








ARTIGO ORIGINAL

epidemiologia

Revista Brasileira
de Epidemiologia25
ANOS

Padrões de mortalidade em municípios de uma região mineradora antes do rompimento da barragem de Brumadinho, Minas Gerais, Brasil

Mortality patterns in municipalities of a mining region before the Brumadinho dam failure, state of Minas Gerais, Brazil

Deborah Carvalho Malta^I , Gabriela Maciel dos Reis^{II} , Guilherme Augusto Veloso^{III} ,
Laís Santos de Magalhães Cardoso^{II} , Zulmira Maria de Araújo Hartz^{IV} ,
Matthew Cunningham^V , Mohsen Naghavi^{VI} 

^IUniversidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Enfermagem Materno Infantil e Saúde Pública – Belo Horizonte (MG), Brasil.

^{II}Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem – Belo Horizonte (MG), Brasil.

^{III}Universidade Federal Fluminense, Instituto de Matemática e Estatística, Departamento de Estatística – Niterói (RJ), Brasil.

^{IV}Universidade Nova de Lisboa, Instituto de Higiene e Medicina Tropical – Lisboa, Portugal.

^VUniversity of Washington, Institute for Health Metrics and Evaluation – Seattle, WA, USA.

^{VI}University of Washington, Institute for Health Metrics and Evaluation, Department of Global Health – Seattle, WA, USA.

RESUMO

Objetivo: Descrever os padrões de mortalidade geral e por causas externas e a evolução temporal nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba previamente ao desastre socioambiental de Brumadinho e, adicionalmente, investigar a correlação entre a mortalidade e a privação socioeconômica nesses municípios. **Métodos:** Foram analisadas estimativas de mortalidade do Estudo Carga Global de Doenças referentes a 26 municípios de Minas Gerais. Calcularam-se taxas de mortalidade geral e por causas externas nos triênios (T) T1 (2000 a 2002), T2 (2009 a 2011) e T3 (2016 a 2018). O coeficiente de correlação de Pearson mediu associação entre as taxas de mortalidade e a privação socioeconômica, segundo Índice Brasileiro de Privação. **Resultados:** Houve declínio da mortalidade geral na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba de 717,7/100.000 para 572,6/100.000 hab. e na maioria dos municípios entre T1-T3. A mortalidade por causas externas aumentou de 73,3/100.000 para 82,1/100.000 e foi mais elevada nesses municípios comparando-se com a média do Brasil e de Minas Gerais. As mortes por suicídio e violência interpessoal aumentaram de 29,6/100.000 para 43,2/100.000 na maioria dos 26 municípios. Os acidentes não intencionais reduziram-se no período, e as taxas por acidente de transporte aumentaram. Houve correlação positiva entre a privação socioeconômica e a variação percentual das taxas de mortalidade. **Conclusão:** Apesar da forte presença da atividade mineradora na região, isso não refletiu na melhoria do quadro sanitário, as causas externas aumentaram no período, associadas às desigualdades, o que deve ser considerado no planejamento para a recuperação das áreas do desastre.

Palavras chave: Rompimento de barragens. Mineração. Estudos ecológicos. Mortalidade. Causas externas. Diagnóstico da situação de saúde.

AUTORA CORRESPONDENTE: Deborah Carvalho Malta. Avenida Alfredo Balena, 190, Escola de Enfermagem, 5º andar, Santa Efigênia, CEP: 30130-100, Belo Horizonte (MG), Brasil. E-mail: dcmalta@uol.com.br

CONFLITO DE INTERESSES: nada a declarar

COMO CITAR ESTE ARTIGO: Malta DC, Reis GM, Veloso GA, Cardoso LSM, Hartz ZMA, Cunningham M, Naghavi M. Padrões de mortalidade em municípios de uma região mineradora antes do rompimento da barragem de Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. Rev Bras Epidemiol. 2023; 26(Supl 1): e230010.supl.1. <https://doi.org/10.1590/1980-549720230010.supl.1.1>

EDITORA CIENTÍFICA: Márcia Furquim de Almeida 

ESTE DOCUMENTO POSSUI UMA ERRATA: <https://doi.org/10.1590/1980-549720230010.supl.1.1erratum>

Esse é um artigo aberto distribuído sob licença CC-BY 4.0, que permite cópia e redistribuição do material em qualquer formato e para qualquer fim desde que mantidos os créditos de autoria e de publicação original.

Recebido em: 01/09/2022; Revisado em: 08/10/2022; Aprovado em: 27/10/2022; Corrigido em: 13/09/2024.



INTRODUÇÃO

O rompimento da Barragem I de contenção de rejeitos da Mina de Córrego do Feijão, no município de Brumadinho, Minas Gerais, em 2019, operada pela Companhia Vale S.A., provocou um dos mais graves desastres do mundo relacionados a barragens de mineração. Considerado o maior acidente de trabalho do Brasil, vitimou fatalmente 272 pessoas, entre as quais 250 funcionários diretos e terceirizados da Vale S.A.^{1,2}. O desastre ocasionou o lançamento de, pelo menos, 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos no solo e no Rio Paraopeba, que atingiram mais de 160 km de extensão³. Esses rejeitos resultaram em danos ambientais à vegetação e à fauna, bem como no lançamento de metais pesados na água, como manganês, alumínio, ferro, arsênio, restringindo seu uso e impedindo o abastecimento da água para a região metropolitana de Belo Horizonte^{3,4}. Nesse curso, além de Brumadinho, foram considerados atingidos outros 25 municípios do estado⁵, que correspondem a uma população de cerca de 1,1 milhão de habitantes.

Os desastres, em geral, excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada para enfrentar a situação com recursos próprios, o que pode ampliar os prejuízos e danos ao meio ambiente e à saúde, para além do local de ocorrência do evento em si⁶. São várias as consequências causadas, entre elas, prejuízos materiais e econômicos, além de doenças, agravos e óbitos também em momento posterior ao desastre⁶. Tais circunstâncias exigem decisões em caráter de urgência com o propósito de cessar ou diminuir os riscos ambientais que derivam da contaminação do solo e de cursos d'água e das exposições a eles e, conseqüentemente, mitigar os danos ao ecossistema e à saúde das populações, que podem surgir nos curto, médio e longo prazos⁷.

A literatura científica aponta para essas mudanças no perfil de morbimortalidade das populações afetadas pelos desastres, com aumento de prevalência das doenças crônicas e agudização das doenças que já estavam instaladas^{7,8-15}, comprometimento da saúde mental, aumento do consumo de bebidas alcoólicas e outras drogas e da violência nas comunidades atingidas¹⁶⁻²⁰. E a ocorrência das causas externas está relacionada ao processo de perda de familiares e entes queridos e à ruptura brusca nos processos sociais, econômicos e também identitários²¹. Para que seja possível dimensionar os impactos de um desastre, torna-se imperativo investigar as condições de saúde prévias, as vulnerabilidades e os contextos sociais e ambientais em que vivia a população afetada. Parte-se do pressuposto que as desigualdades sociais e a vulnerabilidade social resultam em piores indicadores em saúde na região, prévias ao desastre. Entende-se que conhecer o perfil de mortalidade e sua evolução temporal antes do desastre permitirá traçar um diagnóstico situacional e identificar tendências temporais cuja aplicabilidade — e relevância — consiste no estabelecimento de uma linha de base para

futuras avaliações de impacto do desastre sobre a saúde das populações afetadas.

O presente artigo visa descrever os padrões de mortalidade geral e por causas externas e a evolução temporal nos municípios da Bacia Hídrica do Rio Paraopeba (BHRP) previamente ao desastre socioambiental de Brumadinho e, adicionalmente, investigar a correlação entre a mortalidade e a privação socioeconômica (Índice Brasileiro de Privação — IBP) nesses municípios.

MÉTODOS

Delineamento do estudo e unidade de análise

Trata-se de estudo epidemiológico do tipo ecológico, de caráter descritivo e analítico, que investigou a mortalidade geral e por causas externas em 26 municípios da BHRP, Minas Gerais (MG) (Material Suplementar – Figura A), entre 2000 e 2018, ou seja, em anos anteriores ao rompimento da barragem de contenção de rejeitos de mineração da Mina de Córrego do Feijão.

Fonte dos dados

Foi utilizada a base de dados de óbitos por causas, por municípios, elaborada em 2021 por pesquisadores do Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), da Universidade de Washington, no âmbito do estudo Carga Global de Doenças (GBD), sob demanda da Rede GBD Brasil.

O estudo GBD utiliza dados nacionais coletados de sistemas de registro vital para estimar a mortalidade, e, no que concerne ao Brasil, a fonte de dados é o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), do Ministério da Saúde²². Visando à melhoria da qualidade da informação, o IHME aplica algoritmos para corrigir o sub-registro de óbitos e redistribuir óbitos classificados com códigos *garbage* (CG) entre óbitos atribuídos a causas específicas, consideradas causas básicas, conforme métodos previamente descritos em publicações científicas^{23,24}. Óbitos classificados como *garbage* mascaram as verdadeiras causas básicas de óbito e correspondem a códigos da Classificação Estatística Internacional de Doenças (CID) que: não são suficientemente específicos; são causas intermediárias ou imediatas de morte; ou são causas impossíveis de morte²³.

As estimativas de população elaboradas pelo Ministério da Saúde e disponibilizadas no *site* do Datasus²⁵ foram utilizadas como denominador no cálculo das taxas de mortalidade.

Indicadores

Foram calculadas as taxas de mortalidade geral e por causas externas, agregadas e separadamente, expressas por 100 mil habitantes, para cada um dos 26 municípios da Bacia do Rio Paraopeba e para o conjunto desses municípios. Para fins de comparação, também foram calculadas taxas de mortalidade para o conjunto de todos os municípios do estado de Minas Gerais e do Brasil. Nesse estudo,

as causas externas compreenderam três grandes grupos de causas utilizados pelo GBD, no nível 2 (dois) de desagregação²³: a) suicídio e violência interpessoal, b) acidentes não intencionais, c) acidentes de transporte. A fim de reduzir flutuações aleatórias, as taxas foram calculadas por triênios: T1 (2000/2001/2002), T2 (2009/2010/2011) e T3 (2016/2017/2018). O numerador compreendeu a média de óbitos e o denominador a população média de cada triênio. As taxas foram padronizadas para idade pelo método direto, utilizando-se a população padrão do estudo Carga Global de Doenças ("Global Burden of Disease" — GBD)²³.

Foi empregado o IBP como medida de desigualdade social. O índice foi desenvolvido por pesquisadores do Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (Cidacs/Fiocruz Bahia) e da Universidade de Glasgow-Escócia. Trata-se de uma medida-síntese de privação socioeconômica de abrangência nacional calculada na escala de setores censitários, baseada em indicadores do censo demográfico de 2010 relativos à renda *per capita*, à alfabetização e ao acesso a saneamento básico²⁶.

A soma dos indicadores foi realizada com base no cálculo do z-score: o "z", para uma variável "x", foi calculado usando a fórmula $z=(x-\mu)/sd$, em que a média "μ" e o desvio-padrão "sd" para cada indicador do setor censitário foram ponderados de acordo com a população²⁶. O valor final do z-score de cada setor censitário foi dado pela soma simples do z-score dos indicadores de renda, escolaridade e condições de domicílio²¹. O índice foi calculado em formato numérico também por municípios, em que a pontuação dos indicadores é somada em escore, possibilitando classificar cada município com um escore e agrupá-los em quintis de privação, em uma escala que varia da menor privação (-1,73) para a maior (+2,71). No caso dos 26 municípios da bacia, eles foram classificados entre -1,38 (2º quintil de privação) a -0,25 (4º quintil de privação) (Material Suplementar – Tabela A).

A base do IBP por municípios encontra-se disponível no site do Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (Cidacs/Fiocruz Bahia) para acesso público²⁷.

Apresentação e análise dos dados

As taxas de mortalidade municipais foram apresentadas em tabela e mapas coropléticos. Percentuais de mudança

das taxas de mortalidade entre os triênios foram apresentadas nos gráficos do tipo mapa de calor (*heat map*), comparando-se as diferenças relativas entre o primeiro e o segundo triênios, o segundo e o terceiro, e entre o primeiro e o terceiro triênios. No mapa de calor, são apresentados os valores das variações percentuais das taxas entre os triênios, numa comparação dois a dois (T1-T2, T2-T3 e T1-T3). Esses valores são destacados segundo uma escala de cor que representa os maiores decréscimos (escala de azul) e os maiores incrementos das taxas (escala de vermelho).

Para a análise de correlação, considerou-se a relação entre a variação percentual das taxas de mortalidade do primeiro e terceiro triênios e o IBP. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson e foram consideradas correlações estatisticamente significativas as que apresentaram valor de p menor ou igual a 5%. Utilizou-se a classificação de Dancy e Reidy²⁸ para definir a magnitude da correlação: valores menores que 0,30 são considerados fracos, entre 0,40 e 0,60 moderados e maiores que 0,70 fortes. A apresentação e a análise dos dados foi realizada no *software* estatístico R.

Aspectos éticos

Este estudo integra projeto mais amplo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o parecer de número 3.258.076. O estudo trabalhou com registros de dados secundários de base não nominal, que não permitem a identificação de indivíduos, em conformidade com o Decreto nº 7.724, 16 de maio de 2012²⁹, e a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016³⁰.

RESULTADOS

As taxas médias de mortalidade geral para o conjunto dos 26 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba declinaram de 717,7/100.000 hab. (T1) para 572,6/100.000 hab. (T3). O mesmo ocorreu para o Brasil, de 771,8/100.000 hab. (T1) para 622,6/100.000 hab. (T3), e para o estado de Minas Gerais (Tabela 1). Observa-se declínio da mortalidade geral no período em quase todos os municípios, com exceção de Fortuna de Minas, Papagaios, Paineiras e Igarapé, cuja tendência foi de acréscimo (Figura 1 e Material Suplementar – Tabela B).

Tabela 1. Taxas de mortalidade geral e por causas externas, padronizadas por idade, por 100 mil habitantes, nos triênios T1 (2000/2001/2002), T2 (2009/2010/2011) e T3 (2016/2017/2018), Brasil, Minas Gerais e conjunto dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.

Local	Mortalidade geral			Causas externas			Suicídio e violência interpessoal			Acidentes não intencionais			Acidentes de transporte		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Brasil	771,8	669,6	622,6	84,9	79,3	75,1	37,6	34,8	36,8	21,8	20,2	18,5	25,5	24,3	19,7
Minas Gerais	698,8	606,0	553,1	62,2	70,9	64,4	22,4	29,9	29,2	18,7	17,4	16,2	21,1	23,6	18,9
Bacia Rio Paraopeba*	717,7	625,2	572,6	73,3	91,2	82,1	29,6	45,5	43,2	20,1	18,1	17,5	23,7	27,7	21,4

*Corresponde ao conjunto dos 26 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.

No que se refere à mortalidade pelo conjunto das causas externas, ocorreu o inverso, com aumento das taxas de mortalidade na Bacia do Paraopeba, de 73,3/100.000 hab. (T1) para 91,2/100.000 hab. (T2) e 82,1/100.000 hab. (T3), enquanto as taxas do Brasil declinaram de 84,9/100.000 hab. (T1) para 75,1/100.000 hab. (T3); e em Minas Gerais se mantiveram estáveis de 62,2/100.000 hab. (T1) para 64,4/100.000 hab. (T3) (Tabela 1). A Figura 2 mostra taxas mais elevadas nos municípios da Bacia do Paraopeba nos dois

últimos triênios em relação ao primeiro. Entre os municípios da Bacia do Paraopeba, ocorreu aumento nas taxas ao longo dos três triênios na maioria dos municípios e alguns com taxas muito elevadas, como: Papagaios, Fortuna de Minas e Pompéu no T3 (135,5 por 100 mil habitantes, 117,1 por 100 mil habitantes e 114,6 por 100 mil habitantes, nessa ordem) (Material Suplementar – Tabela B).

A Figura 3 mostra os valores das variações percentuais das taxas de mortalidade entre os triênios. Quanto ao con-

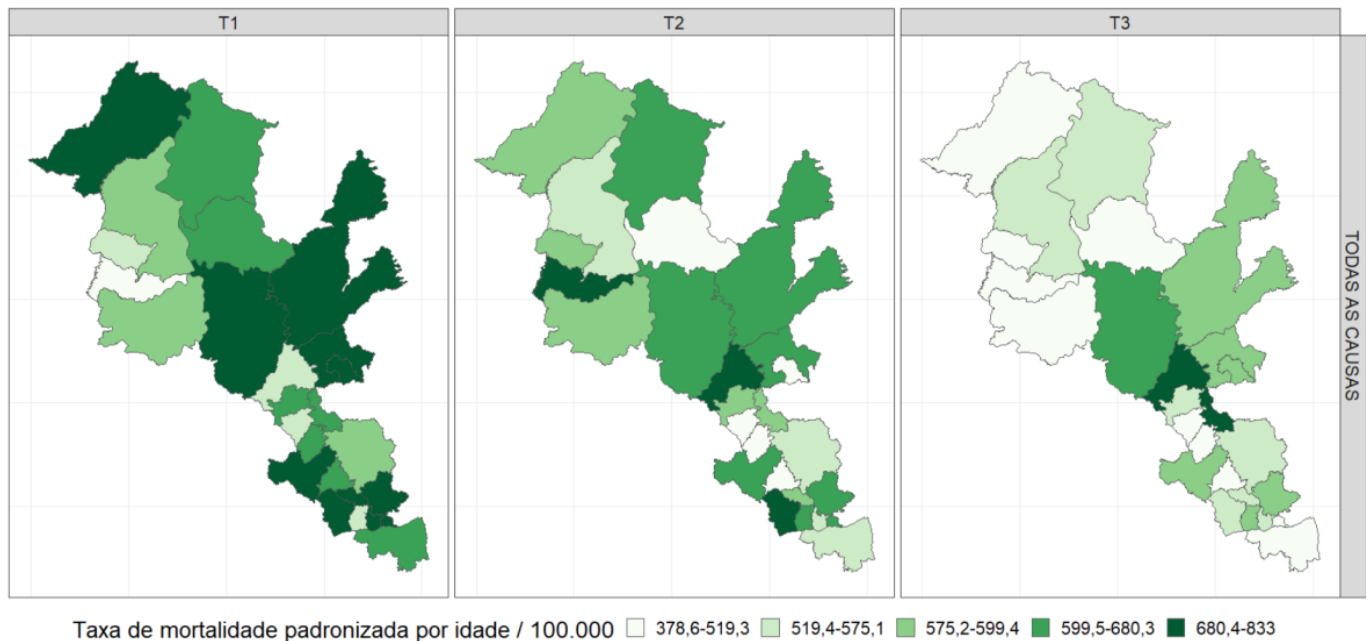


Figura 1. Taxas municipais de mortalidade geral, padronizadas por idade, por 100 mil habitantes, nos triênios T1 (2000/2001/2002), T2 (2009/2010/2011) e T3 (2016/2017/2018), Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, Minas Gerais.

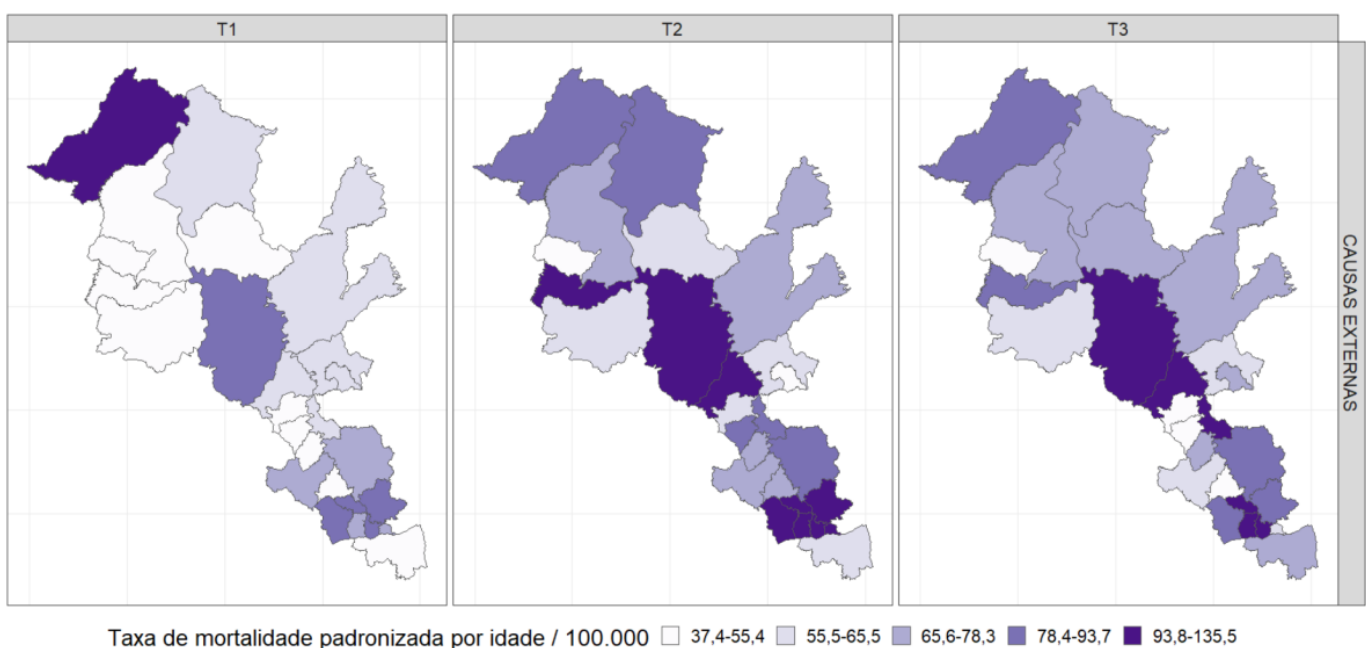


Figura 2. Taxas municipais de mortalidade pelo conjunto das causas externas, padronizadas por idade, nos triênios T1 (2000/2001/2002), T2 (2009/2010/2011) e T3 (2016/2017/2018), Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, Minas Gerais.

	T1-T2	T2-T3	T1-T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3							
Mortalidade geral				Causas externas							Suicídio e violência interpessoal				Acidentes não intencionais				Acidentes de transporte			
Brasil	-13,2	-7	-19,3	-6,6	-5,3	-11,6	-7,5	5,9	-2	-7,1	-8,4	-14,9	-4,9	-18,8	-22,8							
Minas Gerais	-13,3	-8,7	-20,8	13,9	-9,2	3,5	33,2	-2,2	30,3	-6,8	-6,6	-13	11,8	-20	-10,5							
Região Rio Paraopeba	-12,9	-8,4	-20,2	24,4	-9,9	12	53,8	-4,9	46,2	-10,1	-3,1	-12,9	16,9	-22,6	-9,6							
Bumadinho	-12,4	-2,6	-14,6	18	17,1	38,1	41,2	48,2	109,3	-1,9	-2,9	-4,7	18,9	-1,1	17,6							
Mário Campos	-12,4	-37	-44,8	38,4	-42	-19,7	93,9	-44,2	8,1	-2,6	-33,2	-35	33,4	-46,6	-28,7							
São Joaquim de Bicas	-27,9	9,4	-21,2	18,5	12,1	32,8	62,4	18,6	92,7	-26,8	8,2	-20,8	-4,7	-2,3	-6,9							
Igarapé	15,6	-8,2	6,1	57,3	-16,4	31,5	93,6	-4	85,8	20,6	-15,6	1,8	47,6	-36,1	-5,7							
Betim	-17,3	-11,3	-26,6	23,6	-17,5	2	49,8	-17,4	23,8	-18	-1,7	-19,4	13,6	-28,7	-18,9							
Juatuba	-13	-5,9	-18,1	13	6,9	20,8	46	18,9	73,5	-9,5	-0,2	-9,7	1,3	-2,9	-1,6							
Mateus Leme	-1,9	-19,7	-21,2	33,6	-24,1	1,4	48,4	-19,7	19,1	8,9	-17	-9,7	36,7	-34,2	-10							
Esmeraldas	-6,5	-0,1	-6,6	27,7	-7,2	18,6	53,8	-6,9	43,1	-7,8	2	-6	20,3	-15	2,2							
São José da Varginha	-24,3	-3,3	-26,8	49,1	-8,2	36,8	65,9	-9,5	50,1	3,1	-4,3	-1,3	67,6	-9	52,5							
Florestal	-23	-11,7	-32	34,5	-17,9	10,4	120,9	-2,8	114,7	-13,3	-8,3	-20,5	34,5	-34,6	-12							
Pará de Minas	-27	-4,6	-30,3	2,9	-9,3	-6,6	36,8	8,2	48	-20,3	-3,8	-23,3	-0,2	-23,8	-24							
Fortuna de Minas	-3,5	24,2	19,9	22,7	47,4	80,8	87,5	20,2	125,4	-8,3	39,3	27,8	23,8	84,1	128							
Pequi	-10,5	-14,6	-23,6	57	-39,6	-5,2	72,3	-48,5	-11,3	23,8	-35,8	-20,5	62,1	-33,7	7,4							
Maravilhas	-4,6	-10,9	-15	46	-33,7	-3,1	98,1	-39,2	20,5	6,6	-19,1	-13,7	54,3	-39,2	-6,2							
Caetanópolis	-32,9	18,2	-20,7	-22,1	37,9	7,5	-25,3	112,4	58,7	-34,5	21,3	-20,6	-7,2	18,1	9,6							
Paraopeba	-17	0	-17	7,4	4,9	12,6	25,8	18	48,5	-13,3	4,1	-9,8	9,4	-6,7	2							
Papagaios	39	-1,6	36,8	75,1	26,9	122,2	95	50,3	193,1	49,4	4,4	56	64,8	2,6	69							
Curvelo	-9,3	-4,7	-13,5	12	3,6	15,9	33,5	24,3	66	-10,9	4,6	-6,8	11,6	-14,7	-4,9							
Pompéu	-3,2	-6,2	-9,2	28,5	11,5	43,2	44,2	42,4	105,4	1	-4,5	-3,5	31,1	-17	8,7							
Abaeté	-0,1	-16,4	-16,4	16,3	-3,6	12	35	7,3	44,8	-5,8	-5	-10,4	16,3	-15,7	-1,9							
Felixlândia	-27,8	5	-24,2	21,1	8,8	31,7	45,5	35,9	97,7	-12,9	15,7	0,7	39	-10,9	23,7							
Biquinhas	12,6	-31,1	-22,4	35,8	-29,9	-4,8	7,4	-44,8	-40,8	114,2	-46,6	14,5	6,1	3,8	10,1							
Paineiras	91,1	-30,8	32,3	120,6	-16,5	84,1	96,6	16,4	128,9	128	-33,8	50,9	157,5	-47,5	35,3							
Morada Nova de Minas	-8,7	2	-6,8	40	-11	24,6	60,2	3,4	65,6	16,9	-9	6,3	44,2	-29,3	1,9							
Três Marias	3,2	-16	-13,3	45,5	-19,3	17,4	77,5	-1,4	75,1	7,2	-11,2	-4,8	58,1	-36,3	0,7							
São Gonçalo do Abaeté	-26,9	-12,6	-36,1	-19,6	-4,4	-23,2	6,9	10,5	18,2	-33,3	-14,8	-43,2	-22,9	-8,4	-29,4							

Figura 3. Variação percentual das taxas de mortalidade geral, por causas externas totais e desagregadas, entre os triênios T1 (2000/2001/2002), T2 (2009/2010/2011) e T3 (2016/2017/2018), no Brasil, em Minas Gerais e nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.

junto das causas externas, observou-se, entre T1-T2, aumento de +24,4% na Bacia do Paraopeba, e, ao contrário, redução de -6,6% no Brasil, e aumento de +13,9% em MG. Entre T1-T3, houve incremento de +12,0% na Bacia do Paraopeba e +3,5% em MG e redução de -11,6% no Brasil. Analisando-se os municípios separadamente, ocorreu aumento das taxas entre os triênios, sobretudo de T1-T2 em quase todos os municípios, exceto Caetanópolis e São Gonçalo do Abaeté. Os maiores acréscimos ocorreram em Paineiras (+120,6%), Papagaios (+75,1%) e Igarapé (+57,3%). No T1-T3, houve leve redução em uma quantidade maior de municípios (Figura 3).

Avaliando as causas externas desagregadamente, com recorte para o conjunto dos 26 municípios da Bacia do Paraopeba, o suicídio e a violência interpessoal responderam pela maior carga de morte, seguidos dos acidentes de transporte e, por fim, dos acidentes não intencionais (Tabela 1). No terceiro triênio, a taxa de mortalidade por suicídio e violência interpessoal foi duas vezes o valor da taxa de mortalidade por acidente de transporte (43,2 vs 21,4 por 100 mil habitantes) e 2,5 vezes o valor da taxa média de mortalidade por acidentes não intencionais (43,2 vs 17,5 por 100 mil habitantes) (Tabela 1). No que se refere à mortalidade por suicídio e violência interpessoal, as taxas da Bacia do Paraopeba foram mais altas que as verificadas

para Minas e para o Brasil no segundo e terceiro triênios (Tabela 1). Na bacia do Paraopeba, observou-se aumento de mais de 50% do primeiro para o segundo triênio e de 46,2% do primeiro para o terceiro triênio, enquanto, no Brasil, ocorreu estabilidade na variação percentual entre T1-T2 e T1-T3 e, em Minas, houve incremento de mais de 30% do primeiro para o segundo triênio (Figura 3). Ao longo do período analisado, houve aumento expressivo das taxas na maioria dos municípios (Material Suplementar – Figura A, Tabela B; Figura 3).

As taxas de mortalidade por acidentes não intencionais foram semelhantes para Brasil, Minas Gerais e Bacia do Paraopeba (Tabela 1). A Figura B do Material Suplementar mostra um escurecimento do mapa de T1 para T2 e um clareamento de T2 para T3, indicando, ao longo dos três períodos, acréscimo das taxas seguido de decréscimo. As taxas reduziram-se entre T1 e T3 na maioria dos municípios (n=14) e ficaram estáveis em outros oito municípios (Material Suplementar – Tabela B; Figura 3).

Quanto à mortalidade por acidentes de transporte, as taxas mais altas em T3 ocorreram na Bacia do Paraopeba (21,4 por 100 mil habitantes), em comparação com as taxas médias do Brasil (19,7 por 100 mil habitantes) e de Minas Gerais (18,9 por 100 mil habitantes) (Tabela 1). A Figura C do Material Suplementar mostra que as taxas aumentaram

desse desastre, as comunidades já vivenciavam vulnerabilidades e ausências de estruturas e políticas públicas; as elevadas taxas de mortalidade por violências explicitadas neste estudo sugerem esse cenário. E, para compreender o perfil de mortalidade de uma população, deve-se buscar a explicação nos processos sociais³⁴.

Tomando por base o IBP, os municípios com maior prioridade socioeconômica apresentaram taxas mais altas de mortalidade geral e por causas externas no período pré-desastre. Os municípios mais violentos da bacia podem ser separados em dois grupos: os mais próximos da região metropolitana de Belo Horizonte (Betim, Juatuba, Esmeraldas e São Joaquim de Bicas) e os municípios que se localizam no baixo Paraopeba (Papagaios, Pompéu e Paineiras). Esse segundo grupo tem como característica forte relação com a agropecuária e a mineração^{3,35}.

A região da Bacia do Paraopeba teve aumento, no período prévio ao desastre, das mortes por causas externas, especialmente por suicídio, violência interpessoal e acidente de transporte. Destaca-se o aumento da violência entre o primeiro e o terceiro triênios, muito superior ao aumento das taxas de Minas e do Brasil. Esses achados podem refletir a contradição já identificada em outros estudos sobre desenvolvimento econômico e mineração. Se, por um lado, os grandes projetos de mineração geraram crescimento econômico, por outro lado, não geraram maior bem-estar da população em geral³⁶. Destaca-se que a atividade mineradora consiste em uma das principais atividades econômicas do país, responsável por cerca de 4,08% do produto interno bruto (PIB) em 2018. Contudo, junto com o seu impacto econômico, apresenta expressivas externalidades socioambientais, degradação do meio ambiente e desastres socioambientais³⁷. Estudo realizado no Pará, em seis municípios sede de grandes mineradoras, identificou que, apesar do crescimento econômico significativo puxado pela indústria extrativista, não houve alteração na forma estrutural das condições de pobreza dos municípios. Ao contrário, ocorreram retrocessos do ponto de vista das desigualdades sociais, com piora do índice de Gini entre 1990 e 2010. Ou seja, a mineração ampliou a concentração de renda e aumentou as desigualdades sociais³⁶. Outro estudo destaca ainda o baixo investimento na capacidade regulatória do estado sobre a atividade mineradora, sendo o estado incapaz de fiscalizar e regular de forma adequada essa importante atividade econômica³⁷. Assim, esses estudos podem ajudar a compreender os resultados na região da Bacia do Paraopeba. Apesar da forte presença da atividade mineradora nas últimas décadas na região e do aumento do ritmo de extração, não houve melhora no seu quadro sanitário, persistindo problemas estruturais, desigualdades sociais, vulnerabilidades locais que precisam ser superados.

Lesões e morte por causas externas resultam em ônus social, sanitário e econômico para indivíduos, famílias, sociedade e governo e consistem em importante problema

de saúde pública no Brasil³⁸. O Brasil destaca-se por ser um dos mais violentos do mundo: o segundo com mais mortes por armas de fogo³⁹ e um dos cinco países com taxas mais elevadas de mortes no trânsito. Segundo Minayo⁴⁰, a violência estrutural está institucionalizada na sociedade, sistemas econômicos, culturais, políticos e família, influencia profundamente as práticas de socialização e resulta em sofrimento e morte.

Fatores socioeconômicos estão diretamente relacionados à violência; esta resulta também das desigualdades sociais e afeta principalmente locais de miséria e pobreza⁴¹. Portanto, para superar esse quadro, é preciso fortalecer a vigilância em saúde, fomentar a articulação intersetorial, interdisciplinar e multiprofissional e a organização da sociedade civil e comunitária⁴², promover pesquisas para identificação de políticas e estratégias de prevenção da violência, bem como apoiar o monitoramento e a avaliação da efetividade das ações^{40,43}.

O estudo apresenta fortalezas, como o uso dos dados de óbito do GBD, ajustados para subregistro e com redistribuição de códigos *garbage*, o que significa um avanço no campo da melhoria da informação de mortalidade. Contudo, trata-se de estudo ecológico, que tem limites na sua capacidade de análise e atribuição de causalidade, agregasse ainda o fato de serem dados referentes a municípios pequenos, as taxas podem apresentar flutuações decorrentes dos pequenos números no numerador, as quais se buscou minimizar pela agregação em triênios. As causas externas foram desagregadas no nível 2 do estudo GBD, que são mais agregadas e incluem a violência interpessoal e o suicídio, embora a maior fração das taxas de mortes sejam por agressões, dados não mostrados. Outra limitação diz respeito ao IBP, cujos indicadores foram calculados com base em variáveis de 2010 por não existirem dados atualizados do censo demográfico. Há que se considerar, portanto, a implicação da defasagem desses dados sobre a classificação da privação nos municípios, podendo resultar em viés no diagnóstico de vulnerabilidade. Por fim, importante mencionar que o coeficiente de correlação de Pearson quantifica somente o grau da relação linear entre duas variáveis e que altas correlações não implicam relação de causa e efeito.

Como conclusão, apesar da forte presença da atividade mineradora na região da bacia do Paraopeba, persistem as situações de desigualdades sociais, tampouco houve melhoria do quadro sanitário no período anterior ao desastre. As causas externas aumentaram e estão associadas às desigualdades sociais, que são acentuadas na região. Esses dados devem ser considerados nas medidas de prevenção a serem implantadas e podem orientar o direcionamento dos recursos que serão investidos na região, como compensação aos danos ambientais produzidos. Esses resultados poderão instrumentalizar as partes interessadas e apoiar ações destinadas aos grupos populacionais afetados e mais vulnerabilizados.

REFERÊNCIAS

1. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. CPI da barragem de Brumadinho: relatório final [Internet]. Minas Gerais: Assembleia Legislativa; 2019 [acessado em 26 abr. 2022]. Disponível em: <https://mediaserver.almg.gov.br/acervo/439/372/1439372.pdf>
2. Freitas CM, Barcellos C, Asmus CIRF, Silva MAD, Xavier DR. From Samarco in Mariana to Vale in Brumadinho: mining dam disasters and Public Health. *Cad Saude Publica* 2019; 35(5): e00052519. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00052519>
3. Mendes RG, do Valle Junior RF, de Melo Silva MMAP, de Moraes Fernandes GH, Fernandes LFS, Fernandes ACP, et al. A partial least squares-path model of environmental degradation in the Paraopeba River, for rainy seasons after the rupture of B1 tailings dam, Brumadinho, Brazil. *Sci Total Environ* [Internet]. 2022; 851(Pt 1): 158248 [acessado em 07 jul. 2022]. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/36028023>
4. Polignano MV, Lemos RS. Rompimento da barragem da Vale em Brudamimho: impactos socioambientais na Bacia do Rio Paraopeba. *Cienc Cult* [Internet]. 2020 [acessado em 7 out. 2022]; 72(2): 37-43. Disponível em: https://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252020000200011
5. Minas Gerais. Comitê Pro-Brumadinho. Histórico do rompimento das barragens da Vale na Mina Córrego do Feijão [Internet]. 2022 [acessado em 15 jul. 2022]. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/historico-do-rompimento-das-barragens-da-vale-na-mina-corrego-do-feijao>
6. Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Saúde. Desastres naturais e saúde no Brasil. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Ministério da Saúde; 2014.
7. Nomura S, Blangiardo M, Tsubokura M, Ozaki A, Morita T, Hodgson S. Postnuclear disaster evacuation and chronic health in adults in Fukushima, Japan: A long-term retrospective analysis. *BMJ Open* 2016; 6: e010080. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010080>
8. Kario K, McEwen BS, Pickering TG. Disasters and the heart: a review of the effects of earthquake-induced stress on cardiovascular disease. *Hypertens Res* 2003; 26(5): 355-67. <https://doi.org/10.1291/hypres.26.355>
9. Becquart NA, Naumova EN, Singh G, Chui KKH. Cardiovascular disease hospitalizations in Louisiana Parishes' Elderly before, during and after Hurricane Katrina. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 16(1): 74. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010074>
10. Matsuoka T, Yoshioka T, Oda J, Tanaka H, Kuwagata Y, Sugimoto H, et al. The impact of a catastrophic earthquake on morbidity rates for various illnesses. *Public Health* 2000; 114(4): 249-53. <https://doi.org/10.1038/sj.ph.1900660>
11. Nishikawa Y, Fukuda Y, Tsubokura M, Kato S, Nomura S, Saito Y. Managing type 2 diabetes mellitus through periodical hospital visits in the aftermath of the great east Japan earthquake disaster: a retrospective case series. *PLoS One* 2015; 10(5): e0125632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125632>
12. Miller AC, Arquilla B. Chronic diseases and natural hazards: impact of disasters on diabetic, renal, and cardiac patients. *Prehosp Disaster Med* 2008; 23(2):185-94. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00005835>
13. Jhung MA, Shehab N, Rohr-Allegrini C, Pollock DA, Sanchez R, Guerra F, et al. Chronic disease and disasters medication demands of Hurricane Katrina evacuees. *Am J Prev Med* 2007; 33(3): 207-10. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2007.04.030>
14. Kleinpete MA, Norman, LD, Krane NK. Dialysis services in the hurricane-affected areas in 2005: lessons learned. *Am J Med Sci* 2006; 332(5): 259-63. <https://doi.org/10.1097/00000441-200611000-00017>
15. Vormittag E, Oliveira MA, Gleriano JS. Avaliação de saúde da população de Barra Longa pelo desastre de Mariana, Brasil. *Ambiente & Sociedade* 2018; 21: e01222. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0122r2vu18L1AO>
16. Preston DL, Kusumi S, Tomonaga M, Izumi S, Ron E, Kuramoto A, et al. Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987. *Radiat Res* 1994; 137(2 Suppl): S68-97. Erratum in: *Radiat Res* 1994; 139(1): 129. PMID: 8127953
17. Gouweloos J, Duckers M, Te Brake H, Kleber R, Drogendijk A. Psychosocial care to affected citizens and communities in case of CBRN incidents: a systematic review. *Environ Int* 2014; 72: 46-65. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.02.009>
18. Morita T, Tanimoto T, Hori A, Kanazawa Y. Alcohol use disorder due to social isolation after a nuclear disaster in Fukushima. *BMJ Case Rep* 2015; 2015: bcr2015209971. <https://doi.org/10.1136/bcr-2015-209971>
19. Johnson SD. Substance use, post-traumatic stress disorder and violence. *Curr Opin Psychiatry* 2008; 21(3): 242-6. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e3282fc9889>
20. Svendsen E, Runkle J, Dharra V, Lin S, Mousseau T, Bennett C. Epidemiologic lessons learned from environmental public health disasters: Chernobyl, the World Trade Center, Bhopal, and Graniteville, South Carolina. *Int J Environ Res Public Health* 2012; 9(8): 2894-909. <https://doi.org/10.3390/ijerph9082894>
21. Freitas CM, Barcellos C, Heller L, Da Luz ZMP. Desastres em barragens de mineração: lições do passado para reduzir riscos atuais e futuros. *Epidemiol Serv Saúde* 2019; 28(1): e0180120. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100020>
22. Malta DC, Teixeira R, Oliveira GMM, Ribeiro LPR. Mortalidade por doenças cardiovasculares segundo o Sistema de Informação sobre Mortalidade e as Estimativas do Estudo Carga Global de Doenças no Brasil, 2000-2017. *Arq Bras Cardiol* 2020; 115(2): 150-60. <https://doi.org/10.36660/abc.20190867>
23. GBD 2019 Diseases, Injuries, and Impairments Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020; 396: 1204-222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)

24. Johnson SC, Cunningham M, Dippenaar IN, Sharara F, Wool EE, Agesa KM, et al. Public health utility of cause of death data: applying empirical algorithms to improve data quality. *BMC Med Inform Decis Mak* 2021; 21(1): 175. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01501-1>
25. Datasus. Informações de Saúde [Internet]. 2022 [acessado em 10 ago. 2022] Disponível em: <https://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?popsvs/cnv/popbr.def>
26. Allik M, Ramos D, Agranonik M, Pinto Júnior EP, Ichihara MY, Barreto ML, et al. Developing a small-area deprivation measure for Brazil. Salvador/Glasgow: Cidacs/University of Glasgow; 2020. Technical Report.
27. Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde [Internet]. Ranking dos municípios brasileiros classificados por nível de privação (2020). Salvador: Fiocruz [acessado em 4 out. 2022]. Disponível em: <https://cidacs.bahia.fiocruz.br/ibp/publicacao/>
28. Dancey CP, Reidy J. Estatística sem matemática: para psicologia usando SPSS para Windows. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
29. Brasil. Decreto nº 7724, de 16 de maio de 2012 [Internet]. Regulamenta a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, que dispõe sobre o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do caput do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição [acessado em 4 out. 2022]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Decreto/D7724.htm
30. Brasil. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016 [Internet]. Dispõe sobre Resolução dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. DOU no 98, terça-feira, 24 de maio de 2016 - seção 1, páginas 44, 45, 46 [acessado em 4 out. 2022]. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>
31. United Nations. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030 [Internet]. New York: UN; 2015 [acessado em 22 maio 2022]. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf
32. United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development [Internet]. New York: UN; 2015 [acessado em 22 maio 2022]. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=2361>
33. Porto PSS, Porto MFS. Desastres, crise e justiça ambiental: reflexões a partir do contexto brasileiro. *Rev Puc-Rio Br* 2015; XVIII(33): 153-76.
34. Laurel AS. A saúde-doença como processo social. *La salud-enfermedad como proceso social. Cuad Med Soc.* 1982; 19: 1-11.
35. Almeida IM, Filho JM, Vilela RAG. Historical and organizational sources of Córrego do Feijão dam disaster. *Rev Bras Med Trab [Internet]*. 2019; 17(1):13-20 [acessado em 19 ago. 2022]. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/rbmt.org.br/pdf/v17n1a03.pdf>
36. Oliveira LAA, Silva DN. Mineração e desenvolvimento: uma análise dos municípios mineradores do Pará [Internet]. 2019 [acessado em 7 out. 2022]. Disponível em: https://diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2019/D18_395.pdf
37. Euclides FM, Macedo AS, Macedo SV, Valadares JL. Capacidades estatais e mineração: uma análise da agência nacional de regulação. *Rev Adm Pública [Internet]*. 2022 [acessado em 7 out 2022]; 56(1): 163-75. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/BsMj656c8wLGPKxmVCqk3SQ/?lang=pt>
38. Gonsaga RAT, Rimoli FC, Pires EA, Zogheib FS, Fujino MVT, Cunha MB. Avaliação da mortalidade por causas externa. *Rev Col Bras Cir* 2012; 39(4): 263-67. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912012000400004>
39. Malta DC, Soares Filho AM, Pinto IV, de Souza Minayo MC, Lima CM, Machado ÍE, et al. Association between firearms and mortality in Brazil, 1990 to 2017: a global burden of disease Brazil study. *Popul Health Metr* 2020; 18(Suppl 1): 19. <https://doi.org/10.1186/s12963-020-00222-3>
40. Minayo MCS. A violência social sob a perspectiva da Saúde Pública. *Cad Saúde Pública* 1994; 10(Suppl. 1): S07-18. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1994000500002>
41. Soares AM, Duarte EC, Merchan-Hamann E. Tendência e distribuição da taxa de mortalidade por homicídios segundo porte populacional dos municípios do Brasil, 2000 e 2015. *Ciênc Saúde Coletiva* 2020; 25(3): 1147-56. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.19872018>
42. Brasil. Ministério da Saúde [Internet]. Política Nacional de Promoção da Saúde; 2010 [acessado em 10 ago. 2022]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_promocao_saude_3ed.pdf
43. Brasil. Ministério da Saúde [Internet]. Política Nacional de Promoção da Saúde; 2014 [acessado em 18 jul. 2022]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt2446_11_11_2014.html

ABSTRACT

Objective: To describe the patterns of overall mortality and mortality from external causes and the temporal evolution in the municipalities of the Paraopeba River Basin, before the socio-environmental disaster of the Brumadinho dam and, additionally, to investigate the correlation between mortality and socioeconomic deprivation in these municipalities. **Methods:** Global Burden of Disease Study mortality estimates for 26 municipalities in the state of Minas Gerais, Brazil, were analyzed. Rates of overall mortality and mortality from external causes were estimated in the triennia (T) T1 (2000 to 2002), T2 (2009 to 2011), and T3 (2016 to 2018). Pearson's correlation coefficient measured the association between mortality rates and socioeconomic deprivation, according to the Brazilian Deprivation Index (IBP). **Results:** There was a decrease in overall mortality in the Paraopeba River Basin from 717.7/100 thousand to 572.6/100 thousand inhabitants, and in most municipalities between T1-T3. Mortality from external causes increased from 73.3/100 thousand to 82.1/100 thousand, and it was higher in these municipalities compared with the mean for Brazil and Minas Gerais. Deaths from suicide and interpersonal violence increased from 29.6/100 thousand to 43.2/100 thousand in most of the 26 municipalities. Death rates due to unintentional injuries decreased during the period, and those due to transport injuries, increased. There was a positive correlation between socioeconomic deprivation and the percent change in mortality rates. **Conclusion:** Despite the strong presence of mining activity in the region, such did not reflect in the improvement of the sanitary situation. Death rates due to external causes increased in the period, associated with inequalities, which must be considered in the planning for the recovery of the disaster areas.

Keywords: Dam failure. Mining. Ecological studies. Mortality. External causes. Diagnosis of health situation.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: Malta, D. C.: Conceituação, Análise formal, Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Escrita – Primeira redação, Escrita – Revisão e edição. Veloso, G. A.: Metodologia, Curadoria de dados, Software, Visualização, Revisão e edição. Reis, G. M.: Conceituação, Escrita – Primeira redação, Escrita – Revisão e edição. Cardoso, L. S. M.: Conceituação, Escrita – Primeira redação, Escrita – Revisão e edição. Hartz, Z. M. A.: Conceituação, Escrita – Revisão e edição. Naghavi, M.: Metodologia, Curadoria de dados, Software, Administração do projeto, Recursos, Visualização, Escrita – Revisão e edição. Cunningham, M.: Metodologia, Curadoria de dados, Software, Administração do projeto, Recursos, Visualização, Escrita – Revisão e edição.

FONTE DE FINANCIAMENTO: Carta Acordo SCON2021-00288 – Análise das estimativas corrigidas de mortalidade por municípios.



© 2023 | A Epidemio é uma publicação da

Associação Brasileira de Saúde Coletiva - ABRASCO