

# Investigação da associação entre intoxicações por metais pesados e os maiores desastres de barragens de mineração de Minas Gerais, Brasil

## *Investigation of the association between heavy metal poisoning and the largest mining dam disasters in Minas Gerais, Brazil*

Lara Luiza Freitas de Oliveira<sup>1</sup>, Shara Sevesquim Alcantara<sup>2</sup>, Rafael Sotero Caldeira<sup>3</sup>, Anderson Kelvin Saraiva Macêdo<sup>4</sup>, Magna Cristina de Paiva<sup>5</sup>, Hélio Batista dos Santos<sup>6</sup>, Ralph Gruppi Thomé<sup>7</sup>, Farah Maria Drumond Chequer<sup>8</sup>

Oliveira LLF, Alcantara SS, Caldeira RS, Macêdo AKS, Paiva MC, Santos HB, Thomé RG, Chequer FMD. Investigação da associação entre intoxicações por metais pesados e os maiores desastres de barragens de mineração de Minas Gerais, Brasil / *Investigation of the association between heavy metal poisoning and the largest mining dam disasters in Minas Gerais, Brazil*. Rev Med (São Paulo). 2025 jan.-fev.;104(1):e-211761.

**RESUMO:** A intoxicação se configura como um grave problema de saúde pública em todo o mundo e no caso de intoxicação por metais pesados a presença e aumento destes elementos no ambiente pode ser um agravante, como por exemplo, após o rompimento de barragens de mineração. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar o perfil epidemiológico das intoxicações por metais pesados antes e depois do rompimento das barragens de Fundão e Mina Córrego do Feijão no estado de Minas Gerais, Brasil, e verificar uma possível relação de aumento de casos após os desastres. Os dados foram coletados através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) no período antes [(2010-2015) e (2016-2018)] e depois [(2016-2021) e (2019-2021)] do rompimento das barragens de Fundão e Mina Córrego do Feijão, respectivamente. Após os desastres, houve aumento nos casos de intoxicação por metais pesados tanto em âmbito nacional (5,3% - Fundão e 23,3% - Mina Córrego do Feijão) quanto no estado de Minas Gerais (34,7% - Fundão e 34,3% - Mina Córrego do Feijão) relacionados com diversas circunstâncias, mas com evolução para cura sem sequelas na maioria dos casos. Apesar de não ser possível correlacionar diretamente os desastres ao aumento do número de pessoas intoxicadas por metais, este trabalho levanta questionamentos acerca da contribuição destes eventos no aumento dos casos de intoxicação, sendo necessários mais estudos acerca do assunto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação ambiental; Envenenamento; Toxicidade; Risco à saúde.

**ABSTRACT:** Intoxication is a serious public health problem worldwide and in the case of heavy metal intoxication, the presence and increase of these elements in the environment can be an aggravating factor, for example, after the collapse of mining dams. In this context, the objective of this study was to analyze the epidemiological profile of heavy metal intoxication before and after the rupture of the Fundão and Mina Córrego do Feijão dams in the state of Minas Gerais, Brazil, and to verify a possible relation of increase in cases after the disasters. Data were collected through the Notifiable Diseases Information System (SINAN) in the period before [(2010-2015) and (2016-2018)] and after [(2016-2021) and (2019-2021)] the rupture of the Fundão and Mina Córrego dams of beans, respectively. After the disasters, there was an increase in cases of heavy metal intoxication both nationally (5.3% - Fundão and 23.3% - Córrego do Feijão mine) and in the state of Minas Gerais (34.7% - Fundão and 34.3% - Mina Córrego do Feijão) related to different circumstances, but progressing to cure without sequelae in most cases. Although it is not possible to directly correlate disasters with the increase in the number of people intoxicated by metals, this work raises questions about the transfer of these events in the increase in cases of intoxication, requiring further studies on the subject.

**KEY WORDS:** Environmental contamination; Poisoning; Toxicity; Health risk.

<sup>1</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: luizalara422@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2115-0943>. <http://lattes.cnpq.br/1798414425617487>.

<sup>2</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: sharasevesquim@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0943-1064>. <http://lattes.cnpq.br/1311087289021>.

<sup>3</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: faelsotscaldeira@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1602-2630>. <http://lattes.cnpq.br/6631033742641497>.

<sup>4</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: andersonkelvinsm@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0404-1681>. <http://lattes.cnpq.br/6033644161166573>.

<sup>5</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: magnacpaiva@ufsj.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9375-7261>. <http://lattes.cnpq.br/4650007435516646>.

<sup>6</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: hbsantos@ufsj.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6813-8522>. <http://lattes.cnpq.br/544913183946702>.

<sup>7</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: ralph@ufsj.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1779-5036>. <http://lattes.cnpq.br/0376595787624339>.

<sup>8</sup> Universidade Federal de São João Del-Rei, Divinópolis, MG, Brasil. Email: farahchequer@ufsj.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3514-2132>. <http://lattes.cnpq.br/8527314521360726>.

**Endereço para correspondência:** Farah Maria Drumond Chequer. Laboratório de Análises Toxicológicas. Universidade Federal de São João del-Rei - Campus Centro-Oeste Dona Lindu (UFSJ-CCO). R. Sebastião Gonçalves Coelho 400, Chanadour. 35.501-296. Divinópolis-MG, Brasil. E-mail: farahchequer@ufsj.edu.br

## INTRODUÇÃO

Intoxicações exógenas são manifestações resultantes da interação do organismo vivo com uma substância química que leva a alterações clínicas, patológicas<sup>1</sup> e, portanto, se configura como um grave problema de saúde pública em todo o mundo<sup>2</sup>. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2016 as intoxicações por diversos xenobióticos causaram a morte de aproximadamente 106.683 pessoas no mundo<sup>3</sup>. Destaca-se que as intoxicações podem ser causadas por diferentes agentes tóxicos, incluindo medicamentos, agrotóxicos e metais pesados<sup>1</sup>.

No Brasil, de 2011 a 2021, ocorreram cerca de 1.205.516 casos suspeitos de intoxicação<sup>3</sup>. Dias Júnior et al. (2020)<sup>4</sup> analisaram as notificações de intoxicação por metais na região Nordeste do Brasil, no período de 2011 a 2015, e identificaram 320 casos, sendo a Bahia o estado com o maior número de notificações (229) e a circunstância ambiental foi apontada como responsável pela maioria dos casos (181). Considerando a questão ambiental, desastres como o rompimento de barragens de mineração podem contribuir para o aumento de metais pesados no ambiente aquático e consequentemente para os casos de intoxicação por estes elementos.

Dentre estes eventos trágicos mais recentes, tem-se o rompimento das barragens de Fundão (Mariana-MG, novembro de 2015) e da Mina Córrego do Feijão (Brumadinho-MG, janeiro de 2019), que liberaram grande quantidade de rejeitos de minério à bacia do rio Doce e do rio Paraopeba, respectivamente<sup>5-7</sup>. Estes rejeitos continham grande quantidade de metais pesados em sua composição, e foi relatado, pós desastre, um aumento na concentração destes elementos nos rios impactados, destacando-se principalmente o Ferro (Fe), Manganês (Mn), Alumínio (Al) e o Cádmiio (Cd)<sup>8,9</sup>.

A presença de concentrações aumentadas de metais pesados na água dos rios Doce e do Paraopeba impossibilitou o seu uso para captação e consumo humano, pesca, agricultura, pecuária e atividades industriais<sup>10</sup>. É conhecido que água contaminada por metais é capaz de contaminar também os alimentos e assim quem faz uso deles, como os seres humanos, podendo causar uma série de problemas à saúde a longo prazo, se manifestando como intoxicação, caracterizada por náuseas, vômitos e cansaço excessivo<sup>11,12</sup>. Diante disso, nota-se a importância da avaliação e mensuração dos casos de intoxicação exógena. Estes casos são notificados ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), uma ferramenta epidemiológica importante que permite a análise dos fatores envolvidos, bem como as populações mais acometidas<sup>1</sup>. O registro efetivo neste sistema contribui para a identificação da realidade epidemiológica de determinada área geográfica, além de ser um instrumento relevante para auxiliar o planejamento da saúde e definir prioridades de intervenção<sup>13-15</sup>.

Face ao exposto, este estudo tem como objetivo analisar as notificações de intoxicação por metais pesados no Brasil e no estado de Minas Gerais antes e após os rompimentos das barragens de Fundão e da Mina Córrego do Feijão, o que poderá mostrar o impacto destes eventos sobre a população atingida.

## MÉTODOS

### Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo documental de dados notificados e disponibilizados no SINAN acerca das intoxicações por metais pesados no Brasil e no estado de Minas Gerais, antes e após o rompimento de barragens de mineração brasileiras, sendo elas a barragem de Fundão (2010-2015 e 2016-2021) e da Mina Córrego do Feijão (2016-2018 e 2019-2021).

### Coleta de Dados e Informações

Os dados foram coletados em outubro de 2022 a partir do site SINAN-Net na aba DATASUS - Informações de Saúde por meio do tabulador genérico – Tabnet, através do link <<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>>. O item Doenças e Agravos de Notificação de 2007 em diante foi selecionado para obter informações acerca dos casos de intoxicações por metais.

### Análise dos Dados

Os resultados foram expressos por meio de frequência absoluta e relativa, representados através de gráficos e tabelas. Para a descrição do perfil epidemiológico foram analisadas as seguintes variáveis:

#### - Sociodemográficas

- sexo (masculino; feminino);
- faixa etária (ignorado/branco; 0-9 anos; 10-19 anos; 20-59 anos; 60 anos ou mais);
- escolaridade (ignorado/branco; analfabeto; ensino fundamental incompleto; ensino fundamental completo; ensino médio incompleto; ensino médio completo; ensino superior incompleto; ensino superior completo; não se aplica);
- raça (ignorado/branco; branca; preta; amarela; parda; indígena);

#### - Relacionadas à exposição ao agente tóxico

- circunstância (uso habitual; acidental; ambiental; tentativa de suicídio; outras [uso terapêutico, prescrição médica inadequada, erro de administração, automedicação, abuso, ingestão de alimento ou bebida, tentativa de aborto, violência, homicídio ou outra circunstância descritiva]);
- tipo de exposição (ignorado/branco; aguda-única; aguda-repetida; crônica; aguda sobre crônica);
- evolução (ignorado/branco; cura sem sequelas; cura com sequelas; óbito por intoxicação; óbito por outra causa; perda de seguimento);

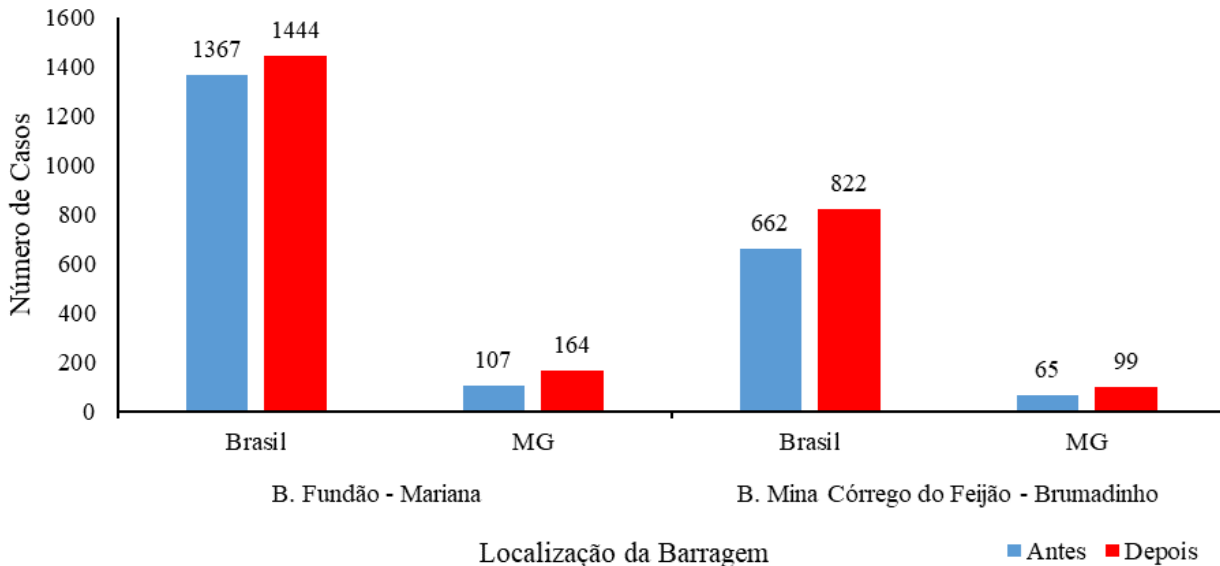
De acordo com a resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde), por ser um estudo em base documental com informações de domínio público, sem possibilidade de identificação individual, este estudo não necessita de aprovação do comitê de ética em pesquisa<sup>16</sup>.

## RESULTADOS

Os dados obtidos mostraram que os casos de intoxicação

por metais pesados aumentaram tanto em âmbito estadual (Minas Gerais) quanto nacional após o rompimento das barragens de estudo, conforme mostra a Figura 1.

**FIGURA 1** - Intoxicações por metais pesados notificadas no Brasil e em Minas Gerais antes (2010-2015) (2016-2018) e depois (2016-2021) (2019-2021) do rompimento das barragens de Fundão e Mina Córrego do Feijão, respectivamente



Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), 2022.

**Legenda:** B: Barragem; MG: Minas Gerais

Com o rompimento da barragem de Fundão (Mariana) foi observado um aumento de 5,3 e 34,7 % das notificações a nível, nacional e estadual, respectivamente, em comparação com os casos notificados antes do desastre. Quanto aos dados referentes à barragem da Mina Córrego do Feijão (Brumadinho), também houve um aumento de notificações pós desastre em âmbito estadual (34,3 %) e nacional (23,3 %).

O perfil epidemiológico destas intoxicações, referentes às variáveis sociodemográficas, tanto antes quanto depois do rompimento das barragens pode ser observado nas Tabelas 1 (barragem de Fundão) e 2 (barragem da Mina Córrego do Feijão).

Antes do rompimento da barragem de Fundão, em âmbito nacional, o perfil epidemiológico destas intoxicações era composto majoritariamente por pessoas do sexo masculino, com faixa etária entre 20-59 anos e raça branca. Este perfil se manteve após o rompimento da barragem, alterando apenas o sexo, no qual as intoxicações foram maiores em pessoas do sexo feminino (Tabela 1). Já em âmbito estadual (MG), antes do rompimento o perfil epidemiológico era composto por pessoas do sexo feminino, com faixa etária entre 20-59 anos, raça parda. Este perfil também se manteve, exceto pelo sexo, no qual as intoxicações em pessoas do sexo masculino foram maiores (Tabela 1).

Com relação ao rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão, o perfil epidemiológico das intoxicações por metais

pesados antes do desastre, em âmbito nacional, era composto majoritariamente por pessoas do sexo feminino, com faixa etária entre 20-59 anos e raça parda, sendo mantido após o desastre (Tabela 2). Em âmbito estadual o perfil epidemiológico pré rompimento era composto por pessoas do sexo feminino, com faixa etária entre 20-59 anos, raça branca. Porém, apesar da faixa etária ter se mantido após o rompimento desta barragem as intoxicações foram maiores em pessoas do sexo masculino e de raça parda (Tabela 2).

A variável escolaridade se configurou como ignorado/branco, seguido de não se aplica e ensino fundamental incompleto em todas as análises referentes aos dados dos rompimentos das barragens (Tabela 1 e Tabela 2).

Em relação à exposição aos metais pesados, a principal circunstância das intoxicações em âmbito nacional antes e depois do rompimento da barragem de Fundão foi causa ambiental (39,6%) e acidental (43,9 %). E em âmbito estadual tanto antes quanto depois do desastre a principal circunstância foi a tentativa de suicídio com 41,1 e 51,2 %, respectivamente (Tabela 3).

No caso do rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão, a causa acidental foi a principal circunstância das intoxicações antes e depois do desastre em âmbito nacional, respectivamente com 41,1 e 45,9 % dos casos. Da mesma forma da barragem de Fundão, em âmbito estadual a principal causa foi a tentativa de suicídio com 44,6 % antes e 55,5 % depois do rompimento (Tabela 4).

**TABELA 1** - Perfil epidemiológico das intoxicações por metais notificadas no Brasil e em Minas Gerais antes (2010-2015) e depois (2016-2021) do rompimento da barragem de Fundão – variáveis sociodemográficas

Variável	Barragem de Fundão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Sexo</b>								
Feminino	553	40,4	737	51	55	51,4	81	49,4
Masculino	814	59,6	707	49	52	48,6	83	50,6
<b>Faixa etária</b>								
Ignorado/Branco	2	0,15	0	0	0	0	0	0
0-9 anos	457	33,4	490	33,9	27	25,2	18	11
10-19 anos	177	13	234	16,2	10	9,4	23	14
20-59 anos	694	50,8	676	46,8	66	61,7	115	70,1
60 ou mais	37	2,7	44	3,1	4	3,7	8	4,9
<b>Escolaridade</b>								
Ignorado/branco	428	31,3	489	33,9	50	46,7	48	29,3
Analfabeto	26	1,9	5	0,3	1	0,9	1	0,6
Ensino Fundamental Incompleto	254	18,5	171	11,8	18	16,8	34	20,7
Ensino Fundamental Completo	70	5,1	55	3,8	5	4,7	12	7,3
Ensino Médio Incompleto	44	3,2	90	6,2	3	2,8	19	11,6
Ensino Médio Completo	106	7,8	143	9,9	3	2,8	28	17,1
Ensino Superior Incompleto	23	1,7	20	1,4	2	1,9	2	1,2
Ensino Superior completo	43	3,2	34	2,4	0	0	3	1,8
Não se aplica	373	27,3	437	30,3	25	23,4	17	10,4
<b>Raça</b>								
Ignorado/Branco	287	21	237	16,4	36	33,6	13	7,9
Branca	572	41,8	492	34,1	28	26,2	67	40,9
Preta	144	10,5	63	4,3	7	6,6	12	7,3
Amarela	5	0,4	7	0,5	0	0	1	0,6
Parda	359	26,3	540	37,4	36	33,6	71	43,3
Indígena	0	0	105	7,3	0	0	0	0

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), 2022.

**TABELA 2** - Perfil epidemiológico das intoxicações por metais notificadas no Brasil e em Minas Gerais antes (2018-2018) e depois (2019-2021) do rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão - variáveis sociodemográficas

Variável	Barragem Mina Córrego do Feijão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Sexo</b>								
Feminino	322	51,8	415	50,5	33	50,8	48	48,5
Masculino	300	48,2	407	49,5	32	49,2	51	51,5
<b>Faixa etária</b>								
Ignorado/Branco	0	0	0	0	0	0	0	0
0-9 anos	253	40,7	237	28,8	10	15,4	8	8,1
10-19 anos	74	11,9	160	19,5	8	12,3	15	15,2
20-59 anos	283	45,5	393	47,8	43	66,1	72	72,7
60 ou mais	12	1,9	32	3,9	4	6,2	4	4,0

continua

continuação

Variável	Barragem Mina Córrego do Feijão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Escolaridade</b>								
Ignorado/branco	226	36,3	263	32,0	21	32,3	27	27,3
Analfabeto	2	0,3	3	0,4	0	0	1	1,0
Ensino Fundamental Incompleto	63	10,1	108	13,1	13	20,0	21	21,2
Ensino Fundamental Completo	21	3,4	34	4,1	6	9,2	6	6,1
Ensino Médio Incompleto	34	5,5	56	6,8	7	10,8	12	12,1
Ensino Médio Completo	37	6,0	106	12,9	7	10,8	21	21,2
Ensino Superior Incompleto	7	1,1	13	1,6	1	1,5	1	1,0
Ensino Superior completo	10	1,6	24	2,9	1	1,5	2	2,0
Não se aplica	222	35,7	215	26,2	9	13,9	8	8,1
<b>Raça</b>								
Ignorado/Branco	142	22,9	95	11,6	10	15,4	3	3,0
Branca	165	26,5	327	39,8	27	41,5	40	40,4
Preta	17	2,7	46	5,6	4	6,2	8	8,1
Amarela	2	0,3	4	0,5	0	0	1	1,0
Parda	192	30,9	349	42,4	24	36,9	47	47,5
Indígena	104	16,7	1	0,1	0	0	0	0

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), 2022

A análise do tipo de exposição aos metais pesados antes e após o rompimento da barragem de Fundão, em âmbito nacional no período de 2010/2015, prevaleceu a exposição crônica e exposição aguda única, ambas com 38,5 % dos casos, diferente de 2016/2021 em que prevaleceu apenas exposição aguda única (61,3 %). Em Minas Gerais o tipo principal de exposição foi aguda única com 72 % (2010/2015) e 74,3 % (2016/2021), conforme mostra a Tabela 3.

Na barragem da Mina Córrego do Feijão, em âmbito nacional, o principal tipo de exposição foi aguda única nos dois períodos avaliados, com 60 % em 2016/2018 e 62,3 %

em 2019/2021, assim como em Minas Gerais com 73,9 % em 2016/2018 e 74,7 % em 2019/2021 (Tabela 4).

Avaliando a evolução das intoxicações antes e após o rompimento da barragem de Fundão, a maioria se configurou como cura sem seqüela tanto no Brasil (49,2% em 2010/2015 e 61,2% em 2016/2021) quanto em Minas Gerais (80,4% em 2010/2015 e 74,4% em 2016/2021). Também evolução para cura sem seqüela das intoxicações foi observada antes e após o rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão, em âmbito nacional (62,4 % em 2016/2018 e 73,5 % em 2019/2021) e estadual (78,5 % em 2016/2018 e 83,8% em 2019/2021).

**TABELA 3** - Perfil epidemiológico das intoxicações por metais notificadas no Brasil e em Minas Gerais antes (2010-2015) e depois (2016-2021) do rompimento da barragem de Fundão – relacionado à exposição ao agente tóxico

Variável	Barragem de Fundão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Circunstância</b>								
Ignorado/Branco	58	4,2	54	3,7	4	3,7	6	3,7
Uso Habitual	146	10,7	69	4,8	4	3,7	4	2,4

continua

continuação

Variável	Barragem de Fundão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Circunstância</b>								
Acidental	323	23,6	634	43,9	36	33,6	49	29,9
Ambiental	542	39,6	155	10,7	3	2,8	6	3,7
Uso Terapêutico	7	0,5	4	0,3	2	1,9	2	1,2
Prescrição Médica	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0
Erro de Administração	2	0,2	4	0,3	0	0	0	0
Automedicação	4	0,3	6	0,4	1	0,9	1	0,6
Abuso	30	2,2	42	2,9	10	9,3	3	1,8
Ingestão de Alimentos	7	0,5	12	0,8	0	0	5	3,0
Tentativa de Suicídio	213	15,6	419	29,0	44	41,1	84	51,2
Aborto	1	0,1	0	0	0	0	0	0
Violência / Homicídio	6	0,4	9	0,6	0	0	1	0,6
Outra	27	2,0	35	2,4	3	2,8	3	1,8
<b>Tipo de exposição</b>								
Ignorado/branco	119	8,7	9	14,3	17	15,9	15	9,1
Aguda-única	526	38,5	33	61,3	77	72,0	122	74,3
Aguda-repetida	64	4,7	6	11,0	4	3,7	23	14,0
Crônica	526	38,5	7	13,7	6	5,6	3	1,8
Aguda sobre Crônica	132	9,7	0	0,8	3	2,8	1	0,6
<b>Evolução</b>								
Ignorado/Branco	393	24,5	352	22,0	15	14,0	15	9,1
Cura sem sequela	673	42,0	992	61,9	86	80,4	134	81,7
Cura com sequela	213	13,3	59	3,7	1	0,9	10	6,1
Óbito por Intoxicação Exógena	13	0,8	8	0,5	2	1,9	1	0,6
Óbito por Outra Causa	12	0,8	4	0,3	2	1,9	0	0
Perda de Segmento	63	3,9	29	1,8	1	0,9	4	2,4

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), 2022.1

**TABELA 4** - Perfil epidemiológico das intoxicações por metais notificadas no Brasil e em Minas Gerais antes (2018-2018) e depois (2019-2021) do rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão - relacionado à exposição ao agente tóxico

Variável	Barragem Mina Córrego do Feijão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Circunstância</b>								
Ignorado/Branco	29	4,7	25	3,0	1	1,5	5	5,1
Uso Habitual	29	4,7	40	4,9	3	4,6	1	1,0
Acidental	256	41,2	378	46,0	24	36,9	25	25,3
Ambiental	112	18,0	43	5,2	0	0	6	6,1
Uso Terapêutico	3	0,5	1	0,1	2	3,01	0	0
Prescrição Médica	1	0,2	0	0	0	0	0	0
Erro de Administração	2	0,3	2	0,2	0	0	0	0
Automedicação	5	0,8	1	0,1	1	1,5	0	0
Abuso	19	3,1	23	2,8	0	0	3	3,0

continua

continuação

Variável	Barragem Mina Córrego do Feijão							
	Brasil				Minas Gerais			
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Circunstância</b>								
Ingestão de Alimentos	7	1,13	5	0,6	4	6,2	1	1,0
Tentativa de Suicídio	144	23,2	275	33,5	29	44,6	55	55,6
Aborto	0	0	0	0	0	0	0	0
Violência / Homicídio	2	0,3	7	0,9	0	0	1	1,0
Outra	13	2,1	22	2,7	1	1,5	2	2,0
<b>Tipo de exposição</b>								
Ignorado/branco	58	9,3	148	18,0	6	9,2	9	9,1
Aguda-única	373	60,0	512	62,3	48	73,9	74	74,7
Aguda-repetida	51	8,2	108	13,1	9	13,9	14	14,1
Crônica	135	21,7	48	5,8	1	1,5	2	2,0
Aguda sobre Crônica	5	0,8	6	0,7	1	1,5	0	0
<b>Evolução</b>								
Ignorado/Branco	202	12,6	150	9,4	7	10,8	8	8,1
Cura sem sequela	388	24,2	604	37,7	51	78,5	83	83,8
Cura com sequela	21	1,3	38	2,4	6	9,2	4	4,0
Óbito por Intoxicação Exógena	3	0,2	5	0	0	0	1	1,0
Óbito por Outra Causa	1	0,1	3	0,2	0	0	0	0,0
Perda de Segmento	7	0,4	22	1,4	1	1,5	3	3,0

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), 2022

## DISCUSSÃO

A poluição por metais pesados promovida pelo rompimento das barragens de mineração em Minas Gerais é tema recorrente em diversos estudos de mitigação dos impactos desses eventos<sup>5,17-19</sup>. Após os rompimentos das barragens, os rejeitos contendo metais pesados foram lançados para o ambiente, impactando água, solo e conseqüentemente, os organismos que dependem direta ou indiretamente desses recursos<sup>20</sup>. Por também utilizarem esses recursos naturais, os seres humanos estão suscetíveis à intoxicação promovida pelos metais pesados presentes nos ambientes impactados. Por sua vez, a intoxicação por metais pesados pode gerar uma série de problemas de saúde para a população afetada<sup>21</sup>.

O presente estudo mostrou o aumento no número de notificações de casos de intoxicação de seres humanos por metais pesados tanto em âmbito nacional quanto estadual após os rompimentos das barragens em Mariana e Brumadinho. Uma possível explicação envolve a proporção desses rompimentos, que despejaram milhões de metros cúbicos de rejeito de mineração em bacias hidrográficas associadas a locais com ocupação humana. Eventualmente, esses metais podem ter chegado até os seres humanos por diversas vias, como, por exemplo, consumo de água e alimentos contaminados.

De fato, Carvalho et al. (2018)<sup>22</sup> identificaram concentrações de Fe, Mn e Chumbo (Pb) acima do limite determinado pela legislação brasileira para água potável e

de irrigação em pontos ao longo do rio Doce. Vormittag et al. (2021)<sup>23</sup> encontrou níveis elevados de metais como Al, Arsênio (As) e Cd no sangue e na urina de residentes das áreas afetadas por esse rompimento. Da mesma forma, em Brumadinho, Mota et al. (2022)<sup>24</sup> identificaram concentrações de Mn e As acima dos valores de referência em 38,1 e 33,4 % da população, respectivamente. Diante disso, essa exposição da população a concentrações potencialmente danosas de diversos metais pesados poderia ser responsável direto pelo aumento de casos de intoxicação notificados.

A toxicidade dos metais pesados pode ter diversas conseqüências para o organismo humano<sup>25</sup>. A exposição a esses elementos em concentrações altas geralmente leva a sintomas crônicos e que, em muitos casos, são semelhantes aos de outras doenças<sup>26</sup>. Por vezes, os metais podem afetar a função do sistema nervoso central levando a transtornos mentais e comportamentais, modificar os constituintes do sangue, além de lesionar os pulmões, fígado, rins e outros órgãos vitais, promovendo o surgimento de diversas patologias<sup>25</sup>.

Vormittag et al. (2018)<sup>27</sup> observaram que problemas respiratórios (tosse, falta de ar, alergia respiratória, rinite, coriza, entre outros) e afecções de pele (alergia, coceira, vermelhidão, entre outros) foram os problemas de saúde mais relatados pela população afetada pelo rompimento da barragem de Fundão, representando 40% e 15,8%, respectivamente, dos sintomas analisados no estudo. Já em relação ao rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, Nascimento-Souza et al. (2022)<sup>28</sup>

evidenciaram a maior chance de multimorbidade na população que vive na área próxima ao rompimento.

A multimorbidade é descrita como a ocorrência simultânea de duas ou mais doenças crônicas em um mesmo indivíduo<sup>29</sup>, estando esta condição associada ao maior risco de mortalidade, de declínio funcional e de baixa qualidade de vida<sup>30</sup>. Nascimento-Souza et al. (2022)<sup>28</sup> realizou um estudo transversal na cidade de Brumadinho com a população atingida direta ou indiretamente pelo rompimento da barragem Mina Córrego do Feijão. Participaram do estudo 2.777 pessoas, sendo a prevalência de multimorbidade igual a 53,8%. Em média, os indivíduos apresentaram 2,2 morbidades, sendo que ansiedade ou transtorno do sono (33,6%), hipertensão arterial (30,0%) e colesterol elevado (23,0%) foram as condições mais frequentes. No presente estudo, verificou-se que residentes em áreas afetadas diretamente pelo rompimento da barragem apresentaram maior chance de multimorbidade, o que corrobora com estudos anteriores que também demonstraram maior incidência de doenças crônicas após a ocorrência de desastres, incluindo infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e transtornos psiquiátricos<sup>31,32</sup>. Estes eventos revelam a necessidade de amplo monitoramento no que diz respeito aos desfechos de saúde física e mental em populações acometidas por desastres.

Em um levantamento epidemiológico e toxicológico realizado na região de Barra Longa, afetada pelo rompimento da barragem de Fundão, Frutuoso (2019)<sup>33</sup> observou o aumento nos casos de depressão (2,8%), comparando dados de atendimentos realizados antes (2014) e depois (2017) do rompimento da barragem supramencionada. Um dos sintomas da depressão é a ideação suicida<sup>34</sup>, principal circunstância observada em âmbito estadual associado as análises de ambas as barragens. O estudo realizado por Fu et al. (2023)<sup>35</sup> utilizou dados do Centro Nacional de Estatística de Saúde dos Centros de Controle de Doenças e Prevenção (CDC) e correlacionou positivamente a presença de metais pesados em amostras biológicas e a ocorrência de depressão.

Vale ressaltar que o aumento do número de casos de intoxicação por metais pesados no Brasil e em Minas Gerais, observado no presente estudo, pode não estar relacionado exclusivamente aos desastres, visto que a circunstância ambiental após os rompimentos não representou um percentual tão significativo do total das notificações, sendo 10,7% (nacional) e 3,7 (estadual) para a barragem de Fundão e 5,2% (nacional) e 6,1% (estadual) para a barragem Mina Córrego do Feijão, além desta circunstância ter sido apontada como principal causa de intoxicação antes da ocorrência do rompimento da barragem de Fundão.

A circunstância ambiental é caracterizada pela exposição não-intencional decorrente da poluição do ar e/ou contaminação de solo e/ou água<sup>36</sup>. Apesar do rompimento de ambas as barragens terem elevado os níveis de metais pesados na água, Costa et al. (2003)<sup>37</sup> e Fonseca et al. (2022)<sup>38</sup> afirmam que antes dos desastres a água da bacia hidrográfica dos rios afetados (Doce e Paraopeba) já possuía a presença de metais pesados, causada possivelmente por atividades de mineração já existentes na região. Isso dificulta a capacidade de estabelecer correlações diretas acerca dos efeitos tóxicos causados pelos metais pesados presentes como contaminantes ambientais após o rompimento

das barragens e a ocorrência de intoxicação. Além disso, o aumento do número de intoxicações observado neste estudo, pode não ter sido causado unicamente devido ao derramamento das barragens de minério, tendo em vista que outras fontes, tais como o lixo eletrônico (pilhas e baterias), produção química industrial, agricultura (uso de fertilizantes e pesticidas) e efluentes de esgoto<sup>39-41</sup>, podem também liberar metais pesados para o meio ambiente desencadeando intoxicação em humanos.

Outros estudos de análise de perfil epidemiológico de intoxicação exógena realizados no Brasil<sup>42</sup> e em Minas Gerais, no Triângulo Mineiro<sup>43</sup> e em Sete Lagoas<sup>15</sup>, demonstraram que as intoxicações por metais não são tão recorrentes. Apesar de não serem tão numerosas quanto às intoxicações por medicamentos<sup>44</sup> e agrotóxicos<sup>45</sup>, por exemplo, e mesmo diante de dados epidemiológicos e dos sugestivos casos de intoxicação, a subnotificação faz com que as intoxicações por metais pesados não sejam consideradas um caso de saúde pública, mesmo sendo tão prejudicial à saúde<sup>46</sup>.

A subnotificação implica diretamente nos resultados dos perfis de intoxicação encontrados, uma vez que não expressam a realidade e não trazem informações concretas acerca dos dados dos pacientes<sup>47</sup>. No caso dos metais pesados esta subnotificação está ligada diretamente ao fato da intoxicação por estes elementos apresentar sintomas inespecíficos, tais como náuseas, vômito e cansaço excessivo, sendo sua identificação dificultada, uma vez que a pessoa intoxicada não procura o serviço de saúde ou ainda quando há atendimento e o profissional da saúde relaciona os sintomas com os de outras doenças<sup>11,12,48,49</sup>. Outro fato importante a ser destacado é que com o agravamento dos casos de Covid-19, principalmente nos anos de 2019 a 2021, houve uma redução significativa nos números de notificações no banco de dados DATASUS<sup>50</sup>, o que pode se estender aos casos de notificação de intoxicação.

Além disso, foi possível notar durante o estudo, que o preenchimento das características dos casos notificados, apresentavam-se muitas vezes incompletos, havendo um grande número de itens brancos e/ou ignorados. Isso ocorre, pois, variáveis como raça, escolaridade, evolução do caso, circunstância e agente tóxico não são de preenchimento obrigatório para o registro da notificação no sistema<sup>51</sup>. Isso acaba dificultando a análise do real perfil dos casos notificados, gerando, muitas vezes vieses nos resultados, já que se torna difícil determinar se tais notificações estão de fato relacionadas a definição de intoxicação por metais pesados e quais as reais circunstâncias das intoxicações.

Vale ressaltar algumas limitações encontradas ao longo da realização deste estudo, tais como a subnotificação e o preenchimento incompleto de dados (ignorado/branco) o que dificulta estabelecer se as notificações estão de fato relacionadas ao agente tóxico analisado (metais pesados). Assim, sugere-se o aperfeiçoamento no preenchimento dos dados das fichas de notificação do SINAN, que é uma fonte de dados muito importante, bem como a qualificação dos profissionais para a realização dessas notificações.

## CONCLUSÃO

Após o rompimento das barragens de mineração de



Fundão e Mina Córrego do Feijão houve aumento nos casos de intoxicação por metais pesados tanto em âmbito nacional quanto no estado de Minas Gerais, onde ambas ficavam localizadas.

Em relação ao perfil epidemiológico das intoxicações por metais, foi composto majoritariamente por pessoas com faixa etária de 20-59 anos e a escolaridade se configurou como ignorado/branco, em todos os casos. Além disso, a principal circunstância das intoxicações após o rompimento das barragens, em âmbito nacional foi a causa acidental, e em âmbito estadual a causa principal foi a tentativa de suicídio. O tipo de exposição

principal foi a aguda única e as intoxicações evoluíram para cura sem sequelas, em todos os casos.

Este trabalho levanta questionamentos acerca da contribuição destes eventos no aumento dos casos de intoxicação por metais pesados, sendo necessários mais estudos acerca do assunto, em especial, em relação à exposição crônica a estes elementos. O conhecimento destes dados permite a criação de políticas públicas que visem à diminuição dos casos de intoxicação, bem como medidas de conscientização da população e qualificação do atendimento aos casos de intoxicações.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Centro-Oeste Dona Lindu (UFSJ/CCO) pelo apoio e suporte. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG proposta APQ-01220-22). Os autores também agradecem a bolsa de iniciação científica concedida pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIC/CNPq/UFSJ).

**CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e integralmente para a redação e edição do manuscrito. Conceitualização (Oliveira LLF, Paiva MC, Chequer FMD). Redação do manuscrito original e análise de dados (Oliveira LLF, Alcântara SS, Caldeira RS, Macêdo AKS). Investigação e Metodologia (Oliveira LLF, Alcântara SS, Chequer FMD). Supervisão (Paiva MC, Thomé RG, Andrade FP, Santos HB, Chequer FMD). Redação, revisão e edição (Oliveira LLF, Alcântara SS, Caldeira RS, Macêdo AKS, Paiva MC, Santos HB, Thomé RG, Chequer FMD).

## REFERÊNCIAS

- Casagrande E, Figueira GB, Santos JP, Rubin NDP, Almeida SM, Neve TV. Perfil dos Casos de Intoxicação Exógena em Trabalhadores no Município de Palmas, Tocantins. *Rev Cereus*. 2022;14(3), 36-50. Doi: 10.18605/2175-7275/cereus.v14n3p36-50.
- Chioma E, Castagno E, Denina M, Raffaldi I, Bondone C. Acute Intoxication By Neurotropic Agents in Pediatric Setting: A Monocentre Observational Study. *Europ J Emerg Med*. 2023;30(1),55-5. Doi: 10.1097/mej.0000000000000976.
- Rios ISR, Santos JPM, Borges UA, Falcão LF. Perfil Epidemiológico dos Casos de Intoxicação Exógena no Estado de Mato Grosso. *Rev Ciênc Estudos Acad Med*. 2022;16(2):08-24.
- Dias Júnior IM, Souza KSA, Góis LCM, Lima RS, Pinto NB. Análise Epidemiológica da Intoxicação por Metais na Região Nordeste do Brasil no Período de 2011 a 2015. *Revinter*. 2020;13(1), 36-45. Doi:10.22280/revintervol13ed1.465.
- Macêdo AKS, Dos Santos KPE, Brighenti LS, Windmöller CC, Barbosa FAR, Ribeiro RIMA, Thomé RG. Histological And Molecular Changes In Gill And Liver Of Fish (*Astyanax Lacustris* Lütken, 1875) Exposed to Water from the Doce Basin After the Rupture of a Mining Tailings Dam in Mariana, MG, Brazil. *Sci Total Environ*. 2020;735. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139505.
- Rotta LHS, Alcântara E, Park E, Negrib RG, Lind YN, Bernardo N, Filho CRS. The 2019 Brumadinho Tailings Dam Collapse: Possible Cause and Impacts of the Worst Human and Environmental Disaster in Brazil. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*. 2020;90. Doi: 10.1016/j.jag.2020.102119.
- Trovão N, Neves-Silva P, Pinheiro LC, Peixoto SV, Heller V. Alterações no Acesso à Água e na Incidência de Doenças de Veiculação Hídrica após o Rompimento da Barragem da Vale em Brumadinho (MG). *Rev Bras Epidemiol*. 2023;26. Doi: 10.1590/1980-549720230010.2.
- IGAM. Instituto Mineiro De Gestão Das Águas. (2015) Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais. [http://www.IGAM.MG.Gov.Br/Images/Stories/2015\\_arquivos/Qualidade\\_rio\\_doce/Relatorio\\_qualidade\\_17novcompleto.Pdf](http://www.IGAM.MG.Gov.Br/Images/Stories/2015_arquivos/Qualidade_rio_doce/Relatorio_qualidade_17novcompleto.Pdf).
- IGAM. Instituto Mineiro De Gestão Das Águas. (2019). Informativo Nº 2: Informativo semanal da avaliação dos sedimentos do Rio Paraopeba nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 no Complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/Sa no Município de Brumadinho – Minas Gerais. [http://Www.Medioambiente.Mg.Gov.Br/Images/Stories/2019/Desastre\\_barragem\\_b1/Avaliacao\\_sedimentos/Informativo\\_2\\_igam\\_sedimentos.Pdf](http://Www.Medioambiente.Mg.Gov.Br/Images/Stories/2019/Desastre_barragem_b1/Avaliacao_sedimentos/Informativo_2_igam_sedimentos.Pdf). Acesso Em: 16 Nov. 2022.
- Neves-Silva P, Heller L. Rompimento da Barragem em Brumadinho e o acesso à água das comunidades atingidas: Um Caso de Direitos Humanos. *Ciênc Cult*. 2020;72(2). Doi: 10.21800/2317-66602020000200013.
- Mwalikenga MK, Vital FAC. Perfil de contaminação das águas e peixes por metais pesados e suas consequências para a saúde humana. *Rev Bras Ciênc Biomédicas*. 2020;1(1), 16-23. Doi: 10.46675/rbcm.v1i1.
- Oga S, Camargo MMA, Batistuzzo JAO. 2021. Fundamentos de Toxicologia. 5 Ed. Rio De Janeiro: Atheneu.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). (2016). Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). O Sinan. <http://portalsinan.saude.gov.br/o-sinan>. Acesso Em: 08 Abr. 2024.
- Amorim MLP, Mello MJG, Siqueira MT. Intoxicações em crianças e adolescentes notificados em um Centro de Toxicologia no Nordeste do Brasil. *Rev Bras Saúde Materno Infantil*. 2017;17(4):765-72.

- Doi: 10.1590/1806-93042017000400009.
15. Teixeira LHS. Intoxicações Exógenas em Sete Lagoas, Minas Gerais: Análise de Notificações ao Sinan entre 2011 e 2019. *Rev Farmácia General*. 2020;2(2):29-41.
  16. Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. *Diário Oficial da União*, 2016, 98:44.
  17. Vergilio CDS, Lacerda D, Oliveira BCVD, Sartori E, Campos GM, Pereira ALS. Metal Concentrations and Biological Effects from one of the Largest Mining Disasters in the World (Brumadinho, Minas Gerais, Brazil). *Scient Rep*. 2020;10(1), 1-12. Doi:10.1038/s41598-020-62700-w.
  18. Matos ARD, Silva HTD, Faria MCSD, Freire BM, Pereira RM, Batista BL, Rodrigues JL. Environmental Disaster in Mining Areas: Routes of Exposure to Metals in the Doce River Basin. *Int J Environ Science Technol*. 2022;19, 12091-102. Doi: 10.1007/s13762-022-03981-8.
  19. Siqueira D, Cesar R, Lourenço R, Salomão A, Marques M, Polivanov H, Castilhos ZC. Terrestrial and Aquatic Ecotoxicity of Iron Ore Tailings after the Failure of Vale Sa Mining Dam in Brumadinho (Brazil). *J Geochem Explor*. 2022;235, 1-15. Doi: 10.1016/j.gexplo.2022.106954.
  20. Santos LABD, Gomes NS, Hugo KS, Amaral MSL, Rossoni HAV. Qualidade da Água no Médio Paraopeba e seus impactos socioambientais após rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão, Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. *Rev Bras Gestão Amb Sustent*. 2021;8(18), 291-300. Doi: 10.21438/rbgas(2021)081818.
  21. Briffa J, Sinagra E, Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*. 2020;6(9), 1-26. Doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04691.
  22. Carvalho GOD, Pinheiro ADA, Sousa DMD, Padilha JDA, Souza JS, Galvão PM, Torres JPMT. Metals and arsenic in water supply for riverine communities affected by the largest environmental disaster in Brazil: the Dam Collapse on Doce River. *Orbital: Elect J Chem*. 2018;10(4):299-307. Doi: 10.17807/orbital.v10i4.1081.
  23. Vormittag E, Saldiva P, Anastacio A, Barbosa Júnior F. High levels of metals/metalloids in blood and urine of residents living in the area affected by the dam failing in Barra Longa, District, Brazil: A Preliminary Human Biomonitoring Study. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2021;83. Doi:10.1016/j.etap.2020.103566.
  24. Mota PJ, Alonzo HGA, André LC, Câmara VM, Campolin AD, Santos ASE, Peixoto SV. Prevalência dos níveis de metais acima dos valores de referência em Município atingido pelo rompimento de Barragem de Rejeitos da Mineração: Projeto Saúde Brumadinho. *Rev Bras Epidemiol*. 2022;25:1-8. Doi: 10.1590/1980-549720220014.supl.2.1.
  25. Karcioğlu O, Arslan B. Poisoning In The Modern World: New Tricks for an Old Dog?. *Intechopen*. 2019;128. Doi: 10.5772/intechopen.73906.
  26. Achparaki M, Thessalonikeos E, Tsoukali H, Mastrogianni O, Zaggelidou E, Chatzinikolaou F, Raikos N. Heavy Metals Toxicity. *Aristotle Univ Med J*. 2012;39(1):29-34.
  27. Vormittag EDMPADA, Oliveira MAD, Gleriano JS. Avaliação de saúde da população de barra longa afetada pelo desastre de Mariana, Brasil. *São Paulo: Ambiente Soc*. 2018;21:1-22. Doi: 10.1590/1809-4422asoc0122r2vu1811ao.
  28. Nascimento-Souza MA, Firmo JOA, Júnior PRBDS, Peixoto SV. Fatores Sociodemográficos e de Área de Residência Associados à Multimorbidade: Resultados do Projeto Saúde Brumadinho. *Rev Bras Epidemiol*. 2022;25:1-7. Doi: 10.1590/1980-549720220006.supl.2.1.
  29. WHO. World Health Organization. (2016). Multimorbidity. Technical series on safer primary care. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/252275/9789241511650-eng.pdf>
  30. Marengoni A, Angleman S, Melis R, Mangialasche F, Karp A, Garmen A, et al. Aging with multimorbidity: a systematic review of the literature. *Ageing Res Reviews* 2011;10(4),430-9. Doi: 10.1016/j.arr.2011.03.003.
  31. Gallardo AR, Pacelli B, Alesina M, Serrone D, Iacutone G, Faggiano F, et al. Medium- and long-term health effects of earthquakes in high-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2018;47(4):1317-32. Doi: <https://doi.org/10.1093/ije/dyy130> 28.
  32. Beaglehole B, Mulder RT, Frampton CM, Boden JM, Newtonhowes G, Bell CJ. Psychological distress and psychiatric disorder after natural disasters: systematic review and meta-analysis. *Brit J Psychiat*. 2018;213(6),716-22. Doi: 10.1192/bjp.2018.210.
  33. Frutuoso RL. Dois Anos Pós-Desastre da Barragem do Fundão: Perfil Epidemiológico e Toxicológico da População de Barra Longa-MG. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2018. [https://www.Cpqrr.Fiocruz.Br/Pg/Wp-Content/Uploads/2019/08/Rodrigo\\_frutuoso.pdf](https://www.Cpqrr.Fiocruz.Br/Pg/Wp-Content/Uploads/2019/08/Rodrigo_frutuoso.pdf)
  34. Chachamovich E, Stefanello S, Botega N, Turecki G. Quais são os recentes achados clínicos sobre a associação entre depressão e suicídio? *Rev Bras Psiquiat*. 2009;31(Supl I),S18-25. Doi: 10.1590/S1516-44462009000500004.
  35. Fu X, Li H, Song L, Cen M, Wu J. Association of Urinary Heavy Metals Co-Exposure and Adult Depression: Modification of Physical Activity. *Neurotoxicology*. 2023;95,117-26. Doi: 10.1016/j.neuro.2023.01.008.
  36. Prefeitura do Município de São Paulo - Programa Municipal de Prevenção e Controle das Intoxicações. Manual de Vigilância das Intoxicações. (2012). [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/manual\\_pmpci\\_1348855965.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/manual_pmpci_1348855965.pdf)
  37. Costa AT, Nalini HA, Lena JC, Friese K, Mages M. Surface water quality and sediment geochemistry in the Gualaxo do Norte basin, eastern Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Environ Geology*. 2003;45(2),226-35. Doi: 10.1007/s00254-003-0870-6.
  38. Fonseca FV, Linhares AM, Silva JRP, Bassin ID, Bassin JP, Kronemberger FA, et al. Assessing water quality of Paraopeba River (Minas Gerais, Brazil) after the rupture of tailings dam. *Int J Environ Science Technol*. 2023;20:7749-66. Doi:10.1007/s13762-022-04430-2.
  39. Feng X, Long R, Wang L, Liu C, Bai Z, Liu X. A review on heavy metal ions adsorption from water by layered double hydroxide and its composites. *Separat Purificat Technol*. 2022;284: 120099. Doi: 10.1016/j.seppur.2021.120099.
  40. Kobielska PA, Howarth AJ, Farha OK, Nayak S. Metal-organic frameworks for heavy metals removal from water. *Coordin Chem Reviews*. 2018;358:92-107. Doi: 10.1016/j.ccr.2017.12.010.
  41. Obregón, PL, Espinoza-Quinones FR, Oliveira LGO. Intoxicações de mercúrio e chumbo com maior prevalência em crianças e

- trabalhadores no Paraná. *Cad Saúde Colet.* 2021;29(1),54-66. Doi: 10.1590/1414-462X202129010032.
42. Alvim ALS, França RO, Assis BB, Tavares MLO. Epidemiologia da Intoxicação Exógena no Brasil entre 2007 e 2017. *Braz J Develop.* 2020;6(8):63915-25. Doi: 10.34117/bjdv6n8-718.
43. Nakajima NR, Oliveira CJB, Marques AS, Silva WNTA, Silva WNT, Carmo DM. Análise Epidemiológica das Intoxicações Exógenas no Triângulo Mineiro. *Braz J Health Biom Sci.* 2019;18(2).
44. Almeida ABM, Uchoa GF, Carvalho AMR, Vasconcelos LF, Medeiros DS, Cavalcante MG. Epidemiologia das Intoxicações Medicamentosas registradas no Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas de 2012-2016. *Saúde Pesq.* 2020;13(2), 431-40. Doi:10.17765/2176-9206.2020v13n2p431-440.
45. Freitas AB, Garibotti V. Caracterização das Notificações de Intoxicações Exógenas por Agrotóxicos no Rio Grande do Sul, 2011-2018. *Epidemiol. Serv. Saúde.* 2020;29(5). Doi: 10.1590/s1679-49742020000500009.
46. Araujo RK, Barroso AB, Wolff DB, Baggioiotto C. Vii-028 – Metais: Notificações de Intoxicação no Brasil. In *Anais do 12º Simposio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, p. 19-21. 2014. Natal, RN.
47. Santos AC, Machinski Júnior M. Perfil Epidemiológico Dos Casos de Intoxicação Alimentar no Brasil, 2007-2012. *Proceedings of the XII Latin American Congress on Food Microbiology and Hygiene. Blucher Food Science Proceedings.* 2014;1(1):191-2. Doi:10.5151/foodsci-microal-248.
48. Silva DG, Luz GM, Barros OV, Rivera JGB, Quemel GKC. Exposição ocupacional ao chumbo: uma revisão da literatura. *Res Soc Develop.* 2023;12(8):e1212842780. Doi: 10.33448/rsd-v12i8.42780.
49. Menck VF, Serafim MP, Oliveira JM. Intoxicação do(a) trabalhador(a) rural por Agrotóxicos: (sub)notificação e (in) visibilidade nas políticas públicas de 2001 a 2015. *Segur Alim Nut.* 2019;26:1-10 e019001. Doi: 10.20396/san.v26i0.8651513.
50. Oliveira ACP, Sousa GC, Pinho SS, Silva KC, Oliveira AP, Lopes ALF, Pacheco G. Internação e subnotificação durante o cenário pandêmico na testagem do vírus HIV na região nordeste e no estado do Piauí. In *IV Congresso Internacional de Saúde Pública do Delta do Parnaíba & VIII Congresso Piauiense de Saúde Pública.* p. 15. 2021. Piauí, PI.
51. SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação. (2005). *Ficha de Investigação – Instrução de Preenchimento – Intoxicação Exógena.* [https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Agravos/iexog/Intoxicacao\\_Exogena\\_v5\\_instr.pdf](https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Agravos/iexog/Intoxicacao_Exogena_v5_instr.pdf).

Recebido: 18.05.2023

Aceito: 04.02.2025