

REFERÊNCIAS

1. Castro, A. L. C. *Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres*. Ministério do Planejamento e Orçamento - Secretaria Especial de Políticas Regionais - Departamento de Defesa Civil. 2ª edição revista e ampliada, 1998.
2. Polignano, M. V.; Goulart, E. M. A.; Machado, A. T. G. D. M.; Lisboa, A. H. *Abordagem ecossistêmica da saúde*. Belo Horizonte: Instituto Guaçu, 2012. 200 p.
3. Cobrape. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraopeba. Disponível em <https://www.pdrhparaopeba.com>. Acesso em: 19 de dezembro de 2019
4. Minas Gerais, Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam). *Informativo mensal da qualidade das águas do rio Paraopeba após o desastre na barragem B1 - Informativo mensal da qualidade das águas 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*. IGAM, números de 1-55, 2020. Disponível em <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/noticias/362-informativo-mensal-da-qualidade-das-aguas-do-rio-paraopeba-apos-o-desastre-na-barragem-b1-no-complexo-da-mina-corrego-feijao-da-mineradora-vale-sa-no-municipio-de-brumadinho-minas-gerais>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.
5. Vale. *Plano de ação de emergência barragem 1 (PAEBM)*, 2016. Digitado
6. Lemos, R. S. *Perspectivas ambientais e ecológicas do rompimento da barragem do Córrego do Feijão*. Disponível em: <<http://www.gabiente-decrise.org.br>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2019.
7. Cardin, V. S. G.; Barbosa, A. H. C. "7 formas de reparação do dano ambiental". Disponível <<http://www.galdino.adv.br/artigos/download/page>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2019.

O DESASTRE DE BRUMADINHO E OS POSSÍVEIS IMPACTOS NA SAÚDE

Sérgio Viana Peixoto e Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus

Em todo o mundo, observa-se o crescimento dos desastres, tanto os naturais quanto os tecnológicos, chamando atenção dos governos e da sociedade civil para essa temática. A ocorrência de um desastre gera impactos de curto, médio e longo prazos para o setor saúde, sendo importante a identificação de áreas vulneráveis e populações expostas, favorecendo a gestão de risco desses eventos [1].

No dia 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos da mina Córrego do Feijão, sob responsabilidade da mineradora Vale S.A., em Brumadinho, Minas Gerais, atingindo considerável extensão territorial e ocasionando dezenas de óbitos e desaparecidos. Estimativas apontam que 51% das áreas atingidas eram de vegetação nativa, 19% ocupadas por atividades com alta circulação de pessoas e 13% por atividades agropecuárias, cobrindo grande parte do município [2, 3]. Portanto, a extensão da área atingida mostra a relevância de se mensurar os impactos para a população da região, que inclui a contaminação do ambiente, os desfechos desfavoráveis sobre a saúde física e mental e a possível desestabilização econômica da região [3].

EFEITOS NAS CONDIÇÕES DE SAÚDE Em outros países, os impactos de desastres de diferentes tipos, naturais ou não, se apresentam associados à ocorrência de transtornos mentais, aumento do consumo de álcool, tabaco e outras drogas, aumento da incidência de doenças cardiovasculares, respiratórias e da obesidade, entre outras consequências [4, 5, 6, 7]. Esses diversos efeitos podem ocorrer ao longo de muitos anos, sendo que esse perfil de adoecimento vai se modificando com o tempo. Estudos conduzidos após desastres naturais, como inundações e deslizamentos, mostram, num primeiro momento, a ocorrência de doenças transmissíveis, como as diarreicas; e, num maior espaço de tempo, aumento de doenças não transmissíveis, especialmente as doenças cardiovasculares e os transtornos mentais [8].

Mais recentemente, no município de Mariana, Minas Gerais, o rompimento da barragem de rejeitos de mineração do Fundão, em 2015, se constituiu no maior desastre ambiental do país até aquele ano. Além dos 19 óbitos computados, a região sofreu importantes impactos ambientais, sociais, econômicos e, consequentemente, para a saúde das pessoas [9, 10, 11, 12]. Em inquérito conduzido na comunidade de Barra Longa (Mariana – MG), 35,0% dos entrevistados referiram piora da condição geral de saúde após o desastre e 43,5% relataram ter tido algum problema de saúde desde o rompimento da barragem. Os principais problemas de saúde relatados

pela população foram os quadros respiratórios, como falta de ar, alergia e bronquite, as alergias de pele e a depressão [11].

De forma semelhante, em Brumadinho, após o rompimento da barragem, pode-se supor que haja alterações importantes nas condições de vida e saúde, podendo ampliar a incidência de doenças transmissíveis pré-existentes, como a febre amarela, a esquistossomose e as doenças diarreicas. Além disso, o importante impacto psicossocial do desastre pode ainda agravar o quadro de doenças crônicas, sobretudo hipertensão, diabetes e insuficiência renal, e aumentar a ocorrência de transtornos mentais, como depressão e ansiedade [2].

Considerando a dimensão do desastre ocorrido em Brumadinho, fica evidente que seu impacto para a saúde mental pode ser notado em toda população residente no município, incluindo também as equipes que atuaram no resgate e os trabalhadores da área da saúde. As reações imediatas são intensas, provocando sentimentos de medo, horror e impotência, que tendem a ter influência negativa na saúde mental do grupo que vivencia essa experiência. Adicionalmente, a grande quantidade de trabalhadores que foi a óbito leva a uma alteração das relações socioafetivas da comunidade, com grande potencial para aumento de transtornos psicopatológicos em médio e longo prazos [13].

Esse aspecto é importante, pois em outros países já foi observado que o impacto para a saúde mental após um grande desastre pode ser observado mesmo alguns anos após o evento, com elevadas proporções de sintomas depressivos e estresse, por exemplo [14, 15].

EXPOSIÇÃO A CONTAMINANTES E CONDIÇÕES DE SAÚDE A exposição humana a metais e compostos metálicos é oriunda da erosão do solo e, principalmente, das atividades humanas como mineração, fundição, combustão de combustíveis fósseis e processos industriais e, mais recentemente, descarte inapropriado de resíduos eletroeletrônicos. É também devida ao aumento da mobilidade ambiental dos metais associada com a acidificação das águas superficiais (decorrente da chuva ácida, práticas florestais e agrícolas), furacões e inundações [16].

Entre os metais de interesse para a saúde humana podem ser identificados quatro grupos: i) metais tóxicos principais (arsênio, berílio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio e níquel); ii) Metais essenciais com potencial toxicidade (cobalto, cobre, ferro, magnésio, manganês, molibdênio, selênio, cromo trivalente e zinco); iii) metais com indicação terapêutica (alumínio, bismuto, gálio, ouro, lítio e platina); e iv) grupo de menor relevância (antimônio, bário, cério, flúor, germânio, índio, paládio, prata, telúrio, tálio, estanho, titânio, urânio e vanádio) [17].

Os metais arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) são considerados de especial interesse à saúde pública devido à combinação da frequência de uso nos processos produtivos, toxicidade química e potencial para exposição humana [18]. Esses metais estão amplamente disseminados e têm uso constante nos processos produtivos, com um alto potencial de exposição humana, podendo

haver efeitos tóxicos sobre a saúde das pessoas com baixas doses, em situações de exposição a longo prazo.

O rompimento da barragem de Córrego do Feijão foi um evento danoso associado à liberação de rejeitos de minério, uma potencial fonte de exposição a metais pesados. Em relação às exposições a essas substâncias químicas, as principais vias são a oral, inalatória e dérmica. Além disso, é importante lembrar que em muitos casos a população exposta tem baixa escolaridade, baixa renda, subemprego, condições precárias de saneamento, é acometida por múltiplas doenças infecciosas, subnutrição, doenças crônicas, entre outras. Nessas populações, a exposição a alguma substância química, ou múltiplas substâncias, se configura como um fator de risco adicional, agravando sua vulnerabilidade.

Existem evidências crescentes de que a exposição a fatores ou condições específicas do ambiente, nos primeiros anos de vida, pode levar à ocorrência de distúrbios ou alterações na saúde infantil e na vida adulta [19]. O desenvolvimento humano é resultado de uma complexa interação entre influências genéticas e ambientais. Fatores ou condições ambientais podem ser genericamente definidos como a ampla gama de influências extragenéticas que atuam a partir de antes da concepção até a vida adulta [20]. Enquanto as informações oriundas do genoma de cada indivíduo direcionam o tempo e o processo de desenvolvimento pessoal, os fatores ou condições ambientais podem modificar estes últimos e aumentar ou diminuir o risco de uma alteração ou distúrbio do desenvolvimento e de ocorrência de uma doença.

As crianças são consideradas um grupo particularmente vulnerável e susceptível a fatores ambientais devido às suas características fisiológicas e de hábitos relacionados à idade [21]. A exposição a metais nos anos iniciais da infância, por exemplo, é particularmente deletéria para a saúde infantil. Ela pode ter não só possíveis efeitos imediatos, mas, também, efeitos subclínicos e permanentes na estrutura e funcionamento cerebral, levando a perdas no potencial de desenvolvimento infantil e a alterações neurológicas e neuro-comportamentais tardias [22, 23, 24]. Outros efeitos na saúde das crianças incluem alterações respiratórias que podem ser atribuídas aos efeitos irritativos diretos nas mucosas, mas também devido às alterações no sistema imunológico – como a imunossupressão, que aumenta a suscetibilidade a uma variedade de infecções [25]. Sabe-se que as doenças respiratórias se constituem em uma das principais causas de mortalidade em menores de cinco anos no Brasil [26].

Crianças podem diferir dos adultos na susceptibilidade às substâncias químicas, podendo ser mais ou menos susceptíveis do que os adultos e essa relação se altera com a idade. A vulnerabilidade frequentemente depende do estágio de desenvolvimento da criança. Há períodos críticos no estágio de desenvolvimento de uma determinada estrutura orgânica ou funcional, no qual ela é mais sensível à lesão, tanto no período pré como no pós-natal. Além disso, o dano pode não ser evidente até um estágio bastante posterior da vida [24].

Sendo as exposições a metais consideradas um problema de saúde pública, sobretudo em crianças, a avaliação dos níveis de metais em matrizes biológicas e sua relação com efeitos tóxicos nessa população se configura numa estratégia importante para sinalizar aos órgãos de saúde das áreas impactadas, direta ou indiretamente pela lama, uma possível reestruturação de prioridades em saúde, tendo em vista a possível demanda.

AÇÕES E PERSPECTIVAS A magnitude desse evento exigiu respostas emergenciais de diversos setores do governo, em seus diferentes níveis (municipal, estadual e municipal), possibilitando o atendimento adequado à população afetada. O Ministério da Saúde atuou junto à Secretaria Municipal de Saúde (SMS) de Brumadinho e à Secretaria Estadual de Saúde (SES) de Minas Gerais, com a constituição do Centro de Operações de Emergências em Saúde (COE) nacional, composto por uma equipe multidisciplinar e multissetorial. Essa atuação foi fundamental para o direcionamento de ações imediatas, reduzindo os impactos na saúde no curto prazo. No entanto, avaliações ao longo do tempo se fazem necessárias, de modo a mensurar os impactos para a população, em seus diferentes aspectos [27].

O monitoramento das condições de saúde de populações que sofreram grandes desastres, naturais ou tecnológicos, incluindo uma coleta estruturada de dados que permitam avaliações contínuas da saúde física e mental, além de avaliações periódicas das exposições ambientais, permite o adequado planejamento das ações de saúde da região atingida. Esse conhecimento contribui com a gestão de risco, podendo minimizar os efeitos da tragédia para a população envolvida [28].

Em Brumadinho, o conhecimento dos impactos à saúde em médio e longos prazos será possível com a realização de estudos longitudinais na população do município, que poderão subsidiar a organização dos serviços de saúde para minimizar as consequências desse desastre. Nesse sentido, dois estudos longitudinais, financiados pelo Departamento de Ciência e Tecnologia (Decit), do Ministério da Saúde, constituem o Programa de Ações Integradas em Saúde de Brumadinho. Um deles irá acompanhar uma amostra de cerca de 4.000 indivíduos, representativa da população residente no município com 12 anos ou mais de idade, verificando as condições de vida, trabalho e saúde, incluindo a avaliação das concentrações de metais e impactos na saúde mental, além do uso dos serviços de saúde. O outro estudo irá acompanhar as crianças de 0 a 4 anos de idade, residentes nas comunidades diretamente atingidas pela lama, além de uma comunidade controle (sem exposição direta à lama de rejeitos). O objetivo desse estudo é mensurar as concentrações dos metais de interesse para saúde pública e avaliar o possível efeito da exposição a essas substâncias sobre o crescimento e desenvolvimento infantil. Ambos os estudos têm previsão de acompanhamento anual dos participantes, por cerca de quatro anos, mas a intenção é que o estudo se estenda por uma ou duas décadas. As evidências produzidas por essas pesquisas constituirão conhecimento inédito

no país sobre os efeitos de um grande desastre para a saúde das populações. Essas evidências podem subsidiar a gestão de riscos em saúde de populações potencialmente expostas a grandes desastres, especialmente o rompimento de barragens de mineração com exposição a metais de interesse para saúde pública.

No caso de Brumadinho, considerando a dimensão do desastre, pode-se supor alterações nas condições de vida e saúde da população, o que poderá levar a mudanças no uso dos serviços de saúde. Portanto, é importante acompanhar a evolução dessas condições ao longo do tempo, de modo a fornecer informações sistematizadas ao serviço de saúde local e contribuir com a organização desse serviço, para que possa atender adequadamente à demanda da população residente no município.

Sérgio Viana Peixoto é pesquisador em saúde pública e coordenador do Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou - Fiocruz Minas e professor associado da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Contato: sergio.peixoto@fiocruz.br

Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus é professora associada da Faculdade de Medicina / Instituto de Estudos de Saúde Coletiva (Iesc) e Maternidade Escola da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e médica do Núcleo de Estudos da Saúde do Adolescente (Nesa) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Coordena o Programa de Educação a Distância em Vigilância em Saúde Ambiental do Iesc/UFRJ e os projetos Infância e Poluentes Ambientais e Bruminha. Contato: carmenfroes@medicina.ufrj.br

REFERÊNCIAS

1. Freitas, C. M.; Mazoto, M. L.; Rocha, V. (org.). *Guia de preparação e respostas do setor saúde aos desastres*. Rio de Janeiro, RJ: Fiocruz / Secretaria de Vigilância em Saúde. 2018. 159p.
2. Barcellos, C. (org.). *Avaliação dos impactos do desastre de Brumadinho sobre a saúde*. Nota Técnica (15 fev 2019). Rio de Janeiro, RJ: Fiocruz. 2019.
3. Pereira, L. F.; Cruz, G. B.; Guimarães, R. M. F. "Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças de cobertura da terra". *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v.04, n.2, p.122-129. 2019.
4. Geng, F.; Zhou, Y.; Liang, Y.; et al. "A longitudinal study of recurrent experience of earthquake and mental health problems among chinese adolescents". *Front Psychol*, v.9, p.1259. 2018. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01259.
5. Okuyama, J.; Funakoshi, S.; Tomita, H.; et al. "Longitudinal characteristics of resilience among adolescents: A high school student cohort study to assess the psychological impact of the great east Japan earthquake". *Psychiatry Clin Neurosci*, v.72, n.11, p.821-835. 2018. doi: 10.1111/pcn.12772. Epub 2018 Sep 4.
6. Vlahov, D.; Galea, S.; Ahern, J.; et al. "Consumption of cigarettes, alcohol, and marijuana among New York City residents six months after the september 11 terrorist attacks". *Am J Drug Alcohol Abuse*, v.30, n.2, p.385-407. 2004.
7. Brackbill, R. M.; Cone, J. E.; Farfel, M. R.; et al. "Chronic physical health consequences of being injured during the terrorist attacks

- on World Trade Center on september 11, 2001". *Am J Epidemiol*, v.179, n.9, p.1076-85. 2014. doi: 10.1093/aje/kwu022. Epub 2014 Feb 20.
8. Freitas, C. M.; Silva, D. R. X.; Sena, A. R. M.; et al. "Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil". *Ciênc. Saúde Coletiva*, v.19, n.9, p.3645-3656. 2014.
 9. Freitas, C. M.; Silva, M. A.; Menezes, F. C. "O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres". *Cienc. Cult*, v.68, n.3, p.25-30. 2016.
 10. Ramos, A. A.; Oliveira, J. F.; Nardi, M. F.; et al. "O caso de estudo 'Samarco': Os impactos ambientais, econômicos e sociais, relativos ao desastre de Mariana". *Unisanta Bioscience*, v.6, n.4, p.316-327. 2017.
 11. Vormittag, E. M. P. A. A.; Oliveira, M. A.; Rodrigues, C. G.; et al. *Avaliação dos riscos em saúde da população de Barra Longa/MG afetada pelo desastre*. São Paulo, SP: Instituto Saúde e Sustentabilidade / Greenpeace. 2017.
 12. Neves, M. C. L.; Roque, M.; Freitas, A. A.; Garcia, F. (org.). *Prisma: Pesquisa sobre a saúde mental das famílias atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana*. Belo Horizonte: Corpus. 2018.
 13. Noal, D. S.; Rabelo, I. V. M.; Chachamovich, E. "O impacto na saúde mental dos afetados após o rompimento da barragem da Vale". *Cad Saúde Pública*, v.35, n.5, e00048419. 2019.
 14. Jordan, H. T.; Osahan, S.; Li, J.; et al. "Persistent mental and physical health impact of exposure to the september 11, 2001 World Trade Center terrorist attacks". *Environmental Health*, v.18, n.1, 12. 2019. doi: 10.1186/s12940-019-0449-7
 15. Hussain, A.; Nygaard, E.; Siqveland, J.; Heir, T. "The relationship between psychiatric morbidity and quality of life: interview study of Norwegian tsunami survivors 2 and 6 years post-disaster". *BMC Psychiatry*, v.16, 173. 2016. doi: 10.1186/s12888-016-0868-8.
 16. Nordberg, G. F.; Fowler, B. A.; Nordberg, M. "Toxicology of metals: overview, definitions, concepts, and trends". In: Nordberg, G. F.; Fowler, B. A.; Nordberg, M. (eds.). *Handbook on the toxicology of metals*. Elsevier. Academic Press. London. Fourth Ed. 2015. Vol 1 p1-12.
 17. Tokar, E. J.; Boyd, W. A.; Freedman, J. H.; Waalkes, M. P. "Toxic effects of metals". In: Klassen, C. D. (ed.). *Casarett & Doull's Toxicology: the basic science of poisons*. Editor Curtis D. Classen - 8th Ed. MacGraw-Hill. 2013. P.981-1030.
 18. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). *Substance Priority List*. 2017. Center Disease Control (CDC) / USA. Disponível em: www.atsdr.cdc.gov/spl/.
 19. Vrijheida, M.; Casasa, M.; Gascona, M.; Valvia, D.; Nieuwenhuijsen, M. "Environmental pollutants and child health – A review of recent concerns". *Int J Hygiene Env Health*. v.218, p.218: 331-342. 2016.
 20. Berkowitz, G. S.; Wolff, M. S.; Matte, T.; Susser, E.; Landrigan, P.J. "The rationale for a National Prospective Cohort Study of Environmental Exposure and Childhood Development". *Environmental Research, Section A*. v.85, p.59-68. 2001. doi: 10.1006/enrs.2000.4109.
 21. Mazoto, M. L.; Filhote, M. I. F.; Câmara, V. M.; Fróes Asmus, C. I. R. "Saúde ambiental infantil: uma revisão de propostas e perspectivas". *Cad Saúde Colet*. v.19, n.1, p.41-50. 2011.
 22. WHO (World Health Organization). *Children's health and the environment: a global perspective: a resource manual for the health sector*. J. Pronczuk-Garbino (ed). Geneva: World Health Organization. 2005.
 23. WHO (World Health Organization). *The World Health Report. Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Geneva: World Health Organization. 2002.
 24. Etzel, R. A.; Landrigan, P. J. "Children's exquisite vulnerability to environmental exposures". In: Landrigan, P. J.; Etzel, R. A. (eds). *Textbook of children's environmental health*. New York: Oxford University Press, pp. 18-27. 2014.
 25. Lin, Y.; Xu, X.; Dai, Y.; Zhang, Y.; Li, W.; Huo, X. "Considerable decrease of antibody titers against measles, mumps, and rubella in preschool children from an e-waste recycling area". *Sci Total Environ*. v. 573, p.760-766. 2016.
 26. RIPSA. Rede Interagencial de Informações para a Saúde (Interinstitucional Net for Health Information). Ministério da Saúde: Brasília. 2012. Available online: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibd2012/matriz.htm>
 27. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. "Um ano do desastre da Vale: Organização e resposta do Ministério da Saúde". *Bol Epidemiol* [internet]. 2020 jan [05 mar 2020]; 51(n. esp.):1-35. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>.
 28. Lucchini, R. G.; Hashim, D.; Acquilla, S.; et al. "A comparative assessment of major international disasters: the need for exposure assessment, systematic emergency preparedness, and lifetime health care". *BMC Public Health*, v.17, 46. 2017. doi:10.1186/s12889-016-3939-3