

ARTIGO ORIGINAL



Protocolo do estudo longitudinal de saúde infantil em Brumadinho (MG): Projeto Bruminha

Protocol of the Longitudinal Study on Child Health in Brumadinho (MG): "Bruminha Project"

Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus¹ , Aline de Souza Espindola Santos¹ , Renan Duarte dos Santos Saraiva¹ , Ana Paula Natividade de Oliveira¹ , Ivisson Carneiro Medeiros da Silva¹ , Maíra Lopes Mazoto¹ , Michele Alves Costa¹ , Volney de Magalhães Câmara¹ 

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

¹Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

RESUMO

Objetivo: Apresentar o protocolo da pesquisa e descrever os resultados preliminares da linha de base da população de estudo do Projeto Bruminha. **Métodos:** Este projeto é parte do conjunto de ações propostas no âmbito do Programa de Ações Saúde Brumadinho. Trata-se de um estudo de coorte prospectiva, com seguimento periódico por quatro anos, cuja população elegível foi constituída de todas as crianças de 0 a 6 anos de idade residentes em quatro localidades situadas na zona rural do município afetado, com coleta de dados sociodemográficos e de saúde e de amostras urinárias para avaliação da exposição a metais. **Resultados:** No primeiro ano de estudo foi avaliada 62% (217) da população elegível e se coletaram 172 (79%) amostras de urina válidas. Em todas as amostras analisadas foi detectado pelo menos um metal, e em 50,6% (n=87) concentrações urinárias acima do valor de referência. Em 38% (n=82) das crianças a avaliação do desenvolvimento neuropsicomotor foi considerada de risco. O relato de alergia respiratória foi quatro vezes (4,27) mais frequente e de bronquite 61% maior (1,62) nas crianças residentes nas localidades expostas à poeira de resíduos de minério, proporcionalmente àquelas residentes a mais de 10 km do local do desastre. **Conclusão:** O protocolo do estudo mostrou-se adequado para avaliação dos desfechos propostos. A estratégia de captação da população de estudo necessitou de reajustes quanto ao processo de sensibilização da comunidade a longo prazo com entrada de novos participantes nos próximos seguimentos (2022 e 2023).

Palavras-chave: Desastres ambientais. Estudos de coortes. Metais. Saúde infantil.

AUTORA CORRESPONDENTE: Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus. Rua Jorge Emilio Fontenelle, 758, apto 301, Recreio, CEP: 22790-147, Rio de Janeiro (RJ), Brasil. E-mail: carmenfroes@medicina.ufrj.br

CONFLITO DE INTERESSES: nada a declarar

COMO CITAR ESSE ARTIGO: Asmus CIRF, Santos ASE, Saraiva RDS, Oliveira APN, Silva ICM, Mazoto ML, et al. Protocolo do estudo longitudinal de saúde infantil em Brumadinho (MG): Projeto Bruminha. Rev Bras Epidemiol. 2022; 25:e220003.supl.2. <https://doi.org/10.1590/1980-549720220003.supl.2.1>

EDITOR CIENTÍFICO: Antonio Fernando Boing 

ESTE DOCUMENTO POSSUI UMA ERRATA: <https://doi.org/10.1590/1980-549720220003.supl.2.1erratum>

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: 13/07/2022; Revisado em: 23/08/2022; Aceito em: 29/08/2022; Corrigido em: 13/09/2024.



INTRODUÇÃO

O Estudo Longitudinal de Saúde Infantil em Brumadinho, o Projeto Bruminha, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), faz parte do Programa de Ações Integradas em Saúde de Brumadinho¹, proposto e financiado pelo Ministério da Saúde do Brasil e coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) de Minas Gerais. O Projeto Bruminha tem como objetivo investigar a exposição a resíduos de metais e seus impactos sobre a saúde e o desenvolvimento das crianças de 0 a 6 anos residentes nas localidades próximas à área afetada pelo desastre².

Este artigo apresenta o protocolo da pesquisa e o perfil sociodemográfico, de saúde e de exposição aos resíduos de metais da população de estudo do Projeto Bruminha.

MÉTODOS

Desenho e população do estudo

Trata-se de uma coorte prospectiva, com seguimentos anuais, cuja população elegível para este estudo foi constituída de todas as crianças de 0 a 6 anos de idade residentes nas localidades de interesse, situadas na zona rural do município de Brumadinho, no período de 2021 a 2025, cujos respectivos responsáveis consentiram com a participação.

Área do estudo

O Projeto Bruminha não abrange todos os bairros/localidades do município de Brumadinho³. Foram consideradas localidades de interesse para o desenvolvimento deste estudo: Córrego do Feijão, Parque da Cachoeira, Tejuco e Aranha. O mapa das localidades de interesse está em Material Suplementar.

Córrego do Feijão e Parque da Cachoeira são localidades diretamente afetadas pelo desastre de 2019 por terem residências localizadas em um raio de até 1,5 km de distância do trajeto percorrido pela lama e por serem onde os rejeitos estão depositados. As populações residentes nas referidas localidades estão expostas à poeira dos resíduos da lama desde a ocorrência do desastre, por causa das atividades de resgate e, *a posteriori*, de remediação, que persistem até o momento.

A localidade de Tejuco foi incluída em função da sua posição geográfica, abaixo de uma área de mineração em atividade, com potencial exposição da população a poeiras originárias desse processo.

A localidade de Aranha encontra-se situada a cerca de 10 km da lama de rejeitos e a 11,6 km de Córrego do Feijão, 11,3 km de Parque da Cachoeira e 15,8 km de Tejuco. Em razão de ser mais distante do local de ocorrência do desastre, ela foi considerada uma localidade cuja população possivelmente não teria exposição à poeira dos rejeitos da lama sedimentada na área do desastre originária da mobilização dos resíduos durante as atividades de remediação do dano.

Estratégia de captação da população de estudo

O município de Brumadinho tem ampla cobertura da rede de atenção básica, com todas as famílias desse território cadastradas na Estratégia de Saúde da Família⁴. A captação da população de estudo ocorreu em articulação com a Secretaria Municipal de Saúde e com as lideranças comunitárias.

Os agentes comunitários de saúde fizeram os agendamentos com as mães ou responsáveis pelas crianças nos dias determinados para a realização das entrevistas e demais avaliações previstas no projeto. As crianças eram trazidas pelos responsáveis aos postos de saúde ou aos centros comunitários das localidades estudadas, onde os questionários e testes eram aplicados pela equipe de pesquisa e coletas de amostras de urina realizadas pela equipe do laboratório contratado.

Coleta de dados

Dados sociodemográficos e de saúde

Foram aplicados, por meio de entrevista, dois questionários a todos os responsáveis pelas crianças participantes: questionário socioambiental e formulário clínico. Ambos os questionários foram adaptados dos questionários geral e de eventos respiratórios do Projeto PIPAUFRJ (<https://pipaufrij.me.ufrj.br/>). Foi realizado um pré-teste do questionário socioambiental em uma subamostra da população de estudo, e as falhas e imperfeições observadas foram corrigidas e incorporadas ao questionário final.

O questionário socioambiental compreende sete blocos de questões:

- Bloco 1: Identificação e contatos;
- Bloco 2: Características sociodemográficas, escolaridade (mãe) e renda da família;
- Bloco 3: Características do domicílio e do ambiente do entorno;
- Blocos 4 e 5: Identificação e escolaridade da criança;
- Bloco 6: Hábitos e comportamento da criança;
- Bloco 7: Padrão de alimentação⁵.

O formulário clínico envolveu: condições de saúde pregressas da criança, incluindo internações e/ou doenças e uso de medicamentos; dados sobre o nascimento, extraídos da caderneta de saúde da criança (peso, comprimento, perímetro cefálico, Apgar, idade gestacional e tamanho para idade gestacional); percepção dos responsáveis em relação à saúde do/a filho/a; e recordatório de sinais e sintomas respiratórios antes e depois da ocorrência do desastre.

A avaliação antropométrica abrangeu: medidas de peso e comprimento/altura, com cálculo do índice de massa corporal (IMC), de acordo com os gráficos de padrão de desenvolvimento da Organização Mundial da Saúde⁶; e medida do perímetro cefálico em crianças de até dois anos.

O teste de triagem de desenvolvimento Denver II foi aplicado em todas as crianças participantes para avaliação

do desenvolvimento neuropsicomotor. É constituído de um conjunto de 125 itens representativos de habilidades em quatro áreas do desenvolvimento (pessoal-social, motora fino-adaptativa, linguagem e motora grossa). Aplica-se pela realização de tarefas pela criança e pelo relato dos seus cuidadores/pais, para verificação de suas habilidades em quatro domínios, assim definidos:

- capacidade de socialização e autocuidados;
- coordenação motora fina;
- reconhecimento, compreensão e utilização da linguagem;
- controle motor de grandes músculos, usados para sentar, andar, equilibrar-se, entre outras funções.

Por ser uma ferramenta de triagem, o teste de Denver II fornece informações que sinalizam se o desenvolvimento atual da criança está de acordo com o esperado para a sua faixa etária, alertando para a presença de possíveis limitações no desenvolvimento infantil que impliquem a necessidade de investigação e/ou acompanhamento especializado, não tendo como propósito a elaboração de diagnósticos⁷.

O teste Modified Checklist for Autism in Toddlers (M-CHAT), por sua vez, foi aplicado nas crianças maiores de dois anos como uma ferramenta de triagem de sinais de risco para o transtorno do espectro autista⁸.

Já o teste Escala Swanson, Nolan e Pelham-IV (SNAP-IV) se aplicou nas crianças com idade igual ou maior que cinco anos como ferramenta auxiliar diagnóstica para o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade^{9,10}.

A Escala de Ashworth Modificada (EAM) foi aplicada em todas as crianças para a avaliação de tônus muscular¹¹⁻¹⁴.

Amostras biológicas

Coleta e transporte

As amostras de urina das crianças foram coletadas em recipientes livres de metais para dosagem das concentrações de arsênio total (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e manganês (Mn) e foram mantidas refrigeradas e transportadas em caixa térmica com controle de temperatura sob responsabilidade do laboratório até o local de análise. Orientaram-se os responsáveis sobre a proibição do uso de pomadas ou talco na região genital na véspera da coleta e sobre as medidas de higiene íntima antes da coleta. Coletores foram fornecidos aos pais, e, nas crianças menores de dois anos, foram colocados sacos coletores pela equipe do laboratório.

Metodologia para análise de metais

As análises de metais foram realizadas pelo método de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), marca Agilent, modelo ICPMS7850. As amostras foram preparadas por diluição ácida e adição de padrão interno. Os padrões utilizados foram o multi-element calibration standard 2A — Agilent (8500-6940 e 8500-

6940 HG) — e o padrão internal standard Mix — Agilent (5183-4681). Os limites de detecção e quantificação para As, Cd, Pb, Hg e Mn foram 0,1 µg l⁻¹. O Laboratório Associação Fundo de Incentivo à Pesquisa foi responsável pela análise e possui nível 3 de acreditação da Organização Nacional de Acreditação e certificação pela International Society for Quality in Health Care.

Análise de qualidade

As corridas analíticas para dosagem de metais tiveram sua *performance* monitorada pelo uso de cinco níveis de controle de qualidade interno, sendo três controles preparados pelo próprio laboratório, em níveis de concentração preestabelecidos, e dois controles comerciais da marca ClinCheck ou do Programa Nacional de Controle de Qualidade (PNCQ). A variação máxima permitida para cada controle foi de 15%, segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 27/2012. O coeficiente de variação (CV%) mensal médio obtido para cada analito foi de 5,3 a 7,1%.

Dosagem de creatinina

A dosagem de creatinina urinária ocorreu em analisadores bioquímicos Atellica® CH Analyzer da Siemens, por meio de reação de ácido pícrico com creatinina em meio alcalino (procedimento de Jaffe). A sensibilidade analítica do teste foi determinada pelo valor de 3 mg/dL, que corresponde ao limite de quantificação para urina. O intervalo de referência utilizado foi de 0,3 a 3 g/L.

Valores de referência adotados para metais selecionados

Os valores de referência (VR) adotados para as concentrações urinárias de As (10 µg/gr de creatinina), Cd (2 µg/gr de creatinina) e Hg (5 µg/gr de creatinina) foram os estabelecidos pela Norma Regulamentadora (NR) 7 (1994), em vigor no período da realização do estudo (julho de 2021)¹⁵. Para as concentrações urinárias de Mn, o VR adotado foi baseado na recomendação da Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1 a 8 µg/L)¹⁶. O VR adotado para as concentrações urinárias de Pb foi baseado no estudo realizado por Saravanabhavan et al.(1,7 µg/L)¹⁷. As concentrações urinárias de metais foram ajustadas pelos níveis de creatinina (0,3 a 3 g/L).

Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio de proporções, frequências, médias aritméticas, máximo-mínimo, desvio padrão e intervalos de confiança (IC95%). Para as variáveis idade, escolaridade e renda *per capita* das mães ou responsáveis, foi aplicado filtro no banco de dados para conter as duplicidades, tendo em vista que uma mãe pode ter mais de um filho. Foi realizado o cálculo da razão de proporção para a ocorrência de queixas respiratórias e de resultados anormais (falhas) no teste de Denver, tendo como grupo de referência as crianças residentes na localidade de Aranha.

Considerações éticas

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Clementino Fraga Filho, da UFRJ, sob parecer nº 3.897.305, em 6 de dezembro de 2019. Os pais deram consentimento informado por escrito para a participação das crianças, assim como autorização para comunicação por meio do aplicativo WhatsApp.

Todos os participantes que realizaram exames de urina receberam os laudos impressos em suas residências. A equipe de pesquisa preparou informes individuais com uma descrição dos resultados da avaliação antropométrica e do desenvolvimento neuromotor, assim como uma breve explicação sobre o resultado das análises urinárias dos metais e, quando indicado, orientação para buscar a unidade básica de saúde para avaliação e acompanhamento de saúde. Esses informes foram enviados para todos os participantes através por mensagem pelo WhatsApp.

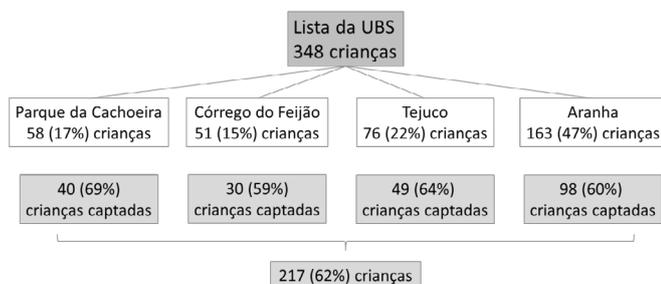
RESULTADOS

Primeira avaliação: 19 a 30 de julho de 2021.

A Secretaria Municipal de Saúde de Brumadinho disponibilizou uma lista de crianças residentes nas localidades estudadas, na faixa etária abrangida. Do total de 348 crianças, foram captadas 217 (62%), com distribuição percentual entre as localidades, conforme observado na Figura 1.

A idade média da população de estudo foi 43 meses (3,5 anos). Quarenta e três por cento (93) das crianças tinham 4 anos ou mais, representando 45% das avaliadas em Aranha e 49% em Tejuco. O tempo médio de moradia das crianças nas localidades avaliadas foi de três anos. A frequência de crianças do sexo masculino foi maior na população geral, 52% (114), e nas localidades, exceto em Tejuco (sexo feminino=55%). A maioria das mães ou dos responsáveis declarou as crianças como não brancas, 61% (123). Na localidade de Aranha, observou-se o maior número de crianças declaradas de cor branca, 48% (44).

A renda familiar de 60% (91) da população foi de um a três salários mínimos. A renda *per capita* média foi de R\$ 625,80. A localidade de Aranha apresentou a maior renda



UBS: unidade básica de saúde.

Fonte: Projeto Bruminha UFRJ.

Figura 1. Fluxograma de captação da população de estudo na primeira onda da coorte, segundo localidade de residência, Brumadinho (MG), Brasil, 2021.

per capita (R\$ 660,37), e a de Córrego do Feijão, a menor (R\$ 483,50).

O uso de fossa/rede foi apontado por mais de 90% (183) da população, exceto em Tejuco, onde 31% (13) indicaram ausência de qualquer tipo de esgotamento sanitário ("a céu aberto"). Água mineral foi referida como fonte para consumo por 60% (125) da população, no entanto em Aranha 75% (71) utilizam outras fontes de água para consumo (Tabela 1).

Em Parque da Cachoeira, 95% (38) dos domicílios estão situados em ruas de terra. Após o desastre, 87% (180) da população relatou aumento no tráfego de veículos, 89% (182) mudança na quantidade de poeira e 82% (167) maior frequência de faxinas na residência. Aranha e Tejuco foram as localidades estudadas que apresentaram maior percentual da população que não observou mudança na quantidade de poeira e/ou na frequência de faxinas após o desastre.

Quase metade dos responsáveis (49%) observou alterações de saúde nas crianças após a ocorrência do desastre. Os relatos dessas alterações foram maiores nas crianças residentes nas três comunidades localizadas próximas à área do desastre, sendo, proporcionalmente, 60% maiores em Parque da Cachoeira em relação a Aranha, mais distante do local.

Os principais problemas de saúde relatados pelos responsáveis, nos últimos 12 meses, foram no sistema respiratório (rinite/sinusite — 21%; bronquite — 15%; alergia respiratória — 15%) e na pele (alergia — 29%). O relato de alergia respiratória foi quatro vezes mais frequente, e de bronquite 62%, maior nas crianças residentes em Parque da Cachoeira, proporcionalmente àquelas residentes em Aranha. O relato de ocorrência de infecção da pele/impetigo nas crianças foi três vezes mais frequente em Parque da Cachoeira e em Tejuco proporcionalmente aos relatos nas crianças de Aranha (Tabela 2).

A avaliação do desenvolvimento neuropsicomotor obteve resultados conclusivos em 193 crianças, sendo em 57% (111) normal, ou seja, as crianças alcançaram as habilidades esperadas para a sua idade. Em 43% (82) delas o resultado do teste foi considerado de risco. Isto é, no momento da avaliação essas crianças ainda não haviam desenvolvido a(s) habilidade(s) esperada(s) para sua faixa etária, em um ou mais domínios avaliados pelo teste. A proporção de Denver-Risco foi 51,5% maior no Tejuco, 55% maior em Parque da Cachoeira e 73% maior em Córrego do Feijão, em comparação a Aranha (Tabela 3).

A avaliação antropométrica foi realizada em 215 (99%) crianças. Em 79% (171) delas, o IMC foi normal, 10% (22) apresentaram obesidade (IMC>30) e 5% (11) sobrepeso (IMC>25).

Foram coletadas 197 (90,7%) amostras de urina do total de 217 crianças captadas. Foram excluídas da análise 25 amostras com valores de creatinina urinária fora do padrão. A análise da exposição a metais foi realizada em

172 crianças (79% do total de crianças captadas). Em todas as crianças avaliadas (100%) foi detectado pelo menos um dos cinco metais analisados na urina. Concentração urinária de um ou mais metais acima do VR foi observada em 51% (87) das amostras analisadas. Em 12 (7%) amostras foram encontradas concentrações urinárias de dois metais acima do VR. Em 56% (44) das crianças residentes em Aranha e em 55% (22) das crianças residentes em Tejuco, foram detectadas concentrações de metais acima do VR.

A Tabela 4 apresenta as análises das concentrações urinárias de cada metal, por localidade estudada, tendo como ponto de corte o VR utilizado. Não houve diferenças significativas nas frequências dos metais urinários analisados acima e abaixo do VR entre as localidades estudadas: As ($p=0,063$), Pb ($p=0,138$), Hg ($p=0,883$) e Mn ($p=0,721$). Concentrações urinárias de As estavam acima do VR em 42% (72), e de Pb, em 13% (23) das amostras

analisadas. Concentrações urinárias de Mn e de Hg foram mensuradas acima dos respectivos VR em duas crianças cada uma. Nenhuma criança apresentou concentrações urinárias de Cd acima do VR. Aranha foi a localidade com o maior número de crianças com concentrações urinárias de As acima do VR (50%), e Tejuco, a localidade com o maior número de crianças com concentrações urinárias de Pb acima do VR (25%).

DISCUSSÃO

É notório que uma situação de desequilíbrio ambiental como a que ocorreu com o rompimento da Barragem do Fundão pode determinar alterações nas condições de vida e saúde das populações afetadas em curto, médio e longo prazos². Soma-se a isso o fato de que as doenças e os agravos não se distribuem de forma homogênea no ter-

Tabela 1. Perfil sociodemográfico por localidade. Brumadinho (MG), Brasil, 2021.

Perfil sociodemográfico	Total	AR	CF	PC	TJ
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Faixa etária					
0-11 meses	29 (13)	10 (10)	5 (16)	6 (15)	8 (16)
1-2 anos	28 (13)	16 (16)	3 (10)	5 (12)	4 (8)
>2-4 anos	67 (31)	28 (29)	11 (37)	15 (38)	13 (27)
>4 anos	93 (43)	44 (45)	11 (37)	14 (35)	24 (49)
Total	217 (100)	98 (100)	30 (100)	40 (100)	49 (100)
Sexo					
Feminino	103 (48)	44 (45)	13 (43)	19 (47)	27 (55)
Masculino	114 (52)	54 (55)	17 (57)	21 (53)	22 (45)
Total	217 (100)	98 (100)	30 (100)	40 (100)	49 (100)
Raça					
Branca	78 (39)	44 (48)	7 (27)	14 (38)	13 (28)
Não branca	123 (61)	47 (52)	19 (73)	23 (62)	34 (72)
Total	201 (100)	91 (100)	26 (100)	37 (100)	47 (100)
Renda per capita (Média±DP) US\$	123±84	130±106	95±49	125±62	119±60
Escolaridade da mãe (anos de estudo)					
Nenhuma	3 (1)	1 (1)	0 (-)	0 (-)	2 (5)
1 a 9	58 (33)	30 (37)	3 (14)	12 (33)	13 (33)
>9	117 (66)	51 (62)	18 (86)	24 (67)	24 (62)
Total	178 (100)	82 (100)	21 (100)	36 (100)	39 (100)
Esgotamento sanitário					
Outros*	18 (9)	3 (3)	1(4)	1 (3)	13 (31)
Fossa/rede	183 (91)	90 (97)	27 (96)	37 (97)	29 (69)
Total	201 (100)	93 (100)	28 (100)	38 (100)	42 (100)
Fonte de água					
Mineral	125 (60)	24 (25)	28 (100)	37 (93)	36 (80)
Outras fontes [†]	83 (40)	71 (75)	0 (0)	3 (7)	9 (20)
Total	208 (100)	95 (100)	28 (100)	40 (100)	45 (100)

AR: Aranha; CF: Córrego do Feijão; PC: Parque da Cachoeira; TJ: Tejuco; DP: desvio padrão; *cêu aberto/rio/lago; [†]poço/nascente/cisterna. Fonte: Projeto Brumadinho UFRJ.

ritório, tornando os fatores socioambientais importantes condicionantes e determinantes para a ocorrência de novos problemas sobre a saúde infantil.

As populações estudadas apontaram renda *per capita* média abaixo do salário mínimo atualmente vigente, e cerca de um terço das mães de todas as localidades, exceto de Córrego do Feijão, tem até o ensino fundamental. O alto percentual de consumo de água mineral (60%) é em razão do fornecimento desta pela mineradora responsável pelo desastre, destacando-se que em Aranha, onde não há fornecimento de água pela empresa, 75% da população cita

outras fontes, como poço, nascente ou cisterna. Esses dados indicam uma população em um cenário de maior precariedade econômica e social, ao qual se somou o impacto direto e indireto do desastre ambiental de 2019.

Nesse cenário de vulnerabilidade socioambiental^{18,19}, quase metade dos responsáveis contou ter observado alterações nas condições de saúde das crianças após a ocorrência do desastre. Os maiores percentuais de problemas de saúde relatados como diagnósticos médicos nos últimos 12 meses se referem principalmente a afecções respiratórias e na pele, com destaque para os quadros alé-

Tabela 2. Problemas de saúde relatados pelos responsáveis nos últimos 12 meses na população de estudo. Brumadinho (MG), Brasil, 2021.

Relatos	Total	PC	CF	TJ	AR
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Alterações de saúde					
Sim	75 (49)	21 (64)	10 (53)	19 (51)	25 (40)
Não	77 (51)	12 (36)	9 (47)	18 (49)	38 (60)
Total	152 (100)	33 (100)	19 (100)	37 (100)	63 (100)
Bronquite					
Sim	32 (15)	9 (23)	1 (3)	8 (17)	14 (14)
Não	182 (85)	30 (77)	28 (97)	40 (83)	84 (86)
Total	214 (100)	39 (100)	29 (100)	48 (100)	98 (100)
Rinite/sinusite					
Sim	43 (21)	9 (23)	4 (14)	11 (22)	19 (20)
Não	167 (79)	30 (77)	24 (86)	38 (78)	75 (80)
Total	210 (100)	39 (100)	28 (100)	49 (100)	94 (100)
Alergia respiratória					
Sim	32 (15)	14 (35)	4 (14)	6 (12)	8 (8)
Não	182 (85)	26 (65)	24 (86)	42 (88)	90 (92)
Total	214 (100)	40 (100)	28 (100)	48 (100)	98 (100)
Alergia de pele					
Sim	61 (29)	10 (26)	8 (29)	19 (39)	24 (24)
Não	153 (71)	29 (74)	20 (71)	30 (61)	74 (76)
Total	214 (100)	39 (100)	28 (100)	49 (100)	98 (100)
Infecção de pele					
Sim	22 (11)	8 (20)	0	9 (19)	5 (5)
Não	188 (89)	32 (80)	27 (100)	39 (81)	90 (95)
Total	210 (100)	40 (100)	27 (100)	48 (100)	95 (100)

PC: Parque da Cachoeira; CF: Córrego do Feijão; TJ: Tejuco; AR: Aranha.
Fonte: Projeto Brumadinho UFRJ. Dados coletados em julho de 2021.

Tabela 3. Resultados do teste de Denver II por localidade estudada.

Localidades (residual ajustado)	Denver normal n (%)	Denver risco n (%)	Total n (%)	Razão de proporção*
Aranha	59 (68) (2,6)	28 (32) (-2,6)	87 (100)	0
Tejuco	22 (51) (-1,0)	21 (49) (1,0)	43 (100)	1,51
Parque da Cachoeira	18 (50) (-1,0)	18 (50) (1,0)	36 (100)	1,55
Córrego do Feijão	12 (44) (-1,5)	15 (56) (1,5)	27 (100)	1,73
Total	111 (57)	82 (43)	193 (100)	-

*p=0,066 (χ^2 de Pearson).

Fonte: Projeto Brumadinho UFRJ. Dados coletados em julho de 2021.

Tabela 4. Concentrações urinárias de metais na população estudada por localidade em relação ao valor de referência.

	Total n=172 (%)	AR n=78 (%)	CF n=23 (%)	PC n=31 (%)	TJ n=40 (%)
As (¹⁰ μg/g)					
≤VR	100 (58)	39 (50)	14 (61)	22 (71)	25 (63)
>VR	72 (42)	39 (50)	9 (39)	9 (29)	15 (37)
Cd (¹² μg/g)					
≤VR	172 (100)	78 (100)	23 (100)	31(100)	40(100)
>VR	0	0	0	0	0
Hg (⁵ μg/g)					
≤VR	170 (99)	77 (99)	23 (100)	30 (97)	40 (100)
>VR	2 (1)	1 (1)	0	1 (3)	0
Mn (⁸ μg/L)					
≤VR	170 (99)	77 (99)	23 (100)	31(100)	39 (98)
>VR	2 (1)	1 (1)	0	0	1 (2)
Pb (^{1,7} μg/L)					
≤VR	149 (87)	69 (89)	21 (91)	29 (94)	30 (75)
>VR	23 (13)	9 (11)	2 (9)	2 (6)	10 (25)

AR: Aranha; CF: Córrego do Feijão; PC: Parque da Cachoeira; TJ: Tejuco; VR: valor de referência; As: arsênio total; Cd: cádmio; Pb: chumbo; Hg: mercúrio; Mn: manganês.

Fonte: Projeto Brumadinho UFRJ. Dados coletados em julho de 2021.

gicos. Essa informação coaduna-se com a maior exposição a poeiras decorrente das atividades de remediação do desastre, relatadas pelos moradores, de maneira particular em Parque da Cachoeira, onde a proporção de relatos de alergias respiratórias e a de infecções na pele são, respectivamente, quatro e três vezes mais frequente do que em Aranha. Adicionalmente, Aranha e Tejuco foram as localidades em que a percepção de aumento de poeira após o desastre foi menor quando comparada à das localidades de Córrego do Feijão e Parque da Cachoeira. Essas diferenças podem estar relacionadas ao fato de que essas áreas não foram diretamente impactadas pela poeira da lama de rejeitos. É importante observar que a população de Tejuco também apresenta relatos de infecções cutâneas três vezes mais frequentes do que a população de Aranha, o que também pode estar ligado à ausência de saneamento básico, referido por 31% da população.

Os resultados observados em relação aos padrões de neurodesenvolvimento na população estudada precisam ser analisados à luz das condições sanitárias vigentes nos dois últimos anos. Os anos de 2020 e 2021 foram marcados no Brasil e no mundo por medidas restritivas que visavam conter a transmissão da COVID-19. Com o distanciamento social, as crianças foram privadas do ambiente escolar e de atividades de lazer, ou seja, do processo de socialização com seus pares, essencial para o desenvolvimento de habilidades como a cooperação, negociação de conflitos, convivência com as diferenças. Além disso, a ausência do processo de aprendizagem formal promovido no ambiente escolar pode ter gerado impactos negativos no seu processo de crescimento e desenvolvimento. Estudos têm mostrado os efeitos negativos do sedentarismo provocado pela pandemia na saúde das crianças, especialmente no ganho de peso²⁰.

Toda a população estudada apresenta concentrações de arsênio detectáveis nas amostras de urina analisadas. Como não foi realizada a especificação da substância, as concentrações quantificadas na urina podem ser das formas orgânicas, cujas principais fontes de exposição estão relacionadas à dieta, e das formas inorgânicas, cujas fontes podem ser provenientes da atividade de mineração ou de origem geológica natural com contaminação de compartimentos ambientais²¹. A principal forma de exposição ao arsênio inorgânico é pela ingestão de água. Pelo menos metade das crianças com exposição excessiva a esse metal é residente de Aranha, localidade com alto consumo de outras fontes de água. Embora cerca de 10% da população tenha apresentado concentrações urinárias de chumbo acima do VR, para o estabelecimento da exposição excessiva a esse metal é necessária a mensuração de suas concentrações em sangue venoso²².

Os exames realizados identificaram uma situação de exposição, e não de intoxicação, aos metais analisados. O diagnóstico de intoxicação exige uma avaliação clínica de saúde completa, além dos exames laboratoriais e complementares necessários, no entanto chumbo e arsênio são metais tóxicos à saúde e ao desenvolvimento infantil. A exposição ao chumbo durante a gestação e nos primeiros dois anos de vida é amplamente associada com alterações nos desenvolvimentos neuromotor, social e cognitivo das crianças²³⁻²⁶. A exposição ao arsênio vem sendo investigada no tocante sua potencial ação tóxica sobre as vias metabólicas, assim como sobre o sistema nervoso²⁷.

Até o presente momento, não se conhecem os efeitos na saúde infantil dos impactos diretos e indiretos dos desastres ambientais no Brasil. Com o Projeto Brumadinho, pretende-se contribuir para a produção de evidências quanto aos efeitos da exposição aos resíduos de minério

dispersos no ambiente sobre a saúde e o desenvolvimento das crianças afetadas pelo rompimento da barragem do Córrego do Feijão, em Brumadinho. Em virtude de ser uma iniciativa de grande relevância para a saúde pública no contexto de um desastre ambiental de grandes proporções, o desenho de estudo caminha para uma coorte aberta, com inserção de novos participantes nas próximas avaliações (2022 e 2023).

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Gabinete. Apresentação do "Programa de Ações Integradas em Saúde de Brumadinho" [Internet]. 2020 [acessado em 10 abr. 2022]. Disponível em: http://www.minas.fiocruz.br/saudebrumadinho/assets/doc/carta_brumadinho_comunidade.pdf
2. Peixoto SV, Asmus CIRF. O desastre de Brumadinho e os possíveis impactos na saúde. *Cienc Cult* 2020; 72(2): 43-6. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200012>
3. Brasil. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. Cidades. Brumadinho [Internet]. 2022 [acessado em 14 mai. 2022]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>
4. Brasil. e-Gestor. Atenção Básica. Informação e Gestão da Atenção Básica. Cobertura da atenção básica [Internet]. 2020 [acessado em 14 mai. 2022]. Disponível em: <https://egestorab.saude.gov.br/paginas/acesoPublico/relatorios/reHistoricoCoberturaAB.xhtml>
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Orientações para avaliação de marcadores de consumo alimentar na atenção básica. Brasília: Ministério da Saúde; 2015 [Internet]. 2015 [acessado em 29 jun. 2022]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/marcadores_consumo_alimentar_atencao_basica.pdf
6. World Health Organization. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
7. Frankenburg WK, Dodds JB, Archer P, Bresnick B, Maschka P, Edelman N, et al. Manual Técnico DENVER II. Teste de triagem do desenvolvimento. São Paulo: Hogrefe; 2018.
8. Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento Científico de Pediatria do Desenvolvimento e Comportamento. Triagem precoce para autismo. Transtorno do espectro autista [Internet]. 2017 [acessado em 20 jun. 2022]. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/2017/04/19464b-DocCient-Autismo.pdf
9. Costa DS, Paula JJ, Malloy-Diniz LF, Romano-Silva MA, Miranda DM. Parent SNAP-IV rating of attention-deficit/hyperactivity disorder: accuracy in a clinical sample of ADHD, validity, and reliability in a Brazilian sample. *J Pediatr* 2019; 95(6): 736-43. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2018.06.014>
10. Mattos P, Serra-Pinheiro MA, Rohde LA, Pinto D. Apresentação de uma versão em português para uso no Brasil do instrumento MTA-SNAP-IV de avaliação de sintomas de transtorno do déficit de atenção/hiperatividade e sintomas de transtorno desafiador e de oposição. *Rev Psiquiatr Rio Gd Sul* 2006; 28(3): 290-7. <https://doi.org/10.1590/S0101-81082006000300008>
11. Bastos ACFH, Silva LP. Tonus e equilíbrio: os distúrbios psicomotores na visão da fisioterapia [monografia]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2007.
12. Fernandes AJA. Influência da capacidade equilibratória na performance. *Revista do Instituto Politécnico da Guarda. Educação e Tecnologia* 1992; 10: 1. [Internet]. [acessado em 15 jun. 2022]. Disponível em: <http://bdigital.ipg.pt/dspace/bitstream/10314/7913/revista%20N%C2%BA10%20-%20Fernandes%20%281992%29.pdf>
13. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67(2): 206-7. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>
14. Villela LD, Hurigil MGC, Cunha PVS. Avaliação clínica e prevenção de alterações do desenvolvimento neuropsicomotor no primeiro ano de vida [Internet]. 2017 [acessado em 30 jun. 2022]. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2018/09/Avalia%C3%A7%C3%A3o-cl%C3%ADnica-e-preven%C3%A7%C3%A3o-de-altera%C3%A7%C3%B5es-do-desenvolvimento-neuropsicomotor-no-primeiro-ano-de-vida.pdf>
15. Brasil. Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora No. 7 (NR-7) [Internet]. 2020 [acessado em 15 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-7-nr-7>
16. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Relevance to public health. In: Toxicological profile for manganese. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2012. p. 11-38 [Internet] 2012 [acessado em 29 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp151-c2.pdf>
17. Saravanabhavan G, Werry K, Walker M, Haines D, Malowany M, Khoury C. Human biomonitoring reference values for metals and trace elements in blood and urine derived from the Canadian Health Measures Survey 2007-2013. *Int J Hyg Environ Health* 2017; 220(2 Pt A): 189-200. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.10.006>
18. Freitas CM, Carvalho ML, Ximenes EF, Arraes EF, Gomes JO. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva* 2012; 17(6): 1577-86. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600021>
19. Silva MA, Freitas CM, Xavier DR, Romão AR. Sobreposição de riscos e impactos no desastre da Vale em Brumadinho. *Cienc Cult* 2020; 72(2): 21-8. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200008>
20. Linhares MBM, Enumo SRF. Reflexões baseadas na Psicologia sobre efeitos da pandemia COVID-19 no desenvolvimento

- infantil. *Estud Psicol (Campinas)* 2020; 37: e200089. <https://doi.org/10.1590/1982-0275202037e200089>
21. Chung JY, Yu SD, Hong YS. Environmental source of arsenic exposure. *J Prev Med Public Health* 2014; 47(5): 253-7. <https://doi.org/10.3961/jpmph.14.036>
 22. Centers for Disease Control and Prevention. National report on human exposure to environmental chemicals [Internet]. 2022 [acessado em 9 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/exposurereport/index.html>
 23. Centers for Disease Control and Prevention. Childhood lead poisoning prevention [Internet]. 2022 [acessado em 11 jul. 2022]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/nceh/lead/default.htm>
 24. Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect* 2005; 113(7): 894-9. <https://doi.org/10.1289/eph.7688>
 25. Bellinger DC. Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Curr Opin Pediatr* 2008; 20(2): 172-7. <https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e3282f4f97b>
 26. Liu J, Chen Y, Gao D, Jing J, Hu Q. Prenatal and postnatal lead exposure and cognitive development of infants followed over the first three years of life: a prospective birth study in the Pearl River Delta region, China. *Neurotoxicology* 2014; 44: 326-34. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2014.07.001>
 27. Tolins M, Ruchirawat M, Landrigan P. The developmental neurotoxicity of arsenic: cognitive and behavioral consequences of early life exposure. *Ann Glob Health* 2014; 80(4): 303-14. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.09.005>

ABSTRACT

Objective: To present the research protocol and to describe the preliminary results of the Bruminha Project. **Methods:** This project is part of the set of health actions proposed under the Brumadinho Health Project. It is a prospective cohort study with periodic follow-ups for four years. The eligible population was all children aged 0 to 6 years living in four rural communities of the affected municipality. Sociodemographic and health data were collected, as well as urinary samples, for assessment of exposure to metals. **Results:** In the first year of study, we evaluated 62% (217) of the eligible population and collected 172 (79%) valid urine samples. At least one metal was detected in all samples, and in 50.6% (n=87) of them, the metal concentration was higher than the reference value. In 38% (n=82) of the children, neuropsychomotor development was considered at risk. Report of respiratory allergy was four times (4.27) more frequent and of bronchitis 62% higher (1.62) in children living in locations exposed to dust from ore residues, compared to those living more than 10 km away from the site of the dam disaster. **Conclusion:** The study protocol was proven adequate to evaluate the proposed outcomes. The strategy used for population selection required adjustments regarding the long-term community awareness process, with new participants in the upcoming follow-ups (2022 and 2023).

Keywords: Environmental disasters. Cohort studies. Metals. Child health.

AGRADECIMENTOS: À população do município de Brumadinho, especialmente aos pais e responsáveis pelas crianças participantes do Projeto Bruminha, a confiança depositada na equipe de pesquisa. Nossos agradecimentos à Fundação Oswaldo Cruz, na pessoa do pesquisador Sergio Vianna Peixoto, a parceria no desenvolvimento deste estudo. Aos pesquisadores consultores da Universidade Federal de Minas Gerais e da Universidade Estadual de Campinas e à Secretaria Municipal de Saúde de Brumadinho.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Asmus, C.I.R.F.: Administração do projeto, Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Escrita – revisão e edição, Investigação, Metodologia, Obtenção de financiamento, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização. Santos, A.S.E.: Curadoria de dados, Escrita – primeira redação, Investigação, Metodologia, Software, Supervisão, Validação. Saraiva, R.D.S.: Curadoria de dados, Escrita – primeira redação,

FONTE DE FINANCIAMENTO: O Projeto Bruminha, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, conta com financiamento do Departamento de Ciência e Tecnologia (Decit) da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE) do Ministério da Saúde (MS) (Processo 25000.127551/2019-69).



© 2022 | A *Epidemiologia* é uma publicação da

Associação Brasileira de Saúde Coletiva - ABRASCO