fluviais analisadas, 4 (quatro) apresentam concentração acima do Nível 1 ( $>0,17$  mg / kg), concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos à biota; 1 (uma) amostra apresentou concentração superior ao Nível 2 ( $>0,486$  mg / kg), nível acima do qual esses efeitos deletérios são frequentemente observados; tais resultados são comparados aos valores de referência adotados pela Resolução CONAMA n° 454 (BRASIL, 2012). Os maiores níveis de mercúrio total em sedimentos fluviais foram observados no Córrego Rico, curso d'água que corta a área contaminada. É importante ressaltar que no Córrego da Matinha, local onde ocorre a captação de água do município, também foi verificada concentração de mercúrio no limite do Nível 1 (o córrego se localiza a jusante da área contaminada).

Com relação à variabilidade da concentração de mercúrio na estação seca e chuvosa nos sedimentos, é observada a tendência de aumento da concentração de mercúrio na estação chuvosa. Na estação seca são verificadas concentrações variando entre 0,03 a 0,08 mg/kg, e na estação chuvosa valores entre 0,16 a 1,67 mg/kg. O significativo aumento da concentração de mercúrio em sedimentos no período chuvoso se explica como consequência do transporte do poluente pela água, devido ao grande volume de chuvas que caracteriza essa estação. A constatação de teores significativos de Hg em sedimentos acima do Nível 2 deve ser considerada preocupante, visto que

a interação do mercúrio com a biota pode levar a processos de bioacumulação e biomagnificação. Os pontos escolhidos como referência apresentaram concentração de mercúrio em sedimentos de até 0,21 mg/kg, acima, portanto, do Nível 1 (0,17 mg/kg) na estação chuvosa, demonstrando dessa maneira possíveis focos de contaminação ainda não detectados. Conclui-se que a contaminação por mercúrio se mantém ativa na área, não ocorrendo a diminuição da mesma com o tempo, como demonstram os resultados obtidos nesse trabalho. O local se encontra completamente abandonado pelas autoridades responsáveis e não é verificada nenhuma ação efetiva por parte do poder público com relação à remediação do local.

**REFERÊNCIAS**

- AZEVEDO, F.A. Exposição humana ao mercúrio: bases para a vigilância. Salvador, TECBAHIA, R. Baiana Tecnol., v. 9, n. 1, p. 87 a 99. 1994.
- BISINOTI, M.C., JARDIM, W.F. O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente. *Química Nova*, vol. 27, nº. 4, 593-600, 2004.
- BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 454 de 1° de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 de novembro de 2012, Seção 1, pág.66.
- COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. Mapa Geológico Folha SF23 - X- D- II –UBÁ, Belo Horizonte. 2002.
- FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente); CDTN (Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear); CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). Diagnóstico da contaminação ambiental em Descoberto, Minas Gerais, em decorrência do afloramento de mercúrio em dezembro de 2002. Relatório de progresso. Belo Horizonte – FEAM. Minas Gerais, 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico, 2010.
- LACERDA, L.D. Contaminação por mercúrio no Brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro. *Química Nova*, v.20, n.2., 196-199, 1997.
- MOERI, E.N.; RODRIGUES, D.; NIETERS, A. (Edit.). Áreas contaminadas: remediação e revitalização. São Paulo. Signus. 2007.
- PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T.H. Para entender a Terra. Porto Alegre. Bookman. 2006.
- RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, vol.32, Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória, 1983.
- ROBAINA, L.E.; FORMOSO, M.L.L.; PIRES, C.A.F. Metais pesados nos Sedimentos de corrente, como indicadores de Risco Ambiental – Vale do Rio dos Sinos, RS. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, 23(2), 35-47, 2002. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/rig/v23n2/v23n2a04.pdf>. Acesso em: 10 jan.2013.
- SILVA, A.P. Coleta de amostras em solos, sedimentos e águas de ambientes impactados por mercúrio para monitoramento ambiental. In: Câmara V, M. Mercúrio em áreas de garimpos de ouro. Centro Panamericano de Ecologia Humana e Saúde, Série Vigilância no 12, México, p.107-114, 1993.
- SOUZA, J.R.; BARBOSA, A.C. Contaminação por mercúrio e o caso Amazônia. *Química Nova na Escola*, nº12, p.23-25, 2000.
- VIEIRA, L.M.; ALHO, C.J.R.; FERREIRA, G.A.L. Contaminação por Mercúrio em Sedimento e em Moluscos do Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia*. 12 (3): 663 – 670. 1995.