



Número: **5095925-28.2020.8.13.0024**

Classe: **[CÍVEL] PROCEDIMENTO COMUM CÍVEL**

Órgão julgador: **2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte**

Última distribuição : **18/07/2020**

Valor da causa: **R\$ 2.000.000.000,00**

Processo referência: **50715214420198130024**

Assuntos: **Mineração, Brumadinho, Mariana**

Segredo de justiça? **NÃO**

Justiça gratuita? **NÃO**

Pedido de liminar ou antecipação de tutela? **NÃO**

| Partes | Advogados |
|--|---|
| DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (AUTOR) | |
| ESTADO DE MINAS GERAIS (AUTOR) | |
| | CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE (ADVOGADO) SERGIO PESSOA DE PAULA CASTRO (ADVOGADO) LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA (ADVOGADO) MARIO EDUARDO GUIMARAES NEPOMUCENO JUNIOR (ADVOGADO) |
| Ministério Público - MPMG (AUTOR) | |
| VALE S/A (RÉU/RÉ) | |
| | OCTAVIO BULCAO NASCIMENTO (ADVOGADO) FLAVIO MARCOS NOTINI DE CASTRO (ADVOGADO) WILSON FERNANDES PIMENTEL (ADVOGADO) MARCOS LUIZ DOS MARES GUIA NETO (ADVOGADO) ANA JULIA GREIN MONIZ DE ARAGAO (ADVOGADO) |

| Outros participantes | |
|--|--|
| DEFENSORIA PUBLICA DA UNIAO EM MINAS GERAIS (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| MINISTERIO PUBLICO DA UNIAO (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| Advocacia Geral do Estado (TERCEIRO INTERESSADO) | |
| | MARCUS VINICIUS PEREIRA DE CASTRO (ADVOGADO) MARCELO KOKKE GOMES (ADVOGADO) |
| PAULA DE MOREIRA GUIMARAES (TERCEIRO INTERESSADO) | |

| Documentos | | | |
|------------|--------------------|--|--------------------------|
| Id. | Data da Assinatura | Documento | Tipo |
| 9557398068 | 21/07/2022 21:26 | Relatório Final Subprojeto 37 | Manifestação |
| 9557397969 | 21/07/2022 21:26 | Relatório Final Subprojeto 37_Parte1 | Documento de Comprovação |
| 9557397970 | 21/07/2022 21:26 | Relatório Final Subprojeto 37_Parte2 | Documento de Comprovação |
| 9557397971 | 21/07/2022 21:26 | Relatório Final Subprojeto 37_Parte3 | Documento de Comprovação |

Exmo. Sr. Juiz da 2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte,

Autos nº 5095925-28.2020.8.13.0024

A Coordenação do Projeto Brumadinho-UFMG vem perante V. Exa. apresentar o **relatório final de atividades do Subprojeto nº 37**, que teve por objeto **“Avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão”**, e foi Coordenado pela **Professora Doutora Andréa Maria Duarte Vargas**, do Departamento de Odontologia Social e Preventiva da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Os quesitos apresentados pelas partes e a prestação de contas pela FUNDEP constam em anexo do relatório.

Em função do dever de sigilo e discricção no tratamento das informações relacionadas ao processo, junta-se com sigilo, para que seja tornado público conforme juízo de conveniência e oportunidade de V. Exa.

Termos em que pedem juntada, seguindo à disposição para eventuais esclarecimentos que se julgar necessários.

Belo Horizonte, 21 de julho de 2022.



Fabiano Teodoro Lara
Ricardo Machado Ruiz
Coordenação do Projeto Brumadinho-UFMG





Universidade Federal de Minas Gerais

Subprojeto nº 37
Condições de Saúde da População I

Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão

RELATÓRIO FINAL

COORDENAÇÃO
Profa. Andréa Maria Duarte Vargas
Coordenação Geral

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão



Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão

Equipe

COORDENAÇÃO

Profa. Andréa Maria Duarte Vargas
Coordenação Geral

PESQUISADORES

**Cosme Marcelo Furtado
Passos da Silva**
Professor Pesquisador

**Flávio Vinícius Diniz de
Figueiredo**
Professor Pesquisador

**Raquel Conceição
Ferreira**
Professora Pesquisadora

Sandhi Maria Barreto
Professora Pesquisadora

Taynãna César Simões
Professora Pesquisadora

BOLSISTAS

**Guilherme Bezerra dos
Santos**
Estudante de Iniciação
Científica

**Lucas Mariani Paiva
Caldeira Brant**
Estudante de Iniciação
Científica

**Luciene Fátima Fernandes
Almeida**
Estudante de Doutorado



Índice

| | |
|---|----|
| Quadros..... | 8 |
| Tabelas..... | 9 |
| Figuras | 13 |
| Lista de siglas | 21 |
| Introdução..... | 24 |
| Sumário Executivo | 25 |
| Executive summary | 32 |
| Sumario ejecutivo | 39 |
| 1. Apresentação geral do Subprojeto..... | 47 |
| 2. Objeto e objetivos..... | 48 |
| 2.1. Objeto..... | 48 |
| 2.2. Objetivos | 48 |
| 2.2.1. Objetivo geral | 48 |
| 2.2.2. Objetivos específicos | 48 |
| 3. Revisão da literatura..... | 50 |
| 3.1. Desastres – Uma breve conceituação..... | 50 |
| 3.2. O desastre do rompimento da Barragem I da Mina “Córrego do Feijão” | 51 |
| 3.3. Potencial impacto de desastres ambientais na saúde da população | 53 |
| 3.3.1. Doenças infecciosas e parasitárias..... | 54 |
| 3.3.2. Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | 55 |
| 3.3.3. Transtornos mentais..... | 56 |
| 3.3.4. Doenças do aparelho circulatório | 57 |
| 3.3.5. Eventos respiratórios, cutâneos e oftálmicos..... | 59 |
| 3.3.6. Doenças do aparelho geniturinário | 60 |
| 3.3.7. Afecções do período perinatal | 61 |
| 3.3.8. Causas externas - Intoxicação exógena | 61 |
| 3.3.9. Causas externas – Violência interpessoal e autoprovoada..... | 63 |
| 3.3.10. Mortalidade..... | 64 |
| 3.4. Sistemas de Informação em Saúde e o monitoramento do impacto de desastres ambientais | 65 |
| 3.4.1. Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM..... | 66 |
| 3.4.2. Sistema de Informação Hospitalar – SIH | 67 |
| 3.4.3. Sistema de Informação de Nascidos Vivos – SINASC | 67 |
| 3.4.4. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN | 67 |
| 3.5. Condições sociodemográficas e vulnerabilidade a desastres ambientais | 68 |
| 4. Métodos..... | 70 |



| | | |
|--------|---|-----|
| 4.1. | Região de Estudo | 70 |
| 4.1.1. | Região de referência (municípios diretamente afetados) | 70 |
| 4.1.2. | Municípios controle | 70 |
| 4.2. | Doenças e condições de saúde selecionadas | 75 |
| 4.3. | Indicadores socioeconômicos e ambientais | 79 |
| 4.4. | Indicadores demográficos | 82 |
| 4.5. | Indicadores de morbimortalidade | 83 |
| 4.6. | Sistemas de informação DATASUS | 87 |
| 4.7. | Análise dos dados | 87 |
| 5. | Descrição dos indicadores socioeconômicos e ambientais | 103 |
| 6. | Descrição das taxas de mortalidade materna e infantil e de mortalidade proporcional por causas | 122 |
| 7. | Associação global do período de rompimento com a taxa de mortalidade padronizada por idade | 125 |
| 7.1. | Associação do período de rompimento com a taxa de mortalidade padronizada: efeitos do sexo, grupos de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais | 130 |
| 7.1.1. | Algumas doenças infecciosas e parasitárias (Capítulo I) | 130 |
| 7.1.2. | Doenças da pele e do tecido subcutâneo (Capítulo XII) | 132 |
| 7.1.3. | Doenças do aparelho geniturinário (Capítulo XIV) | 134 |
| 7.1.4. | Causas externas – Acidentes de transporte (CID-10: V01 a V99) | 136 |
| 7.1.5. | Causas externas – Homicídio (CID-10: X85 a Y09) | 138 |
| 7.1.6. | Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada (CID-10: Y10-Y34) | 140 |
| 8. | Associação global do período de rompimento com a taxa de internação hospitalar..... | 142 |
| 8.1. | Associação do período de rompimento com a taxa de internação hospitalar: efeitos do sexo, grupo de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais | 149 |
| 8.1.1. | Doenças do Aparelho Geniturinário (Capítulo XIV) | 149 |
| 8.1.2. | Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas (Capítulo XIX) | 151 |
| 8.1.3. | Leishmaniose Tegumentar Americana | 153 |
| 8.1.4. | Dengue..... | 155 |
| 9. | Associação global do período de rompimento com agravos selecionados de notificação compulsória | 157 |
| 9.1. | Associação do período de rompimento com a notificação de agravos selecionados: efeitos do sexo, grupo de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais..... | 160 |
| 9.1.1. | Dengue..... | 160 |
| 9.1.2. | Malária..... | 162 |
| 9.1.3. | Tuberculose | 164 |
| 10. | Considerações gerais sobre a associação do período de rompimento com a mortalidade, internação hospitalar e notificação de agravos selecionados..... | 166 |



| | |
|--|-----|
| 11. Análise espacial para a taxa de mortalidade segundo causas selecionadas e agrupadas nos capítulos da CID-10..... | 171 |
| 11.1. Algumas doenças infecciosas e parasitárias (Capítulo I)..... | 171 |
| 11.2. Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas (Capítulo IV)..... | 175 |
| 11.3. Transtornos mentais e comportamentais (Capítulo V)..... | 178 |
| 11.4. Doenças do aparelho circulatório (Capítulo IX)..... | 182 |
| 11.5. Doenças do aparelho respiratório (Capítulo X)..... | 185 |
| 11.6. Doenças da pele e do tecido subcutâneo (Capítulo XII)..... | 189 |
| 11.7. Doenças do aparelho geniturinário (Capítulo XIV)..... | 192 |
| 11.8. Algumas afecções originadas no período perinatal (Capítulo XVI)..... | 195 |
| 11.9. Causas externas de morbidade e mortalidade (Capítulo XX)..... | 198 |
| 12. Análise espacial para taxa de internação hospitalar por causas selecionadas específicas e agrupadas nos capítulos da CID-10..... | 202 |
| 12.1. Doenças do Aparelho Geniturinário (Capítulo XIV)..... | 203 |
| 12.2. Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas (Capítulo XIX)..... | 206 |
| 12.3. Leishmaniose Tegumentar Americana..... | 210 |
| 12.4. Dengue..... | 213 |
| 13. Análise espacial para agravos de notificação compulsória selecionados..... | 216 |
| 13.1. Dengue..... | 217 |
| 13.2. Malária..... | 220 |
| 13.3. Tuberculose..... | 223 |
| 14. Síntese de resultados e avaliação de impacto..... | 227 |
| 15. Considerações finais..... | 231 |
| Referências..... | 237 |
| APÊNDICE A – Seleção de causas básicas de morte – SIM..... | 251 |
| APÊNDICE B – Seleção de diagnósticos principais de internação hospitalar – SIH..... | 260 |
| APÊNDICE C – Seleção de agravos de notificação – SINAN..... | 266 |
| APÊNDICE D – Maiores diferenças positivas entre taxas de mortalidade..... | 267 |
| APÊNDICE E – Medidas sumárias para taxas de mortalidade padronizadas por idade..... | 269 |
| APÊNDICE F – Número absoluto de óbitos..... | 274 |
| APÊNDICE G – Maiores diferenças positivas das taxas de internação hospitalar..... | 275 |
| APÊNDICE H – Medidas sumárias para taxas de internação hospitalar..... | 276 |
| APÊNDICE I – Número absoluto de internações hospitalares..... | 282 |
| APÊNDICE J – Maiores diferenças positivas das taxas de notificação..... | 285 |
| ANEXO I - Resposta aos quesitos formulados pelas partes..... | 287 |
| I.1 – Resposta aos quesitos formulados pela VALE 1 – 24/09/2020..... | 287 |



| | |
|---|-----|
| I.2 – Resposta aos quesitos formulados pela VALE 2 – Acerto da metodologia do projeto – 23/09/2020 - UFLA | 313 |
| I.3 – Resposta aos quesitos formulados pelo MPMG – Análise das chamadas - Análise da AECOM – 22/9/20..... | 322 |
| I.4 – Resposta aos quesitos formulados pelo Estado de MG – 29/09/20..... | 332 |
| I.5 – Resposta aos quesitos formulados por MPMG e Defensoria Pública – 9/10/20..... | 335 |
| ANEXO II – Resumo do projeto em linguagem acessível..... | 340 |
| ANEXO III – Relatório financeiro da FUNDEP..... | 343 |



Quadros

| | |
|--|-----|
| Quadro 1, “Municípios selecionados de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo (municípios diretamente afetados), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem) do estado de Minas Gerais” | 71 |
| Quadro 2, “Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte de informação disponível” | 78 |
| Quadro 3, “Indicadores socioeconômicos selecionados” | 80 |
| Quadro 4, “Fórmula para o cálculo dos indicadores de morbimortalidade” | 86 |
| Quadro 5, “Síntese dos resultados do Índice de Moran Local dos indicadores socioeconômicos e ambientais para o conjunto dos 100 municípios avaliados” | 119 |
| Quadro 6, “Mortalidade, Internações e Notificações no SINAN que apresentaram aumento estatisticamente significativo (SMR ou RT>1,00; p<0,05) no ano pós-rompimento de acordo com o Sistema de Informação e a causa analisada” | 227 |



Tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabela 1, “Número absoluto de notificações e de duplicidades de agravos do Sistema de Agravos de Notificação (SINAN) de acordo com o período pré- e pós-rompimento. 2013-2019” | 90 |
| Tabela 2, “Medidas sumárias dos indicadores socioeconômicos de acordo com o conjunto de municípios avaliados” | 105 |
| Tabela 3, “Valores médios dos indicadores de mortalidade conforme período e grupos de municípios. 2010-2019” | 123 |
| Tabela 4, “Número de óbitos maternos e infantis conforme período e grupos de municípios. 2010-2019” | 123 |
| Tabela 5, “Mortalidade proporcional por seleção de causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes, conforme período e grupos de municípios estudados. 2010-2019” | 125 |
| Tabela 6, “Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto de 100 municípios estudados e estimativas de <i>Standardized Mortality Ratio</i> (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para capítulos da CID-10 avaliados” | 129 |
| Tabela 7, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 130 |
| Tabela 8, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 131 |
| Tabela 9, “Razão de mortalidade padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 132 |
| Tabela 10, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 133 |



| | |
|--|-----|
| Tabela 11, “Razão de mortalidade padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 134 |
| Tabela 12, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 135 |
| Tabela 13, “Razão de mortalidade padronizada (SMR) para “Causas externas – Acidentes de Transporte” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 136 |
| Tabela 14, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para “Causas externas – Acidentes de transporte” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 137 |
| Tabela 15, “Razão de mortalidade padronizada (SMR) para “Causas externas – Homicídio” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 138 |
| Tabela 16, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para “Causas externas – Homicídio” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 139 |
| Tabela 17, “Razão de mortalidade padronizada (SMR) para “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 140 |
| Tabela 18, “Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 141 |
| Tabela 19, “Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%)” | 148 |
| Tabela 20, “Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” ajustado por sexo ou grupo de municípios” | 150 |
| Tabela 21, “Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 151 |



| | |
|---|-----|
| Tabela 22, “Razão de Taxas (RT) de internações por diagnósticos principais do Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 152 |
| Tabela 23, “Razão de Taxas (RT) de internações por diagnósticos principais do Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 153 |
| Tabela 24, “Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 154 |
| Tabela 25, “Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 155 |
| Tabela 26, “Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Dengue” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 156 |
| Tabela 27, “Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Dengue” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 157 |
| Tabela 28, “Medidas sumárias para a taxa de notificação de agravos nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de Razão de Taxas (RT) e (Intervalo de Confiança de 95%) para agravos avaliados” | 159 |
| Tabela 29, “Razão de Taxas (RT) de notificação de “Dengue” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 160 |
| Tabela 30, “Razão de Taxas (RT) de notificação de “Malária” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 161 |
| Tabela 31, “Razão de Taxas (RT) de notificação de “Malária” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 162 |
| Tabela 32, “Razão de Taxas (RT) de notificação de “Malária” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” | 163 |
| Tabela 33, “Razão de Taxas (RT) de notificação de casos novos de “Tuberculose” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos” | 164 |



Tabela 34, “Razão de Taxas (RT) de notificação de casos novos de “Tuberculose” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados” 165

Tabela 35, “Associação do rompimento da barragem com a taxa de mortalidade padronizada (SIM), taxa de internação hospitalar (SIH) e taxa de notificação de agravos (SINAN) após ajuste para sexo, grupo de municípios ou indicadores socioeconômicos e ambientais” 168



Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1, “Localização da região de estudo no território brasileiro. Brasil, 2010” | 73 |
| Figura 2, “Municípios selecionados de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo (municípios diretamente afetados – em amarelo), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem – em laranja) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem – em vermelho) do estado de Minas Gerais, 2010” | 73 |
| Figura 3, “Região de estudo com nomes dos municípios diretamente afetados (em amarelo), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem – em laranja) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem – em vermelho) do estado de Minas Gerais, 2010” | 74 |
| Figura 4, “Potenciais efeitos sobre à saúde devido aos impactos e riscos causados por desastres de rompimento de barragem de contenção de rejeitos” | 76 |
| Figura 5, “Metodologia utilizada para a análise dos dados” | 87 |
| Figura 6, “Etapa intermediária da construção da base de dados padronizada do banco de dados do SIM” | 92 |
| Figura 7, “Base de dados do SIM na versão final de taxas padronizadas por idade conforme causas básicas (a) e causas básicas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes (b)” | 93 |
| Figura 8, “Base de dados do SIH na versão final de taxas de internação hospitalar conforme diagnóstico principal específico (a) e diagnósticos principais agrupados segundo capítulos da CID-10 correspondentes (b)” | 94 |
| Figura 9, “Base de dados do SINAN na versão final de taxas de notificação de agravos específicos avaliados” | 94 |
| Figura 10, “Representação da matriz de vizinhança para todos os municípios avaliados” | 101 |
| Figura 11, “Representação da matriz de vizinhança para municípios afetados, municípios vizinhos de primeira ordem e municípios vizinhos de segunda ordem” | 102 |
| Figura 12, “Distribuições das dimensões educação e saúde do Índice Mineiro de Responsabilidade Social para os municípios avaliados, 2018” | 106 |



| | |
|---|-----|
| Figura 13, “Distribuições do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (2018) – dimensão saneamento e meio ambiente – e do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) para os municípios avaliados” | 107 |
| Figura 14, “Distribuições do Índice de Gini e da razão de renda, para os municípios avaliados, 2010” | 108 |
| Figura 15, “Distribuições de proporção de pessoas com baixa renda e da proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda para os municípios avaliados, 2010” | 109 |
| Figura 16, “ <i>Boxplots</i> e mapas com a distribuição espacial e temporal do Produto Interno Bruto <i>per capita</i> para os municípios avaliados. 2010-2018” | 110 |
| Figura 17, “ <i>Boxplots</i> e mapas com a distribuição espacial e temporal do percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único para os municípios avaliados. 2014-2019” | 111 |
| Figura 18, “ <i>Boxplots</i> e mapas com a distribuição espacial e temporal da taxa de emprego no setor formal para os municípios avaliados. 2010-2019” | 112 |
| Figura 19, “Índices de Moran Local para as dimensões de educação e saúde do Índice Mineiro de Responsabilidade Social nos municípios avaliados, 2018” | 113 |
| Figura 20, “Índices de Moran Local para a dimensão de saneamento e meio ambiente do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (2018) e para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) nos municípios avaliados” | 114 |
| Figura 21, “Índices de Moran Local para o Índice de Gini (2010) e para razão de renda nos municípios avaliados, 2010” | 115 |
| Figura 22, “Índices de Moran Local para proporção de pessoas com baixa renda e proporção de crianças em situação de baixa renda nos municípios avaliados, 2010” | 116 |
| Figura 23, “Índices de Moran Local para Produto Interno Bruto <i>per capita</i> e para a taxa de emprego no setor formal nos municípios avaliados, 2018” | 117 |
| Figura 24, “Índices de Moran Local para percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único nos municípios avaliados, 2018” | 118 |
| Figura 25, “Matriz de correlação com os coeficientes de correlação de <i>Spearman</i> para os indicadores socioeconômicos e ambientais” | 121 |
| Figura 26, “Diagrama de dispersão dos coeficientes de correlação de <i>Spearman</i> para os indicadores socioeconômicos e ambientais” | 122 |



| | |
|--|-----|
| Figura 27, “Diferenças para taxas de mortalidade materna e infantil” | 124 |
| Figura 28, “Maiores diferenças entre as taxas de mortalidade brutas (a) e padronizadas por idade (b) observadas no ano de 2019 e as taxas médias de mortalidade brutas e padronizadas relativas ao período 2010-2018 para a população geral segundo o grupo de municípios estudados” | 126 |
| Figura 29, “Maiores diferenças entre as taxas de internação hospitalar no ano de 2019 e as taxas de internação hospitalar relativas ao período 2010-2018 para a população geral segundo o grupo de municípios estudados” | 143 |
| Figura 30, “Maiores diferenças entre as taxas de notificação de agravos (taxa/100.000 habitantes) no ano de 2019 e as taxas de notificação relativas ao período 2013-2018 para a população geral segundo o grupo de municípios estudados (a – análises com a inclusão do agravo “Dengue” e b – análise sem a inclusão do agravo “Dengue”)” | 158 |
| Figura 31, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 172 |
| Figura 32, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 173 |
| Figura 33, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes (($P(SMR > 1) > 0,80$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I ‘Algumas doenças infecciosas e parasitárias’” | 174 |
| Figura 34, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 175 |
| Figura 35, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 176 |
| Figura 36, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes (($P(SMR > 1) > 0,80$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV ‘Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas’” | 178 |



- Figura 37, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 179
- Figura 38, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 180
- Figura 39, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” 181
- Figura 40, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 182
- Figura 41, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” selecionadas para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 183
- Figura 42, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” 185
- Figura 43, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 186
- Figura 44, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 187
- Figura 45, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” 188
- Figura 46, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 189



- Figura 47, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 190
- Figura 48, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII ‘Doenças da pele e do tecido subcutâneo’” 192
- Figura 49, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 193
- Figura 50, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 194
- Figura 51, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV ‘Doenças do aparelho geniturinário’” 195
- Figura 52, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 196
- Figura 53, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 197
- Figura 54, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI ‘Algumas afecções originadas no período perinatal’” 198
- Figura 55, “Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” 199



| | |
|---|-----|
| Figura 56, “Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 200 |
| Figura 57, “Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX ‘Causas externas de morbidade e mortalidade’” | 202 |
| Figura 58, “Mapa das taxas anuais de internação por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 203 |
| Figura 59, “Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 204 |
| Figura 60, “Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT>1)>0,80)$) para internações por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” (esquerda) e RT adicional estatisticamente significativa após o rompimento (direita)” | 206 |
| Figura 61, “Mapa das taxas anuais de internação por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 207 |
| Figura 62, “Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 208 |
| Figura 63, “Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT>1)>0,80)$) para internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” (esquerda) e risco adicional significativo após o rompimento (direita)” | 210 |
| Figura 64, “Mapa das taxas anuais de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 211 |



| | |
|--|-----|
| Figura 65, “Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para “Leishmaniose Tegumentar Americana” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 212 |
| Figura 66, “Mapa das Razões de Taxas estimadas e estatisticamente significantes ((P(RT>1)>0,80) por ‘Leishmaniose Tegumentar Americana’” | 213 |
| Figura 67, “Mapa das taxas anuais de internação hospitalar por “Dengue” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 214 |
| Figura 68, “Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para “Dengue” na população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 215 |
| Figura 69, “Mapa das Razões de Taxas (RT) médias estimadas e estatisticamente significantes ((P(RT>1)>0,80) para internações por “Dengue” (esquerda) e risco adicional estatisticamente significativo após o rompimento (direita)” | 216 |
| Figura 70, “Mapa da taxa de notificação de casos de “Dengue” para a população geral de cada município no período de 2013 a 2019” | 217 |
| Figura 71, “Mapa da taxa de notificação de casos (a) e Índices de Moran Local (b) para “Dengue” na população geral nos períodos pré- (2013-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 219 |
| Figura 72, “Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ((P(RT>1)>0,80) para notificação de ‘Dengue’” | 220 |
| Figura 73, “Mapa da taxa da notificação de casos de “Malária” para a população geral de cada município no período de 2013 a 2019” | 221 |
| Figura 74, “Mapa da taxa de notificação de casos (a) e Índices de Moran Local (b) para “Malária” para a população geral nos períodos pré- (2013-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” | 222 |
| Figura 75, “Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ((P(RT>1)>0,80) para notificação por ‘Malária’” | 223 |
| Figura 76, “Mapa da taxa de notificação de casos novos de “Tuberculose” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019” | 224 |



Figura 77, “Mapa da taxa de notificação de casos novos (a) e Índices de Moran Local (b) para “Tuberculose” na população geral nos períodos pré- (2013-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem” 225

Figura 78, “Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes (($P(RT > 1) > 0,80$) para notificação de casos novos de “Tuberculose”” 226



Lista de siglas

| | |
|----------------|---|
| AIH | Autorização de Internação Hospitalar |
| ANS | Agência Nacional de Saúde |
| BN | Binomial Negativa |
| CAR | <i>Conditional Autoregressive Model</i> |
| CID-10 | 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças |
| CV | Coefficiente de Variação |
| DATASUS | Departamento de Informática do SUS |
| DCNT | Doenças Crônicas Não Transmissíveis |
| DIC | <i>Deviance Information Criterium</i> |
| DNV | Declaração de Nascido Vivo |
| DO | Declaração de Óbito |
| DRSAI | Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado |
| DP | Desvio-padrão |
| FJP | Fundação João Pinheiro |
| FUNDEP | Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa |
| GLM | <i>Generalized Linear Models</i> |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IC 95% | Intervalo de Confiança de 95% |
| IDHM | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal |
| IGAM | Instituto Mineiro de Gestão das Águas |
| IMRS | Índice Mineiro de Responsabilidade Social |
| INLA | <i>Integrated Nested Laplace Approximations</i> |
| IRC | Insuficiência Renal Crônica |
| IVS | Índice de Vulnerabilidade da Saúde |
| LISA | <i>Local Indicators of Spatial Autocorrelation</i> |
| MG | Minas Gerais |
| MP | Material Particulado |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| PIB | Produto Interno Bruto |



| | |
|----------------|--|
| PNS | Pesquisa Nacional de Saúde |
| RT | Razão de Taxas |
| SES/MG | Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais |
| SIH | Sistema de Informação Hospitalar |
| SIM | Sistema de Informação sobre Mortalidade |
| SM | Salário Mínimo |
| SMR | <i>Standardized Mortality Ratio</i> |
| SINAN | Sistema de Informação de Agravos de Notificação |
| SINASC | Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos |
| SUS | Sistema Único de Saúde |
| UFMG | Universidade Federal de Minas Gerais |
| VIGITEL | Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico |



Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos à equipe do Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG, pelo apoio constante durante a execução do Subprojeto 37.



Introdução

Em 25 de janeiro de 2019, rompeu-se a Barragem I da Mina “Córrego do Feijão”, em Brumadinho, Minas Gerais. O fato ocasionou a morte e desaparecimento de 270 pessoas, além de uma série de consequências e impactos pessoais, sociais, ambientais, econômicos e em patrimônios por longa extensão territorial, em especial na Bacia do Rio Paraopeba.

Em função do rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”, foram ajuizadas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte. No âmbito desses processos judiciais foi concebido o “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão”, aprovado em audiência e consolidado mediante o Termo de Cooperação Técnica nº 037/19, firmado entre a UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

Para viabilizar suas atividades, em 20/05/2020 o Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG publicou a Chamada Pública número 37/2020, que teve por objeto as Condições de Saúde da População. No âmbito dessa Chamada 37/2020, foi selecionado, aprovado pelo juízo e contratado por intermédio da FUNDEP o SUBPROJETO 37, coordenado pela Professora Doutora Andréa Maria Duarte Vargas, do Departamento de Odontologia Social e Preventiva da Faculdade de Odontologia da UFMG.

O presente relatório consiste na atividade final desse SUBPROJETO 37.

É importante que seja esclarecido que a pesquisa desenvolvida nesse SUBPROJETO 37 tem por objeto o “Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão”. Por esse motivo, as conclusões científicas desse relatório referem-se apenas ao seu objeto e apresentam as limitações dos métodos utilizados, sendo tecnicamente inadequadas extrapolações para além desses limites.



Sumário Executivo

Introdução

Um dos mais graves desastres em barragens de rejeitos de minério no mundo ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019 no Brasil. O local foi a cidade de Brumadinho, Minas Gerais, região Sudeste do país. O desastre foi o rompimento da barragem de rejeitos de minério, denominada Mina “Córrego do Feijão”, da Companhia Vale S.A. A onda com cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos úmidos de minério de ferro vazou e atingiu, em poucos segundos, a área administrativa da empresa. No percurso, o rejeito afetou residências, áreas de criações de animais e plantações da população local. Os rejeitos alcançaram o vale do Córrego do Feijão invadindo o deságue dos córregos adjacentes até o leito do Rio Paraopeba com impactos nos municípios localizados nas proximidades da bacia hidrográfica do rio.

As perdas humanas, como consequência direta do desastre, totalizaram 262 óbitos e 6 pessoas permanecem desaparecidas. Além disso, um impacto imediato na saúde física e psicossocial das pessoas e consequências ambientais, econômicas e sociais nas áreas próximas à barragem podem ser esperadas, uma vez que o desastre pode alterar as condições de vida, de saúde e dos ecossistemas em médio e longo prazo. Conforme relatório do Ministério da Saúde, a saúde é afetada diretamente pelo contato da população com a lama de rejeitos, com água contaminada ou com a poeira resultante da lama seca, e indiretamente pela perda de bens materiais e seu consequente impacto financeiro e psicológico, pelo comprometimento no abastecimento de água, redução ou inviabilização de meios de subsistência como pesca e agricultura, além das atividades de lazer.

Estudos epidemiológicos revelam impacto de desastres ambientais na morbimortalidade da população, tanto por doenças infecciosas quanto por doenças crônicas não transmissíveis. São observados crescimento de doenças infecciosas e virais de veiculação hídrica, que são transmitidas por vetores, aumento da mortalidade geral, bem como de internações por doenças crônicas não transmissíveis como a doença cardiovascular e o acidente vascular cerebral. Tais impactos têm sido explicados pelo efeito sinérgico sobre a saúde do estresse físico e psicológico decorrente das perdas humanas e materiais, agravado pelo colapso do sistema de saúde pós-desastre.



A epidemiologia de desastres se insere neste contexto, pois se refere ao estudo e monitoramento dos efeitos e impactos de desastres ambientais sobre a saúde das populações afetadas. Os resultados destas investigações contribuem para a avaliação de necessidades das populações afetadas pelo desastre, o planejamento do uso eficiente de recursos conforme as necessidades observadas, a prevenção de efeitos adversos adicionais à saúde, a avaliação da efetividade das ações de mitigação e o planejamento para lidar com novas catástrofes. Assim, o conhecimento epidemiológico dos processos de adoecimento e morte, e dos diferentes tipos de traumas e doenças causadas por desastres ambientais é essencial para subsidiar e avaliar o uso apropriado e efetivo de recursos públicos para mitigar os seus impactos na saúde, incluindo os recursos humanos, rede de serviços, e intervenções para promoção e prevenção de doenças e agravos.

Objetivos

Este projeto teve como objetivo geral avaliar diferenças no perfil epidemiológico de morbimortalidade entre os períodos pré- e pós-rompimento da barragem de rejeitos de minério na Mina “Córrego do Feijão” na população dos municípios afetados e dos municípios controles localizados no entorno dos municípios afetados, no período de 2010 a 2019 (10 anos); avaliar o padrão e heterogeneidade geográfica de morbimortalidade nos períodos pré- e pós-rompimento e investigar associações entre fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais na morbimortalidade na região de estudo.

Análises e Achados

O presente estudo tem um desenho do tipo ecológico. Unidades de análise espaciais foram os municípios e unidades temporais foram o ano de notificação dos óbitos, internações ou agravos específicos. A região de estudo abrangeu 100 municípios, sendo estes divididos em 19 municípios diretamente afetados, 40 municípios vizinhos de 1ª ordem (aqueles territorialmente adjacentes aos municípios de diretamente afetados) e 41 municípios vizinhos de 2ª ordem (aqueles territorialmente adjacentes aos de 1ª ordem).

Foram investigados os agravos notificados como causas básicas de óbito no Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), causas básicas de internação hospitalar no Sistema de Informação Hospitalar (SIH) e agravos notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e que utilizam a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10). A seleção dos agravos baseou-se nos problemas de saúde listados na Chamada



Pública Interna Induzida nº. 37/2020, na Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado e na potencial relação causal entre desastres ambientais e doenças. Foram selecionadas causas básicas de óbito e internação ou agravos específicos dos Capítulos I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias; IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas; V – Transtornos mentais e comportamentais; VII – Doenças do olho e anexos, IX – Doenças do aparelho circulatório; X – Doenças do aparelho respiratório; XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo; XIV – Doenças do aparelho geniturinário; e XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal. Causas externas de mortalidade foram avaliadas por meio de agravos selecionados do Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade. Causas externas de internação hospitalar foram investigadas a partir de agravos do Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas e Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade. Além disso, avaliamos as mortes por todas as causas listadas entre os Capítulos I e XX do CID-10 e todas as causas naturais de morte listadas nos Capítulos I a XIX. Também avaliamos internações por todas as causas listadas entre os Capítulos I e XX do CID-10 e internações por todas as condições clínicas listadas nos Capítulos I a XVIII. Por fim, também foi investigada a notificação dos seguintes agravos: cólera, dengue, doença de Chagas aguda, esquistossomose, febre amarela, febre tifoide, hepatites virais, intoxicação exógena, leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana, leptospirose, malária, tuberculose, e violência interpessoal/autoprovocada.

Os principais indicadores de morbimortalidade avaliados no presente projeto foram: taxa de mortalidade geral padronizada por idade e segundo o sexo; taxa de mortalidade por causas naturais padronizada por idade e segundo sexo; taxa de mortalidade por causas externas padronizada por idade e segundo sexo; taxa de mortalidade por causas específicas selecionadas e agrupadas em capítulos da CID-10 correspondentes; taxa de internação hospitalar por todas as causas; taxa de internação hospitalar por causas clínicas; taxa de internação hospitalar por lesões, envenenamentos e outras consequências de causas externas; taxa de internação hospitalar por causas específicas selecionadas e agrupadas em capítulos da CID-10 correspondentes e taxa de notificação por agravos específicos.

O período de avaliação foi dividido em pré e pós-rompimento da barragem de rejeitos. Óbitos observados e esperados e as internações hospitalares no período de 2010 a 2019 foram agregados em dois períodos: pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019) a fim



de avaliar o efeito do rompimento nas taxas de morbimortalidade. Da mesma forma, agravos específicos avaliados no SINAN entre os anos de 2013 a 2019 foram agrupados nos períodos pré-rompimento (2013-2018) e pós-rompimento (2019). No período pré-rompimento, foram somados os óbitos esperados ou observados/internações/notificações e a população residente de cada município, sendo obtida a taxa média de morbimortalidade para este período. Desta forma, a taxa média de morbimortalidade no período pré-rompimento e a taxa de morbimortalidade no ano pós-rompimento da barragem foram comparadas supondo-se homogeneidade tanto entre os municípios quanto entre os anos incluídos no período pré-rompimento.

Potenciais fatores de confusão foram: sexo, grupo de municípios (diretamente afetados – Grupo 1; vizinhos de 1ª ordem – Grupo 2; vizinhos de 2ª ordem – Grupo 3) e indicadores socioeconômicos e ambientais. Especificamente, os indicadores socioeconômicos e ambientais foram: dimensões de saúde, educação e saneamento e meio ambiente do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) em sua versão mais recente (2018); Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM (2010); Índice de Gini (2010); proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (2010); proporção de pessoas com baixa renda (2010); razão de renda (2010); Produto Interno Bruto *per capita* (2018); percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município (2018); e taxa de emprego no setor formal (2018).

A associação global isolada do período de rompimento da barragem com os indicadores de morbimortalidade foi avaliada por meio de Modelos Lineares Generalizados. Para dados do SIM, a variável resposta foi o conjunto de causas básicas de óbito totais, por causas naturais ou externas, além das específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes, sendo o termo *offset* dos modelos o logaritmo natural do número de óbitos esperado para os mesmos agrupamentos citados, obtendo-se a Razão de Mortalidade Padronizada (SMR). Para dados do SIH, a variável resposta foi o conjunto de diagnósticos principais de internação por todas as causas, causas clínicas ou externas, além dos diagnósticos principais agrupados segundo capítulos da CID-10 correspondentes, sendo o termo *offset* dos modelos, o logaritmo natural do número de internações para os mesmos agrupamentos citados, estimando-se a Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar. Para dados do SINAN, a variável resposta foi o número de notificações de cada um dos 10 agravos avaliados e o termo *offset* foi o logaritmo natural do número de notificações conforme agravo específico, estimando-se a



Razão de Taxas (RT) de notificação. Para modelos com diferenças estatisticamente significantes entre os períodos pré- e pós-rompimento foram inseridas, separadamente, as variáveis de ajuste sexo e grupo de municípios, bem como foram avaliados termos de interação dessas variáveis com a variável indicadora de rompimento. Paralelamente, também foram inseridas as variáveis de ajuste de indicadores socioeconômicos e ambientais separadamente e em modelos múltiplos, e, também, foram avaliados termos de interação dessas variáveis com a variável indicadora de rompimento.

Adicionalmente, foi conduzida a análise espacial por meio do uso de Modelos Autorregressivos Condicionais (CAR) seguindo uma abordagem bayesiana. Modelos CAR foram ajustados, testando a significância estatística de termos aleatórios estruturados e não estruturados. Nesse modelo, considerou-se ainda a significância do efeito médio global do rompimento e de um termo de interação para rompimento vs. município. Este termo de interação compara a SMR ou RT do ano pós-rompimento em relação à SMR ou RT estimada para cada município no período pré-rompimento. Foram então ajustados os modelos espaciais CAR apenas com os termos aleatórios espaciais, efeito global do rompimento e termo de interação de município com rompimento. Foram testados modelos com a presença dos dois termos aleatórios simultaneamente e com apenas um termo aleatório de cada vez, utilizando as distribuições de Poisson, Binomial Negativa e Poisson inflacionado de zeros. Para cada conjunto de causas específicas ou diagnósticos principais agrupados segundo capítulos da CID-10 correspondentes (SIM e SIH) ou agravos específicos (SINAN), foram ajustados nove modelos e o melhor modelo, ou seja, aquele com melhor desempenho, foi escolhido com base na medida do *Deviance Information Criterium* (DIC). Alguns capítulos da CID-10 ou agravos específicos apresentaram estrutura espacial significativa e outros não. A distribuição de probabilidades utilizada para a variável resposta variou a depender do desfecho avaliado. Por fim, foi avaliada a significância estatística dos indicadores socioeconômicos incluídos de forma isolada (modelos univariados) em cada modelo que apresentou melhor ajuste.

As análises indicaram que não houve aumento estatisticamente significativo para a mortalidade geral, nem para o total de causas naturais e causas externas de morte no ano pós-rompimento. Entretanto, houve aumento estatisticamente significativo da Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) no ano pós-rompimento para a maioria das causas específicas analisadas quando as mesmas foram agrupadas nos capítulos da CID-10 correspondentes, além das causas específicas de “Acidentes de Transporte”, “Homicídio” e



“Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada”. Apenas não foi observado aumento da SMR para causas específicas agrupadas no Capítulo XVI da CID-10 “Algumas afecções originadas no período perinatal”.

Não foi detectado aumento estatisticamente significativo nas internações hospitalares por todas as causas e nem por condições clínicas, mas houve um aumento nas internações causadas por “lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas – Capítulo XIX”. Além disso, no SIH, observamos aumento estatisticamente significativo para diagnósticos principais de internação agrupados no Capítulo XIV da CID-10 “Doenças do Aparelho Geniturinário”. Ainda, no SIH, detectamos que os diagnósticos principais “Dengue” e “Leishmaniose Tegumentar Americana” também apresentaram aumento estatisticamente significativo no ano pós-rompimento. Por fim, a análise de dados do SINAN identificou aumento estatisticamente significativo para a notificação dos agravos “Dengue”, “Malária” e “Tuberculose”.

Análises espaciais identificaram que as associações foram heterogêneas entre os municípios. Para análises dos dados do SIM, os seguintes municípios diretamente afetados pelo rompimento da barragem (Grupo 1) destacaram-se com valores de SMR altos em relação ao valor de SMR médio da região de estudo:

- Pará de Minas, com valores de SMR superiores à média da região de estudo para causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” e Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório”;
- Esmeraldas, com valores de SMR superiores à média da região de estudo para causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo”, Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” e Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”.

Para análises de dados do SIH, foram identificados os seguintes municípios pertencentes ao Grupo 1 (diretamente afetados) com taxa de internação hospitalar superior à média da região de estudo:

- Esmeraldas, com valores de RT superiores à média da região de estudo para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” e Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas”;



- Mário Campos, com valores de RT superiores à média da região de estudo para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas” e para a causa específica “Dengue”.

Já para o SINAN, análises espaciais indicaram que os municípios Betim, Brumadinho, São José da Varginha e Pará de Minas, também pertencentes ao Grupo 1 (diretamente afetado), se destacaram com maior taxa de notificação de “Malária” e “Tuberculose” quando comparados à taxa média da região de estudo.

Conclusões/Considerações finais

Sumarizando, as análises detectaram aumentos estatísticos significantes na mortalidade padronizada por idade por causas selecionadas agrupadas por capítulos da CID-10 correspondente, exceto para as causas agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”. Também observou aumento estatisticamente significativo para internação por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIV da CID-10 “Doenças do Aparelho Geniturinário” e Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas”. Por fim, mostrou aumento estatisticamente significativo para a notificação no SINAN dos agravos “Dengue”, “Malária” e “Tuberculose”. Entretanto, as análises espaciais mostraram que as associações encontradas foram heterogêneas entre os municípios e os aumentos nem sempre ocorreram nos municípios diretamente afetados pelo rompimento da barragem (Grupo 1).

É fundamental destacar que os resultados encontrados não podem ser interpretados como associações de causalidade, pois trata-se de um estudo ecológico considerando como exposição o ano de rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão. A maior limitação dos estudos ecológicos é o chamado viés ou falácia ecológica. Neste estudo, comparamos taxas médias ajustadas por idade em dois períodos, antes e após o rompimento e após ajuste isolado por sexo, grupo de municípios e por indicadores socioeconômicos e ambientais médios. A falácia ecológica resulta quando fazemos inferências causais em relação a indivíduos tendo como referência comparações de grupos (municípios no presente estudo), pois a distribuição da exposição ao evento de estudo (rompimento) é heterogênea dentro das populações estudadas (grupo de municípios), além de outras potenciais covariáveis não terem sido consideradas nos ajustes.



Executive summary

Introduction

One of the most serious mine tailings dam disasters in the world occurred on January 25, 2019 in Brazil. The location was Brumadinho, State of Minas Gerais, in the southeastern region of the country. The disaster was the collapse of the mine tailing dam, called “Córrego do Feijão” Mine, of the Vale S.A. Company. The wave with about 12 million cubic meters of wet iron ore tailings leaked and reached, within seconds, the administrative area of the company. Along the way, the tailings affected homes, livestock areas and crops of the local population. The tailings reached the valley of the Córrego do Feijão, invading the drainage of adjacent streams to the bed of the Paraopeba River, with impacts on the municipalities located near the river basin.

Human losses, as a direct consequence of the disaster, totaled 262 deaths and 6 people remain missing. In addition, an immediate impact on people’s physical and psychosocial health and environmental, economic and social consequences in the areas close to the dam can be expected, since the disaster can alter living conditions, health and ecosystems in the medium and long term. According to a report by the Ministry of Health, health is affected directly by the population’s contact with the tailings mud, with contaminated water or with the dust resulting from the dried mud, and indirectly by the loss of material goods and its consequent financial and psychological impact, by the impairment of the water supply, the reduction or impracticality of livelihoods such as fishing and farming, and leisure activities.

Epidemiological studies reveal the impact of environmental disasters on the population’s morbidity and mortality from infectious diseases and chronic non-communicable diseases. An increase in waterborne infectious and viral diseases, which are transmitted by vectors, and an increase in overall mortality, as well as in hospitalizations for chronic non-communicable diseases such as cardiovascular disease and stroke, have been observed. Such impacts have been explained by the synergistic effect of the physical and psychological stress of human and material losses, aggravated by the collapse of the health system in the post-disaster period.

Disaster epidemiology fits into this context, as it refers to the study and monitoring of the effects and impacts of environmental disasters on the health of affected populations. The



results of these investigations contribute to the assessment of the needs of populations affected by the disaster, the planning of the efficient use of resources according to the observed needs, the prevention of additional adverse health effects, the evaluation of the effectiveness of mitigation actions, and the planning to deal with new disasters. Thus, the epidemiological knowledge of the processes of illness and death, and of the different types of trauma and diseases caused by environmental disasters is essential to support and evaluate the appropriate and effective use of public resources to mitigate their health impacts, including human resources, service network, and interventions for the promotion and prevention of diseases and illnesses.

Goals

The general objective of this project was to evaluate differences in the epidemiological profile of morbidity and mortality between the pre- and post-collapse periods of the tailings dam at the Córrego do Feijão Mine in the population of the affected municipalities and the control municipalities located around the affected municipalities, in the period from 2010 to 2019 (10 years); evaluate the pattern and geographic heterogeneity of morbidity and mortality in the pre- and post-collapse periods and investigate associations between demographic, socioeconomic and environmental factors in morbidity and mortality in the study region.

Analysis and Findings

The present study has an ecological design. Spatial units of analysis were the municipalities and temporal units were the year of notification of deaths, hospitalizations or specific diseases. The study region covered 100 municipalities, which were divided into 19 directly affected municipalities, 40 municipalities were 1st order neighbors (territorially adjacent to the directly affected municipalities), and 41 municipalities were 2nd order neighbors (territorially adjacent to the 1st order municipalities).

We investigated the diseases reported as underlying causes of death in the Mortality Information System (SIM), primary diagnosis of hospitalization in the Hospital Information System (SIH), and diseases reported in the Information System for Notifiable Diseases (SINAN) using the 10th Revision of the International Classification of Diseases (ICD-10). The selection of diseases was based on the health diseases listed in the Internal Induced Public Announcement number 37/2020, in the Classification of Diseases Related to Inadequate



Environmental Sanitation and in the potential causal relationship between environmental disasters and diseases. Underlying causes of death, primary diagnosis of hospitalization or specific diseases were selected from Chapters I – Certain infectious and parasitic diseases; IV – Endocrine, nutritional and metabolic diseases; V – Mental and behavioral disorders; VII – Diseases of the eye and adnexa; IX – Diseases of the circulatory system; X – Diseases of the respiratory system; XII - Diseases of the skin and subcutaneous tissue; XIV – Diseases of the genitourinary system ; and XVI – Certain conditions originating in the perinatal period. External causes of mortality were evaluated through selected diseases from Chapter XX – External causes of morbidity and mortality. External causes of hospitalization were investigated based on the diseases in Chapter XIX – Injury, poisoning and certain other consequences of external causes – and Chapter XX – External causes of morbidity and mortality. Additionally, we evaluated deaths for all causes listed in Chapters I to XX and all natural causes of death listed in Chapters I to XIX. Also, we evaluated hospitalizations for all causes listed in Chapters I to XX and hospitalizations for all clinical manifestations listed in Chapters I to XVIII. Finally, the notification of the following diseases was also investigated: cholera, dengue, acute Chagas disease, schistosomiasis, yellow fever, typhoid fever, viral hepatitis, exogenous intoxication, visceral leishmaniasis, American tegumentary leishmaniasis, leptospirosis, malaria, tuberculosis, and interpersonal/self-inflicted violence.

The main morbidity and mortality indicators evaluated in this project were: age-standardized mortality rate for overall causes according to the sex; age-standardized mortality rate for natural causes according to the sex; age-standardized mortality rate for external causes according to the sex; age-standardized mortality rate according to the sex for specific causes selected and grouped into corresponding ICD-10 chapters; hospitalization rate for overall causes; hospitalization rate for clinical manifestations; hospitalization rate for external causes; hospitalization rate for specific causes selected and grouped into corresponding ICD-10 chapters, and notification rate for specific diseases evaluated in SINAN.

The evaluation period was divided into pre- and post-collapse. Observed and expected deaths and the hospitalizations from 2010 to 2019 were aggregated into two periods: pre-collapse (2010 to 2018) and post-collapse (2019) in order to assess the effect of the collapse on mortality and hospitalizations rates. Similarly, specific diseases notified in SINAN between years 2013 to 2019 were grouped into the pre-collapse (2013-2018) and post-collapse (2019) periods. In the pre-collapse period, the expected or observed



deaths/hospitalizations/notifications and the population of each municipality were summed, and the average mortality rate, average hospitalization rate and average notification rate for this period were obtained. Thus, the average rates in the pre-collapse period and the rates in the post-collapse were compared assuming homogeneity among the municipalities and among the years included in the pre-collapse.

Potential confounders were: gender, group of municipalities (directly affected – Group 1; 1st order neighbors – Group 2; 2nd order neighbors – Group 3), and socioeconomic and environmental indicators. Specifically, the socioeconomic and environmental indicators were: health, education, and sanitation and environment dimensions of the Minas Gerais Index of Social Responsibility (IMRS) in its most recent version (2018); Municipal Human Development Index - IDHM (2010); Gini Index (2010); proportion of children in low-income household situation (2010); proportion of people with low income (2010); income ratio (2010); Gross Domestic Product *per capita* (2018); percentage of the poor or extremely poor population in the *Cadastro Único* (CadÚnico – Single Registry) in relation to the total population of the municipality (2018); and employment rate in the formal sector (2018).

The isolated global association of the dam collapse period with morbidity and mortality indicators was assessed using Generalized Linear Models. For SIM data, the outcome was the set of total underlying causes of death, natural or external causes of death, and cause-specific deaths selected and grouped into corresponding ICD-10 chapters, and the offset term of the models was the natural logarithm of the expected number of deaths for the same groups mentioned above, obtaining the Standardized Mortality Ratio (SMR). For SIH data, the outcome was the set of primary diagnoses of hospitalization for overall causes, clinical or external causes, besides the primary diagnoses selected and grouped into corresponding ICD-10 chapters, the offset term of the models was the natural logarithm of the number of hospitalizations for the same groups cited, estimating the Rate Ratio (RR) of hospitalization. For SINAN data, the outcome was the number of notifications of each of the 10 diseases evaluated and the offset term was the natural logarithm of the number of notifications according to the specific disease, obtaining the Rate Ratio (RR) of notification. For models with statistically significant differences between the pre- and post-collapse, the confounders gender and group of municipalities were inserted separately, and interaction terms of these variables with the collapse period variable were evaluated. In parallel, the socioeconomic and



environmental indicators were also inserted separately and in multiple models, and interaction terms of these variables with the collapse period variable were also evaluated.

Additionally, spatial analysis was conducted using Conditional Autoregressive Models (CAR) following a Bayesian approach. CAR models were fitted, testing the statistical significance of structured and unstructured random terms. In this model, the significance of the global average effect of collapse and an interaction term for collapse vs. municipality were also considered. This interaction term compares the SMR or RR of the post-collapse year to the SMR or RR estimated for each municipality in the pre-collapse period. CAR spatial models were then fitted with only the spatial random terms, overall effect of the collapse, and interaction term of municipality with collapse. Models with the presence of both random terms simultaneously and with only one random term at a time were tested using the Poisson, Negative Binomial, and zero-inflated Poisson distributions. For each set of specific causes or primary diagnoses grouped into corresponding ICD-10 chapters (SIM and SIH) or specific diseases (SINAN), nine models were adjusted and the best model, that is, the one with the best performance, was chosen based on the Deviance Information Criterion (DIC). Some ICD-10 chapters or specific diseases showed significant spatial structure and others did not. The probability distribution used for the outcome varied depending on the outcome assessed. Finally, we evaluated the statistical significance of socioeconomic and environmental indicators included in univariate models in each model that presented the best fit.

The analyses indicated that there was no statistically significant increase for overall mortality, nor for the total of natural causes and external causes of death in the post-collapse year. However, there was a statistically significant increase in the Standardized Mortality Ratio (SMR) in the post-collapse year for most of the specific causes analyzed when they were grouped into corresponding ICD-10 chapters, besides the specific causes of “traffic accidents”, “homicide” and “event of undetermined intent”. No increase in the SMR was observed for specific causes grouped into Chapter XVI “Certain conditions originating in the perinatal period”.

No statistically significant increase was detected in hospitalization for overall causes nor by clinical manifestations, but there was an increase in hospitalization for “injury, poisoning and certain other consequences of external causes - Chapter XIX”. In addition, in the SIH, we observed a statistically significant increase for hospitalization by primary diagnoses grouped



into Chapter XIV “Diseases of the Genitourinary System”. Also, in the SIH, we detected that the primary diagnoses “dengue” and “American tegumentary leishmaniasis” also showed a statistically significant increase in the post-collapse year. Finally, the analysis of the SINAN data identified a statistically significant increase for the notification of the diseases “dengue”, “malaria” and “tuberculosis”.

Spatial analyses identified that the associations were heterogeneous across municipalities. For analysis of the SIM data, the following municipalities directly affected by the dam collapse (Group 1) stood out with SMR values higher than the study region average:

- Pará de Minas, with SMR values higher than the study region average for selected underlying causes grouped into Chapter IX “Diseases of the circulatory system” and Chapter X “Diseases of the respiratory system”;
- Esmeraldas, with SMR values higher than the study region average for selected underlying causes grouped into Chapter XII “Diseases of the skin and subcutaneous tissue”, Chapter XIV “Diseases of the genitourinary system” and Chapter XVI “Certain conditions originating in the perinatal period”.

For analyses of SIH data, the following municipalities belonging to Group 1 (directly affected) with Ratio Rates (RR) higher than the study region average were identified:

- Esmeraldas, with RR values higher than the study region average for selected primary diagnoses grouped into Chapter XIV “Diseases of the genitourinary system” and Chapter XIX “Injury, poisoning and certain other consequences of external causes”;
- Mário Campos, with RR values higher than the study region average for selected primary diagnoses grouped into Chapter XIX “Injury, poisoning and certain other consequences of external causes” and for the specific cause “dengue”.

For SINAN, spatial analyses indicated that the municipalities of Betim, Brumadinho, São José da Varginha, and Pará de Minas, also belonging to Group 1 (directly affected), stood out with higher RR of “malaria” and “tuberculosis” notifications when compared to the average RR of the study region.



Conclusions

In summary, the analyses detected statistically significant increases in age-standardized mortality for selected causes grouped into corresponding ICD-10 chapters, except for causes grouped into Chapter XVI “Certain conditions originating in the perinatal period”. It also showed a statistically significant increase for hospitalization for primary diagnoses grouped into Chapter XIV “Diseases of the Genitourinary System” and Chapter XIX “Injury, poisoning and certain other consequences of external causes”. Finally, it showed a statistically significant increase for the notification in SINAN of the diseases “dengue”, “malaria”, and “tuberculosis”. However, the spatial analyses showed that the associations found were heterogeneous among the municipalities and the increases did not always occur in the municipalities directly affected by the dam collapse (Group 1).

It is essential to emphasize that the results found cannot be interpreted as associations of causality, because this is an ecological study considering as exposure the year of the collapse of the dam of the Córrego do Feijão Mine. The biggest limitation of ecological studies is the so-called ecological bias or ecological fallacy. In this study, we compared average age-adjusted rates in two periods, before and after the dam collapse and after adjusting for gender, group of municipalities, and average socioeconomic and environmental indicators. The ecological fallacy results when we make causal inferences regarding individuals with reference to group comparisons (municipalities in the present study), because the distribution of exposure to the study event (collapse) is heterogeneous within the populations studied (group of municipalities), in addition to other potential covariates not having been considered in the adjustments.



Sumario ejecutivo

Introducción

Uno de los desastres más graves en presas de relaves de mineral en el mundo ocurrió el 25 de enero de 2019 en Brasil. El lugar fue la ciudad de Brumadinho, Minas Gerais, región Sureste del país. El desastre fue la ruptura de la presa de relaves de mineral, denominada Mina “Córrego do Feijão”, propiedad de la Companhia Vale S.A. La ola de cerca de 12 millones de metros cúbicos de relaves húmedos de mineral de hierro se filtró y alcanzó, en pocos segundos, el área administrativa de la empresa. En el trayecto, los relaves afectaron viviendas, áreas ganaderas y plantaciones de la población local. Los relaves llegaron al valle del Córrego do Feijão, invadiendo la desembocadura de los arroyos adyacentes al cauce del río Paraopeba, impactando los municipios ubicados en las cercanías de la cuenca hidrográfica del río.

Las pérdidas humanas, como consecuencia directa del desastre, totalizaron 262 muertos y 6 personas están desaparecidas. Además, un impacto inmediato en la salud física, psicosocial de las personas y consecuencias ambientales, económicas y sociales en las zonas cercanas al área de la presa, se pueden esperar, ya que el desastre puede alterar las condiciones de vida, salud y ecosistemas en el mediano y largo plazo. Según un informe del Ministerio de Salud, la salud se ve afectada directamente por el contacto de la población con lodos de relave, agua contaminada o polvo producto del lodo seco, e indirectamente por la pérdida de bienes materiales y su consecuente impacto económico y psicológico por el compromiso en el abastecimiento de agua, reducción o inviabilidad de medios de vida como la pesca y la agricultura, además de las actividades de ocio.

Los estudios epidemiológicos revelan el impacto de los desastres ambientales en la morbilidad y mortalidad de la población, tanto por enfermedades infecciosas como por enfermedades crónicas no transmisibles. Se observa un aumento de las enfermedades infecciosas y virales transmitidas por el agua, que son transmitidas por vectores, así como un aumento de la mortalidad general, como también de las hospitalizaciones por enfermedades crónicas no transmisibles (ENT), de las enfermedades cardiovasculares y de los accidentes cerebrovasculares. Dichos impactos se han explicado por el efecto sinérgico sobre la salud del estrés físico y psicológico resultante de las pérdidas humanas y materiales, exacerbado por el colapso del sistema de salud post-desastre.



La epidemiología de los desastres forma parte de este contexto, ya que se refiere al estudio de los efectos e impactos de los desastres ambientales en la salud de las poblaciones afectadas, así como su seguimiento. Los resultados de estas investigaciones permiten evaluar las necesidades de las poblaciones afectadas por un desastre, planificar el uso eficiente de los recursos de acuerdo a las necesidades observadas, prevenir efectos adversos adicionales a la salud, evaluar la efectividad de las acciones de mitigación y planificar futuros posibles. Así, el conocimiento epidemiológico de los procesos de enfermedad y muerte, y de los diferentes tipos de traumas y enfermedades ocasionados por desastres ambientales, son fundamentales para subsidiar y evaluar el uso adecuado y eficaz de los recursos públicos para mitigar sus impactos en la salud, incluyendo los recursos humanos, red de servicios e intervenciones para la promoción y prevención de enfermedades y lesiones.

Objetivos

Este proyecto tuvo como objetivo general evaluar las diferencias en el perfil epidemiológico de morbilidad y mortalidad entre los períodos de pre y post-ruptura de relaves minerales en la Mina “Córrego do Feijão” en la población de los municipios afectados y de los municipios de control ubicados a su alrededor desde 2010 a 2019 (10 años); evaluar el patrón y la heterogeneidad geográfica de la morbilidad y la mortalidad en los períodos previos y posteriores a la ruptura; e investigar las asociaciones entre factores demográficos, socioeconómicos y ambientales en la morbilidad y la mortalidad en la región de estudio.

Análisis y Hallazgos

El presente estudio tiene un diseño ecológico, cuyas unidades de análisis espaciales son los municipios (directamente afectados y controles), y como unidades temporales el año de notificación de defunciones, hospitalizaciones o enfermedades específicas. La región de estudio abarcó 100 municipios, los cuales se dividieron en 19 municipios directamente afectados, 40 municipios vecinos de 1^{er} orden (los colindantes territorialmente con los municipios directamente afectados) y 41 municipios vecinos de 2^{do} orden (los colindantes territorialmente con los de 1^{er} orden).

Las enfermedades reportadas como causas básicas de muerte en el Sistema de Información de Mortalidad (SIM), las causas básicas de ingreso hospitalario en el Sistema de Información Hospitalaria (SIH) y las enfermedades reportadas en el Sistema de Información de



Enfermedades de Declaración Obligatoria (SINAN); y utilizamos la 10ª Revisión de la Clasificación de Enfermedades (CIE-10). Con base en los problemas de salud enumerados en la Convocatoria Pública Interna Inducida nº 37/2020, en la Clasificación de Enfermedades Relacionadas con Saneamiento Ambiental Inadecuado y en la potencial relación causal entre enfermedades y lesiones con desastres ambientales, fueron seleccionadas causas básicas de muerte y hospitalización o lesiones específicas de los Capítulos I - Algunas enfermedades infecciosas y parasitarias; IV - Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas; V - Trastornos mentales y del comportamiento; VII - Enfermedades de los ojos y anexos, IX - Enfermedades del aparato circulatorio; X - Enfermedades del sistema respiratorio; XII - Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo; XIV - Enfermedades del sistema genitourinario; y XVI - Algunas condiciones originadas en el período perinatal. Las causas externas de mortalidad fueron evaluadas a través de condiciones seleccionadas del Capítulo XX - Causas externas de morbilidad y mortalidad. Las causas externas de hospitalización fueron investigadas a partir del Capítulo XIX - Lesiones, intoxicaciones y algunas otras consecuencias de causas externas. Adicionalmente, se evaluaron las defunciones y hospitalizaciones por todas las causas enumeradas en los Capítulos I y XX de la CIE-10 y todas las causas naturales de muerte u hospitalizaciones por casos clínicos enumerados en los Capítulos I a XVIII. Finalmente, también se investigó la notificación de las siguientes enfermedades: cólera, dengue, enfermedad de Chagas aguda, esquistosomiasis, fiebre amarilla, fiebre tifoidea, hepatitis virales, intoxicaciones exógenas, leishmaniasis visceral, leishmaniasis cutánea americana, leptospirosis, paludismo, tuberculosis y violencia interpersonal /autoprovocada.

Los principales indicadores de morbilidad y mortalidad evaluados en este proyecto fueron: tasa de mortalidad general estandarizada por edad y sexo; tasa de mortalidad por causas naturales estandarizada por edad y sexo; tasa de mortalidad por causas externas estandarizada por edad y por sexo; tasa de mortalidad por causas específicas seleccionadas y agrupadas en los capítulos correspondientes de la CIE-10; tasa de ingresos hospitalarios por todas las causas; tasa de ingresos hospitalarios por causas clínicas; tasa de ingresos hospitalarios por lesiones, intoxicaciones y otras consecuencias de causas externas; tasa de ingreso hospitalario por causas específicas seleccionadas y agrupadas en los capítulos correspondientes de la CIE-10 y tasa de notificación de enfermedades específicas.



El período de evaluación se dividió en pre y post-ruptura de presa de relaves. Las muertes observadas y esperadas y las causas de ingreso hospitalario de 2010 a 2019 se agregaron en dos períodos: antes de la ruptura (2010 a 2018) y después de la ruptura (2019) para evaluar el su efecto en las tasas de morbilidad y mortalidad. Asimismo, las lesiones específicas evaluadas en el SINAN entre los años 2013 a 2019 fueron agrupadas en los periodos pre-ruptura (2013-2018) y post-ruptura (2019). En el período previo a la ruptura se sumaron las muertes/hospitalizaciones/notificaciones esperadas u observadas y la población residente de cada municipio, obteniendo la tasa de morbilidad y mortalidad promedio para este período. De esta forma, se compararon la tasa media de morbimortalidad en el período previo a la ruptura y la tasa de morbimortalidad en el año posterior a la ruptura, asumiendo homogeneidad tanto entre los municipios como entre los años incluidos en el período previo a la ruptura.

Los posibles factores de confusión fueron: género, grupo de municipios (directamente afectados - Grupo 1; vecinos de 1^{er} orden - Grupo 2; vecinos de 2^{do} orden - Grupo 3) e indicadores socioeconómicos y ambientales. Específicamente, los indicadores socioeconómicos y ambientales utilizados fueron: salud, educación y saneamiento y dimensiones ambientales del Índice de Responsabilidad Social de Minas Gerais (IMRS) en su versión más reciente (2018); Índice de Desarrollo Humano Municipal – IDHM (2010); Índice de Gini (2010); proporción de niños que viven en hogares de bajos ingresos (2010); proporción de personas con bajos ingresos (2010); relación de ingresos (2010); Producto Interno Bruto *per capita* (2018); porcentaje de la población pobre o extremadamente pobre del Catastro Único en relación a la población total del municipio (2018); y tasa de empleo del sector formal (2018).

Se evaluó la asociación global aislada del período de ruptura de la presa con indicadores de morbilidad y mortalidad mediante Modelos Lineales Generalizados. Para datos SIM, la variable respuesta fue el conjunto de causas básicas totales de muerte, por causas naturales o externas, además de las específicas agrupadas según los capítulos correspondientes de la CIE-10, siendo el término *offset* de los modelos el logaritmo natural del número esperado de muertes para los mismos grupos mencionados, obteniendo la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME). Para los datos del SIH, la variable respuesta fue el conjunto de diagnósticos principales de hospitalización por todas las causas, clínicas o externas, además de los diagnósticos principales agrupados según los capítulos correspondientes de la CIE-10,



siendo el término *offset* de los modelos, el logaritmo natural del número de hospitalizaciones para los mismos grupos mencionados, estimando la Razón de Tasa (RT) de hospitalización. Para los datos del SINAN, la variable respuesta fue el número de notificaciones de cada una de las 10 enfermedades evaluadas y el término *offset* fue el logaritmo natural del número de notificaciones según una condición específica. Para los modelos con diferencias estadísticamente significativas entre los períodos pre y post-ruptura, se insertaron por separado las variables de ajuste sexo y grupo de municipios, así como los términos de interacción de estas variables con la variable indicadora de ruptura. A su vez, las variables de ajuste de los indicadores socioeconómicos y ambientales también se insertaron por separado y en múltiples modelos, y también se evaluaron los términos de interacción de estas variables con la variable indicadora de ruptura.

Adicionalmente, el análisis espacial se llevó a cabo utilizando modelos autorregresivos condicionales (CAR) siguiendo un enfoque bayesiano. Se ajustaron modelos CAR, probando la significación estadística de términos aleatorios estructurados y no estructurados. En este modelo, la importancia del efecto medio global de la ruptura y de un término de interacción para ruptura versus municipio. Este término de interacción compara la RME o RT del año posterior a la interrupción con la RME o RT estimada para cada municipio en el período anterior a la interrupción. Los modelos espaciales CAR se ajustaron luego solo con los términos espaciales aleatorios, efecto global de la perturbación y término de interacción del municipio con la perturbación. Los modelos se probaron con la presencia de dos términos aleatorios simultáneamente y con un solo término aleatorio a la vez, utilizando las distribuciones de Poisson, Binomial negativa y Poisson inflada con cero. Para cada conjunto de causas específicas o diagnósticos principales agrupados según los capítulos correspondientes de la CIE-10 (SIM y SIH) o enfermedades específicas (SINAN), se ajustaron nueve modelos y se eligió el mejor modelo, es decir, el de mejor desempeño basado en el *Deviance Information Criterium* (DIC). Algunos capítulos de la CIE-10 o problemas específicos presentaron una estructura espacial significativa y otros no. La distribución de probabilidad utilizada para la variable respuesta varió según el resultado evaluado. Finalmente, se evaluó la significancia estadística de los indicadores socioeconómicos incluidos de forma aislada (modelos univariados) en cada modelo que presentó el mejor ajuste.



Los análisis indicaron que no hubo un aumento estadísticamente significativo para la mortalidad general, ni para las causas naturales totales y las causas externas de muerte en el año posterior a la ruptura. Sin embargo, hubo un aumento estadísticamente significativo en la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME) en el año posterior a la ruptura para la mayoría de las causas específicas analizadas cuando se agruparon en los capítulos correspondientes de la CIE-10, además de las causas específicas de "Transporte". Accidentes", "Homicidio" y "Sucesos/hechos de dolo indeterminado". Únicamente, no se observó aumento de RME por causas específicas agrupadas en el Capítulo XVI de la CIE-10 "Algunas condiciones originadas en el período perinatal".

No se detectó un aumento estadísticamente significativo de los ingresos hospitalarios por todas las causas ni por condiciones clínicas, pero sí un aumento de los ingresos por "lesiones, intoxicaciones y otras determinadas consecuencias de causas externas – Capítulo XIX". Además, en el SIH se observó un aumento estadísticamente significativo de los principales diagnósticos de hospitalización agrupados en el Capítulo XIV de la CIE-10 "Enfermedades del aparato genitourinario". Aún así, en el SIH detectamos que los principales diagnósticos "Dengue" y "Leishmaniasis cutánea americana" también presentaron un incremento estadísticamente significativo en el año posterior a la ruptura. Finalmente, el análisis de los datos del SINAN identificó un aumento estadísticamente significativo en la notificación de las enfermedades "Dengue", "Malaria" y "Tuberculosis".

Es de destacar que las asociaciones encontradas fueron heterogéneas entre los municipios identificados en los análisis espaciales. Para el análisis de los datos del SIM se destacaron los siguientes municipios directamente afectados por la ruptura de la presa (Grupo 1) con valores altos de RME en relación al valor promedio de RME de la región de estudio:

- Pará de Minas, con valores de RME superiores a la media de la región de estudio para causas básicas seleccionadas y agrupadas en el Capítulo IX "Enfermedades del sistema circulatorio" y Capítulo X "Enfermedades del sistema respiratorio";
- Esmeraldas, con valores de RME superiores a la media de la región de estudio para causas subyacentes seleccionadas y agrupadas en el Capítulo XII "Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo", Capítulo XIV "Enfermedades del aparato genitourinario" y Capítulo XVI "Algunas afecciones con origen en el período perinatal".



Para el análisis de los datos del SIH, se identificaron los siguientes municipios pertenecientes al Grupo 1 (directamente afectados) con tasa de hospitalización superior al promedio de la región de estudio:

- Esmeraldas, con valores de TR superiores a la media de la región de estudio para los principales diagnósticos seleccionados y agrupados en el Capítulo XIV “Enfermedades del aparato genitourinario” y el Capítulo XIX “Lesiones, intoxicaciones y algunas otras consecuencias de las causas”;
- Mário Campos, con valores de TR superiores a la media de la región de estudio para los principales diagnósticos seleccionados y agrupados en el Capítulo XIX “Lesiones, intoxicaciones y algunas otras consecuencias de las causas” y para la causa específica “Dengue”.

Con respecto al SINAN, los análisis espaciales indicaron que los municipios de Betim, Brumadinho, São José da Varginha y Pará de Minas, también pertenecientes al Grupo 1 (directamente afectados), se destacaron con la mayor tasa de notificación de “Malaria” y “Malaria. Tuberculosis” en comparación con la tasa promedio de la región de estudio.

Conclusiones/Consideraciones finales

En resumen, los análisis realizados detectaron incrementos estadísticamente significativos en la mortalidad estandarizada por edad por causas seleccionadas agrupadas por los capítulos correspondientes de la CIE-10, excepto para las causas agrupadas en el Capítulo XVI “Algunas condiciones originadas en el período perinatal”. También se observó un aumento estadísticamente significativo de las hospitalizaciones por los principales diagnósticos agrupados en el Capítulo XIV de la CIE-10 “Enfermedades del Aparato Genitourinario” y en el Capítulo XIX “Lesiones, intoxicaciones y algunas otras consecuencias de las causas”. Finalmente, mostró un incremento estadísticamente significativo para la notificación en el SINAN de las enfermedades “Dengue”, “Malaria” y “Tuberculosis”. Sin embargo, los análisis espaciales mostraron que las asociaciones encontradas fueron heterogéneas entre los municipios y los incrementos no siempre ocurrieron en los municipios directamente afectados por la ruptura de la presa (Grupo 1).



Es fundamental resaltar que los resultados encontrados no pueden ser interpretados como asociaciones causales, ya que se trata de un estudio ecológico considerando como exposición el año de la ruptura de la represa de la Mina Córrego do Feijão. La mayor limitación de los estudios ecológicos es el llamado sesgo o falacia ecológica. En este estudio comparamos tasas medias ajustadas por edad en dos periodos, antes y después de la ruptura y tras ajustes aislados por sexo, grupo de municipios y por indicadores socioeconómicos y ambientales medios. La falacia ecológica se produce cuando hacemos inferencias causales en relación a individuos con referencia a comparaciones grupales (municipios en el presente estudio), ya que la distribución de la exposición al evento de estudio (perturbación) es heterogénea dentro de las poblaciones estudiadas (grupo de municipios), además de otras posibles covariables que no se consideran en los ajustes.



1. Apresentação geral do Subprojeto

O subprojeto 37, intitulado Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão, propõe avaliar o perfil epidemiológico de morbimortalidade das populações expostas, direta ou indiretamente, ao rompimento da Barragem I da Mina “Córrego do Feijão”, em Brumadinho, por meio de dados secundários disponíveis, com a finalidade de monitorar e identificar agravos à saúde potencialmente associados à exposição aos riscos ambientais, sociais e econômicos decorrentes do referido desastre (PROJETO BRUMADINHO-UFMG, 2020).

A execução do referido subprojeto foi organizada em oito etapas metodológicas, sendo elas:

1ª Etapa: Extração de dados das bases selecionadas;

2ª Etapa: Construção, organização e limpeza dos bancos de dados;

3ª Etapa: Análise de dados e construção dos indicadores (taxas brutas e taxas padronizadas) de morbimortalidade para a população de referência, no período indicado;

4ª Etapa: Estimativa média da associação entre o rompimento e a morbimortalidade para agravos e grupos de agravos definidos no projeto, avaliando possíveis diferenças segundo sexo e agrupamento de municípios (diretamente afetados, e vizinhos de 1ª e 2ª ordens);

5ª Etapa: Análise de associações não lineares entre indicadores socioeconômicos, demográficos e taxas de morbimortalidade na população de referência, no período indicado;

6ª Etapa: Estimativas dos riscos de morbimortalidade em cada município de estudo e avaliação do impacto do rompimento por meio de modelagem espaço-temporal na população de referência, no período indicado;

7ª Etapa: Interpretação dos resultados para avaliação dos prováveis impactos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho na saúde da população atingida;

8ª Etapa: Produção de dois relatórios parciais referentes ao andamento das atividades no 2º e 3º meses. Além disso, elaboração de um vídeo direcionado para a população em geral no qual foram apresentados os resultados desta pesquisa com linguagem não científica.



2. Objeto e objetivos

2.1. Objeto

O objeto da presente pesquisa é o impacto do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais, na saúde da população residente nos municípios afetados.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo geral

Avaliar diferenças no perfil epidemiológico de morbimortalidade entre os períodos pré- e pós-rompimento da barragem de rejeitos de minério na Mina “Córrego do Feijão” na população dos municípios afetados e dos municípios controles localizados no entorno dos municípios afetados no período de 2010 a 2019 (10 anos), avaliar o padrão e heterogeneidade geográfica de morbimortalidade nos períodos pré- e pós-rompimento e investigar associações entre fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais e indicadores de morbimortalidade na região de estudo.

2.2.2. Objetivos específicos

- Descrever as taxas de mortalidade, internações por causas (diagnóstico principal) e casos notificados nos períodos pré- e pós-rompimento;
- Estimar as taxas de mortalidade padronizadas por idade das populações de estudo no período indicado;
- Descrever e avaliar a distribuição geográfica de indicadores socioeconômicos, ambientais e de morbimortalidade dos municípios incluídos no estudo;
- Analisar a diferença nas taxas de morbimortalidade em período pré- e pós-rompimento, assim como os efeitos de interação com o sexo e grupo de municípios (diretamente afetados e controles);



- Analisar a existência de dependência espacial (Índices de Moran) de morbimortalidade na população de referência a partir dos dados dos 19 municípios da região de referência e dos 81 municípios vizinhos de 1^a e 2^a ordens, no período indicado;
- Estimar o risco em cada município estudado e investigar a existência de associações entre fatores socioeconômicos e ambientais e indicadores de morbimortalidade nos municípios afetados e controles (Modelos espaço-temporais), considerando as heterogeneidades e estrutura de vizinhança espacial e períodos pré- e pós-rompimento.



3. Revisão da literatura

O rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão, ocorrido em 2019, na cidade de Brumadinho (MG), é considerado o maior acidente de trabalho da história do Brasil e um dos mais graves desastres ambientais causados pelo setor de mineração. Para além dos graves danos causados ao meio ambiente e das centenas de mortes ocorridas, o rompimento desta barragem trouxe também inúmeros prejuízos à saúde da população afetada direta e indiretamente por esta catástrofe. Nesse sentido, a epidemiologia de desastres tem papel primordial para orientar o planejamento de intervenções em saúde junto à população afetada, especialmente entre aqueles em maior situação de vulnerabilidade.

3.1. Desastres – Uma breve conceituação

De acordo com a Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012, desastre é definido como

o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (BRASIL, 2012).

Nesse sentido, entende-se que desastres não constituem apenas o evento adverso em si, mas o resultado dele em locais e/ou em populações em situação de vulnerabilidade, situação esta intensificada pela relação insustentável do ser humano com o meio ambiente, bem como por condições socioeconômicas e de saúde precárias. Sendo assim, o desastre não constitui uma fatalidade imprevisível e incontrolável, mas sim, a consequência da má gestão de riscos para o enfrentamento de fenômenos inesperados, sejam eles naturais ou provocados pelo homem (FURTADO *et al.*, 2014).

Quanto à sua origem, desastres podem ser classificados como naturais ou tecnológicos. Desastres naturais são aqueles causados por fenômenos naturais, como inundações, tempestades, terremotos, ciclones e deslizamentos. Já os desastres tecnológicos são causados por condições tecnológicas ou industriais, ou seja, relacionados à interferência do ser humano, tais como rompimentos de represas e de barragens, acidentes nucleares, explosões, liberação de produtos químicos no meio ambiente ou incêndios urbanos (BRASIL, 2012; FURTADO *et al.*, 2014).



Além de causar danos diretos à população como a ocorrência de mortes, desaparecimento de pessoas e destruição de residências e serviços essenciais, desastres também podem impactar drasticamente o meio ambiente e causar danos como poluição ou contaminação do ar, da água e do solo, diminuição ou exaurimento de fontes de água, destruição da fauna e da flora e destruição de áreas de preservação ambiental (FURTADO *et al.*, 2014), impactando direta e indiretamente a saúde e o modo de viver da população, além de implicar em consequências negativas para a economia, a cultura e o lazer do local afetado pelo desastre.

Apesar de não haver um consenso na literatura sobre a definição de desastre ambiental, acreditamos que este possa ser compreendido como um evento catastrófico causado pela atividade humana e que gera danos ao meio ambiente em todos os seus aspectos. Portanto, desastres ambientais podem ser considerados como desastres tecnológicos e, portanto, potencialmente, preveníveis (LOWE *et al.*, 2019; MREJEN; PERELMAN; MACHADO, 2020).

3.2. O desastre do rompimento da Barragem I da Mina “Córrego do Feijão”

Um dos mais graves desastres em barragens de rejeitos de minério no mundo ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019 no Brasil (FREITAS *et al.*, 2019a, 2019b). O local foi a cidade de Brumadinho, Minas Gerais, região Sudeste do país. Brumadinho é um município da região metropolitana de Belo Horizonte, capital do estado, com população estimada, em 2019, de 40.103 pessoas, distribuídas na extensão territorial de 639,434 km² e com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,7047 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020).

O desastre foi o rompimento da barragem de rejeitos de minério, denominada Mina “Córrego do Feijão”, da Companhia Vale S.A, considerado o maior acidente de trabalho da história do Brasil (OLIVEIRA; ROHLPS; GARCIA, 2019). Às 12h 28min, a onda com cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos úmidos de minério de ferro vazou e atingiu, em poucos segundos, a área administrativa, a oficina de manutenção, o terminal de carregamento, a linha ferroviária e o refeitório da empresa, este último com capacidade para 200 pessoas e localizado à jusante da barragem, onde era impossível salvar vidas (FREITAS *et al.*, 2019b; OLIVEIRA; ROHLPS; GARCIA, 2019; ROMÃO *et al.*, 2019).



No percurso, o rejeito atingiu diretamente residências, áreas de criações de animais e plantações da população local, além de provocar o isolamento de comunidades rurais devido à destruição de estradas e trilhas. Os rejeitos alcançaram o vale do Córrego do Feijão invadindo o deságue dos córregos adjacentes até o leito do Rio Paraopeba, com impactos nos municípios localizados nas proximidades da bacia hidrográfica do rio, sendo eles: Betim, Brumadinho, Curvelo, Esmeraldas, Florestal, Fortuna de Minas, Igarapé, Juatuba, Maravilhas, Mário Campos, Martinho Campos, Papagaios, Pará de Minas, Paraopeba, Pequi, Pompéu, São Joaquim de Bicas, São José da Varginha e Sarzedo (ROMÃO *et al.*, 2019).

Um total de nove setores censitários do município de Brumadinho com população estimada em 3.485 pessoas e 1.090 domicílios foram diretamente afetados pela lama de rejeitos, representando mais de 10% da população (FREITAS *et al.*, 2019b; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010; ROMÃO *et al.*, 2019). As perdas humanas, como consequência direta do desastre, totalizaram 264 óbitos e 6 pessoas permanecem desaparecidas (VALE DO RIO DOCE, 2021). Entre estes, 206 eram homens e 131 eram funcionários da empresa Vale do Rio Doce, sendo os demais trabalhadores terceirizados, turistas ou moradores da região (MINAS GERAIS, 2020; VALE DO RIO DOCE, 2021). Considerando um raio de 1.000 metros ao longo da bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, estima-se a existência de, aproximadamente, 424 comunidades afetadas (indígenas, quilombolas, silvicultores e pescadores artesanais). Esta dimensão é ampliada ao se considerar também as populações que se beneficiam dos serviços ecossistêmicos (rios, solos e matas) para os diversos modos de vida, uso e ocupação do solo, como, por exemplo, o consumo de água e a produção agrícola com risco de contaminação ao longo do Rio Paraopeba (FREITAS *et al.*, 2019b).

Além das perdas humanas, do impacto imediato na saúde física e psicossocial das pessoas (NOAL; RABELO; CHACHAMOVICH, 2019) e das consequências ambientais, econômicas e sociais nas áreas próximas à área da barragem no curto prazo, o desastre alterou as condições de vida e de saúde, além dos ecossistemas em médio e longo prazo. Com isso, a extensão e gravidade (no tempo e no espaço) dos impactos pessoais, sociais, ambientais e econômicos com efeitos na saúde das pessoas deverão ser monitorados ao longo dos meses e anos que seguem o evento em toda a extensão territorial atingida pelo rejeito, bem como municípios mais próximos.



3.3. Potencial impacto de desastres ambientais na saúde da população

Estudos epidemiológicos revelam impacto de desastres ambientais na morbimortalidade da população por doenças infecciosas e parasitárias, doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), transtornos mentais, problemas respiratórios, oftálmicos, cutâneos, além da possibilidade de aumento de casos de violência. Tais impactos têm sido explicados pelo efeito sinérgico entre as alterações ambientais, colapso do sistema de saúde pós-desastre e estresse físico e psicológico decorrentes das perdas humanas e materiais (MORITA *et al.*, 2017).

O impacto de desastres pode ocorrer em curto, médio e longo prazos, dependendo das características do desastre e da vulnerabilidade socioambiental do território. Em um prazo de horas ou dias, são identificados os efeitos mais agudos do evento catastrófico, como lesões, intoxicações, afogamentos e óbitos. Em dias ou semanas, há a ocorrência de doenças infecciosas ou parasitárias, como afecções de pele, problemas respiratórios e oftálmicos, arboviroses e diarreia, as quais podem contribuir para a exacerbação de doenças não transmissíveis de pacientes crônicos, como a hipertensão arterial e aumentar o risco de eventos adversos relacionados, como o acidente vascular encefálico no curto prazo. Por fim, desastres podem impactar a saúde da população em um prazo de meses ou anos, com a identificação de transtornos mentais e comportamentais e DCNT, como as doenças cardiovasculares e o diabetes (FREITAS *et al.*, 2014; VORMITTAG; OLIVEIRA; GLERIANO, 2018)

Dessa forma, o rompimento de barragens de rejeito de minérios pode impactar a saúde da população em curto prazo, pelo contato das pessoas afetadas com a lama de rejeitos, com água contaminada ou com a poeira resultante da lama seca. O impacto em médio prazo ocorre tanto pela perda de bens materiais e pessoais e seu consequente impacto financeiro e psicológico, quanto pelo comprometimento no abastecimento de água, com redução ou inviabilização de meios de subsistência como pesca e agricultura e atividades de lazer (BRASIL, 2017). Além disso, os efeitos desse tipo de evento podem se prolongar por muitos anos, especialmente quando envolve materiais de origem química, como os metais pesados.



3.3.1. Doenças infecciosas e parasitárias

O derramamento de quantidades exorbitantes de rejeitos de mineração provoca uma série de alterações ambientais como a degradação do ecossistema aquático e terrestre, contaminação de rios e fontes de água, além de alterações dos ciclos de vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças (FREITAS *et al.*, 2019b). Danos em estruturas de serviços de saúde e o caráter emergencial desse tipo de desastre podem interromper ações de controle de pragas, desinfecção de ambientes, saneamento básico e serviços de vigilância em saúde (VORMITTAG; OLIVEIRA; GLERIANO, 2018). Em conjunto, estes fatores podem contribuir para o aumento da ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias como diarreias e gastroenterites, arboviroses, infecções intestinais, helmintíases, leptospirose, hepatites virais e leishmanioses (FREITAS *et al.*, 2019b).

Tem sido observado um aumento na incidência de algumas doenças infecciosas e parasitárias após o rompimento da barragem de rejeitos da empresa Samarco no município de Mariana, em novembro de 2015. Mariana foi uma das cidades mais atingidas por um surto de febre amarela entre os anos de 2017/2018 (MINAS GERAIS, 2018; ROMÃO *et al.*, 2019). Entre fevereiro e março de 2016, houve um surto de dengue, além de casos de Zika, esquistossomose, doença de Chagas e leishmaniose na zona urbana do município de Barra Longa, também afetado pelo mesmo desastre ambiental (VORMITTAG; OLIVEIRA; GLERIANO, 2018). Além disso, foi verificado um aparente aumento no número de casos de febre e diarreia em uma população ribeirinha de Colatina/ES no terceiro e no quinto mês após a chegada da lama da barragem da Samarco (ROCHA *et al.*, 2016).

Evidências de aumento de doenças infecciosas e parasitárias em períodos pós-desastre também existem para eventos naturais como enchentes, terremotos e tsunamis. Foi constatado maior número de internações hospitalares por leptospirose e outras doenças infecciosas em um período de até 5 meses após enchentes em três municípios do estado de Santa Catarina (XAVIER; BARCELLOS; FREITAS, 2014). Foi observada, também, uma alta prevalência de doenças infecciosas como, gastroenterites e diarreia, em até dois meses após terremoto e tsunami que ocorreram no ano de 2011, no Japão (SUDA *et al.*, 2019), bem como busca por atendimento médico para tratamento de gastroenterite entre pessoas que se alojaram em abrigos durante o mês seguinte a este evento (KAWANO *et al.*, 2014).



3.3.2. Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas

Desastres podem causar danos em infraestruturas de comunicação e transporte, que por sua vez podem dificultar o acesso aos serviços de saúde e impedir o desenvolvimento de ações de controle e tratamento de DCNT, entre elas as doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas, especialmente o diabetes (XAVIER; BARCELLOS; FREITAS, 2014). Somado a isso, o estresse relacionado aos desastres pode contribuir para a adoção de hábitos de vida não saudáveis em médio e longo prazos, como o tabagismo, o consumo excessivo de bebidas alcoólicas e a alimentação inadequada, todos relacionados ao maior risco de desenvolvimento de DCNT (KOYAMA *et al.*, 2021; OHIRA *et al.*, 2016; YAGI *et al.*, 2020).

Algumas evidências sugerem piora no estilo de vida e aumento da exposição a fatores de risco para o diabetes e outras doenças crônicas entre pessoas afetadas por desastres, como por exemplo em eventos de terremoto, tsunami e acidente nuclear no Japão no ano de 2011. Estudo transversal indicou que 16,5% de uma amostra de 551 fumantes, vítimas desse desastre, relataram ter aumentado o consumo de cigarros em até três anos, com destaque para mulheres, adultos e desempregados (KOYAMA *et al.*, 2021). Paralelamente, 10% de, aproximadamente, 21.000 pessoas relataram maior consumo de bebida alcoólica em até um ano após serem evacuadas das proximidades da usina nuclear da prefeitura de Fukushima (YAGI *et al.*, 2020).

Desastres ambientais podem também impactar mais as pessoas portadoras de diabetes durante a fase aguda da catástrofe. Por exemplo, revisão sistemática de 113 estudos majoritariamente descritivos, conduzidos em período pós-desastre, apontou a ocorrência de complicações de saúde entre diabéticos, como pé diabético, amputações relacionadas ao diabetes e descontrole de níveis glicêmicos após a ocorrência de enchentes e tempestades (SAULNIER; KIBACKE; SCHREEB, 2017). Do mesmo modo, foi verificada maior busca por atendimento emergencial, em até 3 meses após a ocorrência de dois furacões em Porto Rico no ano de 2017, devido a doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas, 55% delas atribuídas ao diabetes ou às suas complicações, possivelmente pela ausência de serviços de saúde para o controle destes agravos (CHOWDHURY *et al.*, 2019).

Além disso, uma revisão sistemática de literatura, no período de 2011 a 2016, constatou que a maioria dos diabéticos apresentou dificuldades para o controle glicêmico devido ao estresse, à interrupção de hábitos de vida saudáveis e à dificuldade de acesso aos serviços de saúde e ao



tratamento medicamentoso adequado após o terremoto e tsunami ocorridos em março de 2011 no Japão. Concomitantemente, foi evidenciada maior prevalência de síndrome metabólica e diabetes entre aqueles que foram evacuados de suas casas após o referido desastre quando comparados aos não evacuados, possivelmente porque tiveram seus hábitos de vida alterados (MURAKAMI *et al.*, 2018).

3.3.3. Transtornos mentais

Desastres são eventos traumáticos vivenciados simultaneamente por muitas pessoas e acompanhados por dificuldades econômicas e perdas materiais e humanas. Portanto, podem gerar uma série de situações estressoras com consequências negativas para a saúde mental das vítimas, seja devido à ameaça à própria vida ou à integridade física, luto pela perda de familiares e amigos, testemunho de cenas catastróficas, desenvolvimento de sequelas físicas, discriminação, perda de moradia, perda de emprego e interrupções abruptas do modo de viver e trabalhar (NORRIS *et al.*, 2002; FREITAS *et al.*, 2019b). Os transtornos mentais mais relacionados ao estresse são o transtorno depressivo maior, transtorno de ansiedade generalizada, transtorno de estresse pós-traumático e transtorno por uso de substâncias psicoativas (NEVES *et al.*, 2018).

Evidências de um estudo transversal indicaram prevalência aumentada de alguns transtornos mentais após dois anos do rompimento da barragem de rejeitos de Mariana, em 2015. De acordo com os autores, 28,9% dos adultos foram diagnosticados com depressão, 12% com transtorno de estresse pós-traumático, 32% com transtorno de ansiedade generalizada e 20% com dependência de tabaco, sendo estas prevalências superiores às encontradas para a população brasileira ou latino-americana (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014; NEVES *et al.*, 2018).

Da mesma forma, revisão narrativa de estudos com populações majoritariamente adulta e de países asiáticos encontrou evidências de associação transversal entre a exposição a desastres ambientais e à ocorrência de transtorno de estresse pós-traumático ou depressão (LOWE *et al.*, 2019). Por exemplo, um dos estudos desta revisão encontrou que 32,7% e 24,3% das 1.669 vítimas investigadas relataram, respectivamente, sintomas de transtorno de estresse pós-traumático e de depressão em até 4 anos após o furacão Sandy nos Estados Unidos em 2012 (LOWE *et al.*, 2019; RUSKIN *et al.*, 2018).



Cabe ainda ressaltar que os efeitos dos desastres na trajetória dos sintomas relacionados a transtornos mentais podem variar a depender de uma série de fatores como a gravidade do desastre, idade ou condições sociais e de saúde das pessoas afetadas. Em geral, esses sintomas parecem ocorrer com maior frequência e intensidade até o primeiro ano após o desastre, quando então começam a diminuir. No entanto, há contextos em que a resposta ao estresse ocasionado por desastres persiste por meses ou até anos (NORRIS; FRIEDMAN; WATSON, 2002; OE *et al.*, 2021).

Sendo assim, autores têm proposto diferentes trajetórias de sintomas psiquiátricos em resposta ao estresse ocasionado por desastres. Por exemplo, Norris, Tracy e Galea (2009) sugerem que vítimas de desastres vivenciam trajetórias de i) resistência (ausência de sintomas pós-desastre), ii) resiliência (início de sintomas imediatamente após o desastre, seguido de rápido declínio), iii) recuperação (início de sintomas imediatamente após o desastre, seguido de lento declínio), iv) disfunção crônica (sintomas moderados ou graves persistentes por longos períodos), v) disfunção atrasada (início dos sintomas tardiamente) ou vi) recaída (trajetória cíclica dos sintomas).

De fato, não foi identificada evidência de mudanças em sintomas psiquiátricos no período pós-desastre em revisão sistemática de 24 estudos longitudinais sobre o impacto na saúde mental ocasionado por três grandes acidentes nucleares: Three Mile Island (1979), Chernobyl (1986) e Fukushima (2011). Nesta revisão, a maioria das vítimas não apresentou sintomas psiquiátricos ou os apresentou em grau leve, e boa parte dos estudos (n=10 estudos) não encontrou efeito pós-desastre na saúde mental da população, enquanto outros indicaram ter havido amenização (n=8 estudos) ou exacerbação (n=2 estudos) dos sintomas (OE *et al.*, 2021).

3.3.4. Doenças do aparelho circulatório

O efeito de desastres na ocorrência e agravamento de doenças do aparelho circulatório não é atribuído apenas à dificuldade de acesso aos serviços de saúde e à adoção de hábitos de vida inadequados. Distúrbios do sono, traumas pós-desastre, perdas e mudança de residência podem causar estresse psicológico e desencadear efeitos neuroendócrinos de forma aguda ou crônica. Por sua vez, é induzida uma série de reações adversas no organismo, como o aumento da pressão arterial, da atividade plaquetária ou da frequência cardíaca, contribuindo



para a ocorrência de eventos cardiovasculares como o acidente vascular cerebral, infarto agudo do miocárdio e doenças isquêmicas do coração (DIMSDALE, 2008; XAVIER; BARCELLOS; FREITAS, 2014; JCS, JSH, JCC JOINT WORKING GROUP, 2016).

É sugerido que a pressão arterial sistêmica se eleve logo após a ocorrência de desastres, com início de diminuição gradual em até um ano após o desastre (NARITA, HOSHIDE, KARIO, 2021). Esse comportamento foi descrito entre adultos que residiam nas proximidades da usina nuclear de Fukushima em 2011, entre os quais foi verificada tendência de aumento da prevalência de hipertensão arterial em até um ano após o desastre, quando então iniciou-se a diminuição desta prevalência (NAGAI *et al.*, 2018). Além disso, o impacto de desastres nos níveis pressóricos pode ser detectado em um longo período após desastres, como relatado em estudo longitudinal que indicou um aumento na média da pressão arterial sistólica e diastólica de homens e mulheres afetados pelo acidente nuclear de Fukushima em, aproximadamente, 2,2 anos de seguimento, com maior risco de incidência de hipertensão arterial entre homens que foram evacuados de seus locais de moradia (OHIRA *et al.*, 2016).

Paralelamente, a incidência de eventos cardiovasculares agudos, como infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral, parece ser maior em um período pós-desastre imediato bem como em até alguns meses após desastres (NARITA, HOSHIDE, KARIO, 2021). De fato, foi verificado um maior risco de hospitalizações ou atendimentos ambulatoriais e emergenciais por doenças cardiovasculares entre idosos que residiam em áreas afetadas pelo furacão Sandy em outubro/novembro de 2012, quando comparados àqueles residentes em áreas não afetadas, sendo que esse risco se manteve alto no mês do desastre, em 4 meses e em 12 meses após o desastre (LAWRENCE *et al.*, 2019). Além disso, a revisão sistemática de 113 estudos majoritariamente descritivos, realizados no período de 1980 a 2015, também apontou um aumento de eventos cardiovasculares após a ocorrência de desastres. Nesta revisão, foi encontrada maior incidência de acidente vascular cerebral e de infarto agudo do miocárdio, bem como maior número de internações hospitalares devido a eventos cardiovasculares após enchentes e tempestades que ocorreram entre 1985 a 2014, majoritariamente na América do Norte (SAULNIER; KIBACKE; SCHREEB, 2017).

No Brasil, também há alguma evidência sobre o impacto de desastres na saúde cardiovascular. Estudo ecológico apontou aumento no número de internações hospitalares por acidente vascular cerebral em três cidades de pequeno e grande porte do estado de Santa



Catarina durante as enchentes causadas pelas chuvas em novembro de 2008. Nesse estudo, os pesquisadores constataram que o aumento do número dessas internações iniciou-se no mês anterior ao desastre, mas manteve-se elevado ao longo dos seis meses subsequentes às chuvas (XAVIER; BARCELLOS; FREITAS, 2014).

3.3.5. Eventos respiratórios, cutâneos e oftálmicos

Rejeitos de mineração são compostos por material particulado (MP) fino e denso, que quando secos, apresentam superfícies irregulares e diâmetros aerodinâmicos variando entre 1 a 200 μm , podendo entrar em contato com a pele e os olhos. Além disso, o diâmetro aerodinâmico influencia a possibilidade de inalação, sendo que $\text{MP} < 100 \mu\text{m}$ podem adentrar nariz e boca e aqueles com diâmetro aerodinâmico < 25 e $< 10 \mu\text{m}$ podem atingir laringe e alvéolo, respectivamente (SEGURA *et al.*, 2016), contribuindo para o desenvolvimento e agravamento de doenças respiratórias (ROMÃO *et al.*, 2019).

Uma avaliação sobre a concentração de $\text{MP} < 10 \mu\text{m}$ em outubro de 2016, aproximadamente um ano após o rompimento da barragem de rejeitos de Mariana (MG), indicou valores superiores ao limite estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de média diária de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Apesar da avaliação ter sido conduzida em apenas uma semana, foi encontrada uma média diária de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{DP}=37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em um dos locais mais afetados pela lama no município de Barra Longa (KRZYZANOWSKI; COHEN, 2008; VORMITTAG; OLIVEIRA; GLERIANO, 2018).

Esse contexto de condições inóspitas pode ter contribuído para o aumento no número de ocorrências de infecções cutâneas, respiratórias e conjuntivites nos moradores de Barra Longa, especialmente em crianças (FREITAS *et al.*, 2019b; ROMÃO *et al.*, 2019; VORMITTAG; OLIVEIRA; GLERIANO, 2018). De forma semelhante, houve um aumento no relato de afecções de pele em uma população ribeirinha da cidade de Colatina, Espírito Santo, nos segundo e quarto meses após o rompimento da barragem de rejeitos de Mariana (MG) (ROCHA *et al.*, 2016).

Eventos respiratórios, cutâneos e oftálmicos também podem ter incidência aumentada após outros tipos de desastres. Cerca de 5 anos após o colapso do *World Trade Center* (Nova Iorque, 2001), Antao *et al.* (2019) encontraram maior chance de eventos respiratórios como



falta de ar, tosse persistente, asma e doença pulmonar obstrutiva crônica entre pessoas que relataram ter executado limpeza doméstica da poeira originada do desastre. Dermatite atópica ou infecções cutâneas causadas por fungos, bactérias e vírus foram diagnosticadas entre 10 e 30 dias após a ocorrência de um tsunami na Indonésia em dezembro de 2004 (LEE *et al.*, 2006). Diagnóstico de conjuntivite também foi realizado entre 1 e 2 meses em pessoas atingidas pelo terremoto e tsunami que ocorreu no leste do Japão em 2011 (DOI *et al.*, 2014).

3.3.6. Doenças do aparelho geniturinário

A Insuficiência Renal Crônica (IRC) destaca-se entre as doenças do aparelho geniturinário que tem sua incidência e evolução potencialmente impactadas por desastres. Por exemplo, após cerca de 2,5 anos do desastre nuclear de Fukushima (2011), foi evidenciado maior risco de desenvolvimento de IRC entre adultos e idosos que foram evacuados da região afetada, em comparação àqueles que puderam permanecer em suas casas. Neste caso, acredita-se que o estresse psicológico, causado pelo processo de evacuação, associado à dificuldade para tratamento e controle de fatores de risco para a IRC, como a hipertensão arterial e o diabetes, podem ter contribuído para o aumento da incidência deste agravo em longo prazo (HAYASHI *et al.*, 2017).

Além disso, portadores de IRC são extremamente vulneráveis durante desastres. Primeiro, situações emergenciais podem comprometer o acesso à dieta adequada, contribuindo para o agravamento da condição de saúde desses pacientes. Além disso, esses pacientes podem ter comorbidades associadas, como o diabetes e a hipertensão, e o descontrole desses agravos no período pós-desastre pode contribuir para a piora no prognóstico da IRC. Terceiro, pacientes em hemodiálise podem ter o tratamento temporariamente interrompido devido a danos nas estruturas de serviços de saúde e de meios de transporte, impedindo tanto a realização das sessões de hemodiálise quanto o acesso do paciente ao centro de diálise (YOO *et al.*, 2019; SEVER *et al.*, 2020).

Sendo assim, este cenário pode favorecer o aumento da mortalidade por IRC, como evidenciado em um estudo ecológico desenvolvido com populações residentes em zonas litorâneas de três prefeituras atingidas pelos grandes tsunamis e terremotos do leste do Japão (2011). Neste estudo, foram avaliados dados secundários nos 12 meses anteriores e posteriores ao desastre, sendo constatado um risco de morte por IRC três vezes maior no ano



pós-desastre quando comparado ao ano pré-desastre. Além disso, foi verificado que o risco de morte diminuiu gradativamente até tornar-se nulo ao fim de, aproximadamente, seis meses do desastre (TSUKINOKI *et al.*, 2018).

3.3.7. Afecções do período perinatal

Desastres podem causar alterações na infraestrutura urbana, que por sua vez afetam a saúde materno-infantil. A interrupção total ou parcial do funcionamento de serviços de saúde pode comprometer o atendimento pré-natal e o trabalho de prevenção de infecções congênitas e perinatais, como da sífilis congênita e do Vírus da Imunodeficiência Humana. Paralelamente, a interrupção dos serviços de saneamento básico pode expor a mulher a patógenos e também favorecer a disseminação de infecções congênitas e perinatais, como a toxoplasmose (KHAN; MORRIS; BHUTTA, 2017). Níveis elevados de estresse também podem contribuir para a adoção de comportamentos de risco como o tabagismo e o uso de bebidas alcoólicas ou outras drogas, fatores estes relacionados com doenças como sífilis, hepatite B e infecções pelo HIV, citomegalovírus ou herpes simples (KHAN; MORRIS; BHUTTA, 2017; MREJEN; PERELMAN; MACHADO, 2020).

3.3.8. Causas externas - Intoxicação exógena

O rompimento da Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão pode ter exposto a população à metais com potencial de toxicidade. Durante o monitoramento da qualidade da água do rio Paraopeba pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), no período de janeiro/2019 a abril/2020, foram constatadas que as medianas de concentração de alumínio, ferro dissolvido e manganês ao longo de 279 Km do rio, em todo o período de avaliação, foram superiores ao limite máximo estabelecido, com exacerbação desses valores nos períodos chuvosos (RAMOS *et al.*, 2020).

Condição semelhante já havia sido descrita para o desastre da Samarco no ano de 2015 (VITÓRIA *et al.*, 2019). Amostras de água contaminada pelos rejeitos de mineração coletadas três semanas após o rompimento da barragem indicaram níveis de ferro e manganês 4,0 e 1,5 vezes maiores, respectivamente, quando comparados aos valores de referência (SEGURA *et al.*, 2016). Já as amostras de lama revelaram abundância de elementos como ferro, manganês,



cobre, cromo e dióxido de silício, porém todos dentro dos limites estabelecidos pelos órgãos ambientais brasileiros. Ademais, bioensaios toxicológicos nessas amostras de lama indicaram potencial citotóxico e de danos às moléculas de ácido desoxirribonucleico (SEGURA *et al.*, 2016).

Os metais presentes na lama de rejeitos atingem rios e podem ser assimilados por peixes através das guelras, pele e trato digestivo, sendo esta uma fonte potencial de exposição humana a elementos tóxicos. Análise de amostras de músculo dorso-lateral, coletadas em peixes do rio Paraopeba nos meses de agosto e dezembro de 2019, indicaram que havia maiores concentrações medianas de ferro, manganês, níquel e zinco em amostras obtidas à jusante do local de rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão quando comparadas às amostras coletadas à montante deste ponto (PARENTE *et al.*, 2021).

Contaminação também ocorre em desastres tecnológicos de vazamento de petróleo, os quais trazem sérios impactos ao meio ambiente, à economia pesqueira e à saúde das pessoas. Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são encontrados no petróleo bruto e podem se acumular em peixes e frutos do mar, comprometendo potencialmente a saúde daqueles que ingerem estes alimentos contaminados (BARBOZA; FREITAS, 2019; YENDER; MICHEL; LORD, 2002). Tal fato foi evidenciado na explosão da plataforma *Deepwater Horizon* (Golfo do México, 2010), com derramamento de 200 milhões de galões de petróleo, levando à suspensão temporária do consumo de peixes e frutos do mar pela *Food and Drug Administration* dos Estados Unidos (ROTKIN-ELLMAN; WONG; SOLOMON, 2012). No ano de 2019, o Brasil também vivenciou o maior derramamento de petróleo da história do país, provavelmente oriundo de vazamento em algum navio em trânsito pela costa brasileira (PENA *et al.*, 2020; CARMO; TEIXEIRA, 2020). O desastre afetou 4.334 Km de faixa litorânea na região Nordeste e levou ao aumento de notificações por intoxicação exógena na população que entrou em contato com o petróleo, com predominância de intoxicação por via cutânea e respiratória e tendo como principais sintomas cefaleia, náuseas e tontura (BRASIL, 2019; PENA *et al.*, 2020).

Dessa forma, acredita-se que rejeitos contidos em barragens de mineração podem causar danos à saúde da população atingida pelo rompimento dessas estruturas (ROMÃO *et al.*, 2019; SEGURA *et al.*, 2016). O contato com estes compostos pode alterar algumas funções biológicas em médio e longo prazos, principalmente, em crianças, com possíveis repercussões



clínicas tardias, entre elas danos a órgãos-alvo específicos e ao sistema nervoso, transtornos mentais e depressão, dermatites, diabetes, diarreias, gastroenterites e hipertensão arterial sistêmica (FREITAS *et al.*, 2019b; PEIXOTO e ASMUS, 2020).

3.3.9. Causas externas – Violência interpessoal e autoprovocada

Desastres podem contribuir para o aumento de fatores de risco para a violência, como a instabilidade econômica, insegurança alimentar, estresse psicológico, abuso de substâncias psicoativas, desestruturação familiar, colapso do sistema de controle social e policiamento. Este cenário, associado a maior situação de vulnerabilidade de grupos específicos, pode contribuir para o aumento de violência, especialmente contra mulheres e crianças (CERNA-TUROFF *et al.*, 2019; 2021).

Metanálise de 11 estudos, majoritariamente transversais, conduzidos nos Estados Unidos no período de 2000 a 2018, indicou a ocorrência de violência contra crianças em períodos após desastres naturais, principalmente relacionados à violência física, castigo corporal e violência sexual. No entanto, não foi encontrada evidência estatística significativa do efeito dos desastres sobre o aumento da violência contra crianças, possivelmente pela subnotificação de casos de violência e o cenário predominante de um país com melhor infraestrutura e recursos para lidar com desastres naturais (CERNA-TUROFF *et al.*, 2019).

Associações positivas entre a exposição a desastres naturais e violência contra a mulher também têm sido encontradas. Revisão sistemática de literatura indicou que, entre os 20 estudos de abordagem quantitativa, oito estudos longitudinais ou quasi-experimentais verificaram um aumento na ocorrência de violência contra mulheres ou meninas, com destaque para atos violentos provocados por parceiro íntimo após a ocorrência de desastres naturais em países da África Subsaariana, Espanha, Estados Unidos, Índia e Japão (THURSTON *et al.*, 2021).

Desastres também podem ser um gatilho para o desenvolvimento de comportamento suicida (ideação suicida, tentativa de suicídio ou suicídio), especialmente entre pessoas em maior situação de vulnerabilidade, como a presença de transtorno mental anterior (KÖLVES *et al.*, 2013; BROWN *et al.*, 2018). No entanto, revisão sistemática indicou não haver um padrão na direção do risco de morte por suicídio em decorrência de desastres naturais, com estudos



indicando aumento, diminuição ou ausência de mudança na mortalidade no período pós-desastre (KÖLVES *et al.*, 2013). Por outro lado, parece haver uma tendência de queda nos casos de ideações suicidas em até seis meses decorridos dos desastres, fase comumente marcada por maior sentimento de união entre pessoas (KÖLVES *et al.*, 2013).

Há alguma evidência de que desastres como o rompimento de barragem de rejeitos possam estar associados ao aumento do risco de suicídio entre as pessoas afetadas. Em estudo transversal realizado com 225 adultos residentes na cidade de Mariana (MG) após 2 anos do rompimento da barragem da Samarco (2015), foi identificado risco de suicídio entre 16,4% dos entrevistados, sendo que 12,4% mencionaram desejo de morte; 6,7% relataram ideação suicida; 4,4% relataram tentativa de suicídio; e 1,8% tentaram o suicídio no último mês (NEVES *et al.*, 2018).

3.3.10. Mortalidade

Há evidências de aumento na mortalidade geral e por causas específicas em períodos pós-desastres (SAULNIER; KIBACKE; SCHREEB, 2017). Por exemplo, um estudo ecológico apontou que, decorridos três meses do furacão Sandy (2012), cidades afetadas no estado de Nova Jersey (Estados Unidos) apresentaram um aumento de 7% na mortalidade por todas as causas, de 24% na mortalidade por doenças respiratórias, de 20% na mortalidade por doenças infecciosas e de 6% na mortalidade por doenças cardiovasculares quando comparado aos anos anteriores ao desastre, sendo este impacto maior entre pessoas idosas. Ainda, este mesmo estudo encontrou um aumento de 26% na mortalidade por acidentes entre aqueles com 76 anos ou mais de idade (KIM *et al.*, 2017).

No entanto, não foi observado aumento da mortalidade geral ou por algumas causas específicas, entre elas doenças cardiovasculares, câncer, doenças respiratórias e causas externas, no período de 12 meses após um furacão no Havaí (1992), quando comparado aos cinco anos anteriores ao desastre. Algumas hipóteses foram levantadas pelos autores para explicar essa ausência de associação, sendo muito provável que tenha havido fatores de confusão não controlados nas análises, mas também foi considerada a hipótese de redução do estresse na população atingida devido a ações efetivas para a mitigação dos danos materiais e psicológicos causados pelo desastre (HENDRICKSON; VOGT, 1996).



3.4. Sistemas de Informação em Saúde e o monitoramento do impacto de desastres ambientais

Para identificar os impactos de desastres ambientais na saúde da população, é necessário ampliar e aprofundar a estratégia de vigilância em saúde. A epidemiologia de desastres se insere nesse contexto pois se refere ao estudo dos efeitos e impactos de desastres ambientais sobre a saúde das populações afetadas, bem como o seu monitoramento (BINDER; SANDERSON, 1987). De uma forma geral, o objetivo da epidemiologia dos desastres é mensurar e descrever os efeitos dos desastres sobre o perfil epidemiológico de morbimortalidade e os fatores que contribuem para estes efeitos. Assim, a epidemiologia de desastres deve ser vista em um contexto mais amplo no qual a coleta e análise de dados está relacionada a processos de decisão imediatos e de médio e longo prazos, para monitorar e reduzir os impactos adversos na saúde decorrentes dos desastres ambientais (NOJI, 1995).

Os resultados destas investigações possibilitam a avaliação de necessidades das populações afetadas pelo desastre, o planejamento do uso eficiente de recursos conforme as necessidades observadas, a prevenção de efeitos adversos adicionais à saúde, a avaliação da efetividade das ações de mitigação e o planejamento para evitar possíveis futuros desastres (BINDER; SANDERSON, 1987; GUHA-SAPIR; LECHAT, 1986). Em última instância, o conhecimento epidemiológico dos processos de adoecimento e morte, e dos diferentes traumas e doenças causadas por desastres ambientais é essencial para subsidiar e avaliar o uso apropriado e efetivo de recursos públicos para mitigar os seus impactos na saúde, incluindo os recursos humanos, rede de serviços, e intervenções para promoção e prevenção de doenças e agravos (NOJI, 1995).

A vigilância epidemiológica caracteriza-se pela “coleta, análise e interpretação sistemática de dados em saúde de forma contínua, essencial para o planejamento, implementação e avaliação da prática em saúde pública integrada à disseminação no momento adequado destes dados para aqueles que precisam saber” (THACKER; BERKELMAN, 1988). De uma forma geral, as informações necessárias para a realização de estudos epidemiológicos, incluindo aqueles voltados para a epidemiologia de desastres, podem ser obtidas de forma direta da população (estudos epidemiológicos primários) ou a partir de bases de dados existentes (estudos epidemiológicos secundários), frequentemente usados na vigilância epidemiológica.



Considerando-se as consequências duradouras dos desastres ambientais para a saúde, a utilização de sistemas e de programas de vigilância epidemiológica é necessária não apenas para monitorar as condições de saúde vigentes, como também para identificar padrões e tendências, e avaliar o impacto de intervenções do poder público e da sociedade civil na morbimortalidade da população afetada (LUCCHINI *et al.*, 2017). Nesse contexto, os Sistemas de Informação em Saúde constituem-se em ferramentas necessárias à vigilância epidemiológica para a tomada de decisões e o desenvolvimento de ações de promoção da saúde e de prevenção e controle de doenças na população brasileira (BRASIL, 2009). Sistemas de Informação em Saúde são compreendidos como o conjunto de estruturas administrativas e unidades de produção, perfeitamente articuladas, com vistas à obtenção de dados, mediante o seu registro, coleta, processamento, análise, transformação dos dados em informação e a sua oportuna divulgação (BRASIL, 2009).

Através do uso dos Sistemas de Informação em Saúde, é possível consultar bases que agregam milhões de dados da população que são rotineiramente alimentados por municípios e estados. Seu objetivo é fornecer dados secundários para a análise da situação de saúde no nível municipal, estadual ou federal e, dessa forma, facilitar a formulação e a avaliação de políticas, planos e programas de saúde (BRASIL, 2009). Entre estes sistemas, estão o Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), o Sistema de Informação Hospitalar (SIH), Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC) e o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

3.4.1. Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM

O SIM é o mais antigo sistema de saúde, tendo sido criado em 1975 e informatizado a partir de 1979. Este sistema disponibiliza dados relativos à Declaração de Óbito (DO), instrumento padronizado e de preenchimento obrigatório em todo o território nacional. A partir da DO, são obtidos dados de características sociodemográficas da pessoa, além de data, local e causas básicas e associadas ao óbito. Sendo assim, o SIM constitui-se uma importante ferramenta para delinear o perfil de mortalidade de um determinado local, obtendo-se, por exemplo, taxas de mortalidade geral, infantil e materna, além de mortalidade proporcional e letalidade de agravos (BRASIL, 2009).



3.4.2. Sistema de Informação Hospitalar – SIH

Com dados informatizados desde o ano de 1984, o SIH reúne informações relacionadas aos agravos à saúde de internação hospitalar realizadas no Sistema Único de Saúde (SUS). Este sistema abrange cerca de 70% do total das internações hospitalares no país, ou seja, todas aquelas oriundas de hospitais públicos municipais, estaduais e federais, hospitais filantrópicos, hospitais universitários e de ensino, e de hospitais privados conveniados ao SUS. O sistema reúne as autorizações de internação hospitalar (AIH), as quais contém informações sociodemográficas do paciente, diagnóstico de internação e de alta, local e data da internação, entre outras. Dessa forma, o SIH permite a avaliação da cobertura da rede hospitalar vinculada ao SUS, além de possibilitar o acompanhamento do número absoluto de internações conforme tipo de agravo (BITTENCOURT; CAMACHO; LEAL, 2006; BRASIL, 2009).

3.4.3. Sistema de Informação de Nascidos Vivos – SINASC

Com informações disponíveis desde o ano de 1994, o SINASC tem o objetivo de registrar sistematicamente as informações sobre os nascidos vivos em todo o território nacional, sejam eles ocorridos dentro ou fora de estabelecimentos de saúde. O nascido vivo é o produto de um nascimento vivo, ou seja, “a expulsão ou extração completa do corpo da mãe de um produto de concepção que, independentemente da duração da gravidez, depois da separação, respire ou apresente qualquer outro sinal de vida”. O SINASC tem como instrumento de coleta a Declaração de Nascido Vivo (DNV), com campos para preenchimento de informações sobre gestação e parto, peso ao nascer, características sociodemográficas da mãe, entre outras. Portanto, o SINASC é uma ferramenta útil para a construção de indicadores da saúde materno-infantil como taxas de mortalidade infantil, taxa de mortalidade materna, proporção de nascimentos prematuros ou proporção de nascidos vivos com baixo peso (BRASIL, 2009; 2011).

3.4.4. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN

O SINAN foi desenvolvido entre os anos de 1990 e 1993 e tem como objetivo coletar e processar dados de todo o território nacional sobre casos e doenças que constam na lista



nacional de doenças de notificação compulsória (BRASIL, 2016a), sendo também permitido que estados e municípios incluam outros problemas de saúde para adequar o sistema ao perfil epidemiológico específico de uma determinada população. O sistema é alimentado por meio de formulários padronizados, entre eles a Ficha de Notificação Individual, a qual é preenchida pelo profissional de saúde mediante a identificação de casos suspeitos ou confirmados de agravos de notificação compulsória. Nesta ficha, constam, entre outras informações, características sociodemográficas da pessoa e informações sobre data, locais de residência e de ocorrência do agravo, tipo de agravo e datas de notificação e do início dos sintomas. Diante disso, o SINAN mostra-se uma ferramenta útil para estimar a magnitude de problemas de saúde na população, permitindo o monitoramento de casos incidentes e prevalentes, bem como a detecção de surtos e epidemias (BRASIL, 2009; LAGUARDIA *et al.*, 2004).

3.5. Condições sociodemográficas e vulnerabilidade a desastres ambientais

Fatores sociais, físicos, econômicos e ambientais podem contribuir para aumentar a susceptibilidade e exposição de uma comunidade a eventos adversos relacionados à ocorrência de um desastre ambiental. Portanto, a intensidade dos danos à saúde causados por desastres está atrelada à condição de vulnerabilidade e fatores como o sexo, idade e condição socioeconômica da população atingida (FURTADO *et al.*, 2014; UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION, 2020).

Homens e mulheres podem vivenciar eventos catastróficos de formas diferentes. Por exemplo, revisão narrativa de estudos pós-desastre evidenciou que os sintomas de estresse ou transtornos mentais foram mais frequentes entre as mulheres, enquanto homens eram mais propensos a consumirem bebidas alcoólicas em excesso (NORRIS *et al.*, 2002). Já um estudo longitudinal conduzido com pessoas afetadas pelo desastre nuclear de Fukushima, em 2011, encontrou maior risco de desenvolvimento de hipertensão arterial somente para homens que foram evacuados do seu local de moradia, quando comparados aos não evacuados. Para os autores, este resultado pode ser atribuído ao maior ganho de peso e à maior proporção de desempregados entre os homens evacuados em relação àqueles que permaneceram em suas moradias (OHIRA *et al.*, 2016).



Pessoas em pior condição socioeconômica têm maior probabilidade de viver em locais de maior risco e, geralmente, apresentam maiores dificuldades de superar os impactos negativos de desastres (UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION, 2021). Revisão narrativa de estudos conduzidos no período pós-desastre em 29 países de cinco continentes evidenciou que adultos com menor renda ou escolaridade apresentaram maior frequência de transtornos mentais (NORRIS *et al.*, 2002). Da mesma forma, estudo longitudinal conduzido com vítimas do desabamento do *World Trade Center* no ano de 2001 verificou maior busca por serviço emergencial devido a complicações relacionadas à asma entre aqueles com menor renda *per capita*, o que pode ser parcialmente atribuído às dificuldades encontradas por essa população para o tratamento e controle da doença, como dificuldade de acesso a transporte e ausência de seguro de saúde (BRITE *et al.*, 2020).

Já o efeito da idade na intensidade dos impactos de desastres parece ser menos consistente. Em estudo ecológico desenvolvido por Morita *et al.* (2017), foi encontrado que o risco de mortalidade geral se manteve elevado entre as mulheres com idade ≥ 85 anos após os três meses que sucederam o desastre de Fukushima, Japão, ao passo que este risco foi elevado apenas no primeiro mês entre pessoas mais jovens. Por outro lado, há alguma evidência de que o impacto de desastres na saúde mental é maior entre adultos de meia-idade, possivelmente devido à maior preocupação desse grupo com a manutenção de emprego e o cuidado com filhos (NOMURA *et al.*, 2016; NORRIS *et al.*, 2002).



4. Métodos

4.1. Região de Estudo

4.1.1. Região de referência (municípios diretamente afetados)

Conforme definido pela Chamada Pública Interna Induzida n.º. 37/2020, a região de referência (municípios diretamente afetados) compreende os seguintes municípios, de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, incluindo: (1) Betim, (2) Brumadinho, (3) Curvelo, (4) Esmeraldas, (5) Florestal, (6) Fortuna de Minas, (7) Igarapé, (8) Juatuba, (9) Maravilhas, (10) Mário Campos, (11) Martinho Campos, (12) Papagaios, (13) Pará de Minas, (14) Paraopeba, (15) Pequi, (16) Pompéu, (17) São Joaquim de Bicas, (18) São José da Varginha, (19) Sarzedo (Quadro 1 e Figuras 1, 2 e 3) (PROJETO BRUMADINHO-UFMG, 2020).

4.1.2. Municípios controle

Foram selecionados 81 municípios vizinhos considerados controles, que estão no entorno dos municípios diretamente afetados, e que incluem todos os municípios das Regiões 4 e 5 da bacia do Rio Paraopeba. Destes, 40 são municípios de 1ª ordem e os demais 41 são de 2ª ordem (Quadro 1 e Figuras 1, 2 e 3). Municípios de 1ª ordem são aqueles territorialmente adjacentes (que compartilham fronteira) aos municípios de referência, e os de 2ª ordem são adjacentes aos de 1ª ordem.

Sobre a definição de inclusão dos municípios supracitados, pontuam-se algumas vantagens sob a perspectiva de análise de dados. Foi proposto o uso de modelos estatísticos espaço-temporais sob a hipótese de dependência espacial das observações entre os municípios e heterogeneidade nos períodos pré- e pós-rompimento. Nestes modelos, é suposto *a priori* que as taxas de morbimortalidade apresentem maior correlação entre municípios geograficamente próximos do que entre municípios mais afastados. Neste contexto, considerar um mapa totalmente interligado, denominado um mapa conexo, oportuniza a utilização da modelagem proposta, uma matriz de vizinhança do tipo compartilhamento de fronteira. Além disso, o processo de estimação possibilita avaliar a precisão das estimativas (com base nas informações dos vizinhos), resultando também em estimativas mais suavizadas, e permitindo



estimar não apenas o risco pontual, mas também os intervalos de valores plausíveis dessas estimativas (Intervalos de Credibilidade). Do ponto de vista epidemiológico, o ganho se traduz na possibilidade de avaliar possível diferença dos efeitos a depender da distância com relação aos municípios diretamente afetados (entre vizinhos de 1ª e 2ª ordens), e verificar presença de gradiente nas magnitudes das associações com alguns indicadores de morbimortalidade de acordo com a distância da região diretamente afetada. Ressalta-se ainda que toda a proposta do projeto é focada na análise de dados secundários, de tal forma que um número maior de municípios observados teria implicação direta apenas no tempo de coleta de informações, já disponíveis para acesso público.

Quadro 1 – Municípios selecionados de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo (municípios diretamente afetados), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem) do estado de Minas Gerais.

(continua)

| Municípios diretamente afetados (n=19) | Municípios vizinhos de 1ª ordem (n = 40) | Municípios vizinhos de 2ª ordem (n = 41) |
|---|---|---|
| Betim | Abaeté | Araújos |
| Brumadinho | Araçai | Augusto de Lima |
| Curvelo | Belo Horizonte | Baldim |
| Esmeraldas | Belo Vale | Biquinhas |
| Florestal | Bom Despacho | Carmo do Cajuru |
| Fortuna de Minas | Bonfim | Cedro do Abaeté |
| Igarapé | Cachoeira da Prata | Conceição do Mato Dentro |
| Juatuba | Caetanópolis | Confins |
| Maravilhas | Capim Branco | Congonhas |
| Mário Campos | Conceição do Pará | Congonhas do Norte |
| Martinho Campos | Contagem | Crucilândia |
| Papagaios | Cordisburgo | Estrela do Indaiá |
| Pará de Minas | Corinto | Funilândia |
| Paraopeba | Dores do Indaiá | Gouveia |
| Pequi | Felixlândia | Itaguara |
| Pompéu | Ibirité | Jaboticatubas |
| São Joaquim de Bicas | Igaratinga | Jeceaba |
| São José da Varginha | Inhaúma | Jequitibá |
| Sarzedo | Inimutaba | Lagoa Santa |
| | Itaúna | Lassance |



Quadro 1 – Municípios selecionados de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo (municípios diretamente afetados), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem) do estado de Minas Gerais.

(continuação)

| Municípios diretamente afetados (n=19) | Municípios vizinhos de 1ª ordem (n = 40) | Municípios vizinhos de 2ª ordem (n = 41) |
|---|---|---|
| | Itabirito | Luz |
| | Itatiaiuçu | Moema |
| | Leandro Ferreira | Monjolos |
| | Mateus Leme | Nova Serrana |
| | Matozinhos | Ouro Preto |
| | Moeda | Piedade dos Gerais |
| | Morada Nova de Minas | Prudente de Moraes |
| | Morro da Garça | Raposos |
| | Nova Lima | Rio Acima |
| | Onça de Pitangui | Sabará |
| | Paineiras | São Gonçalo do Abaeté |
| | Pedro Leopoldo | São Gonçalo do Pará |
| | Pitangui | São Gotardo |
| | Presidente Juscelino | São José da Lapa |
| | Quartel Geral | Santa Bárbara |
| | Ribeirão das Neves | Santa Luzia |
| | Rio Manso | Santana do Riacho |
| | Santana de Pirapama | Santo Antônio do Monte |
| | Santo Hipólito | Serra da Saudade |
| | Sete Lagoas | Tiros |
| | | Vespasiano |



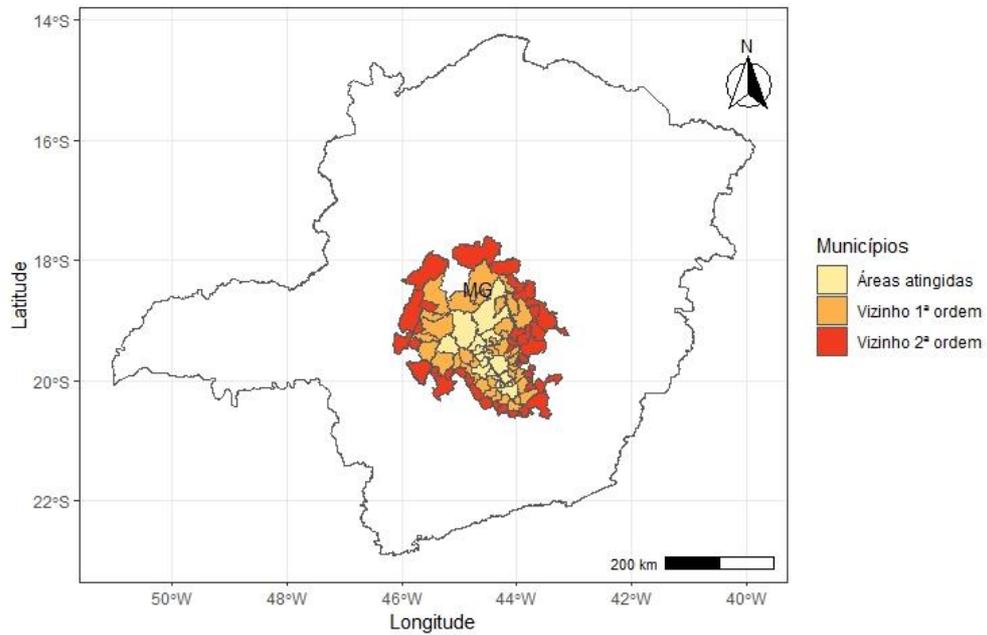


Figura 1 – Localização da região de estudo no território brasileiro. Brasil, 2010. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011

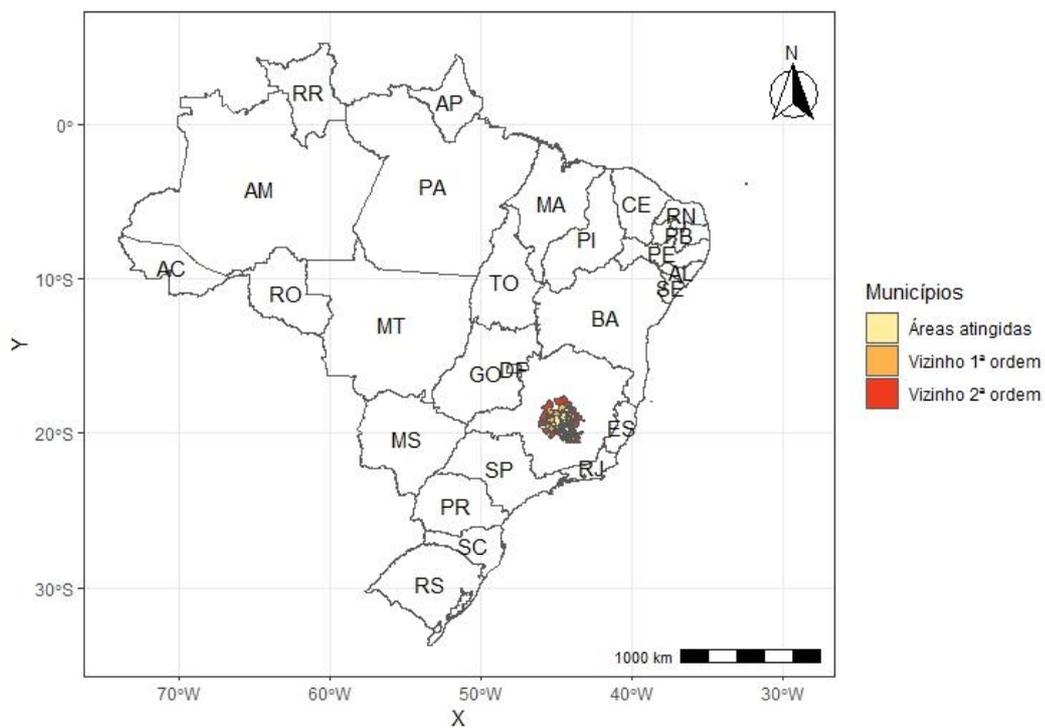


Figura 2 – Municípios selecionados de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo (municípios diretamente afetados – em amarelo), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem – em laranja) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem – em vermelho) do estado de Minas Gerais, 2010. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



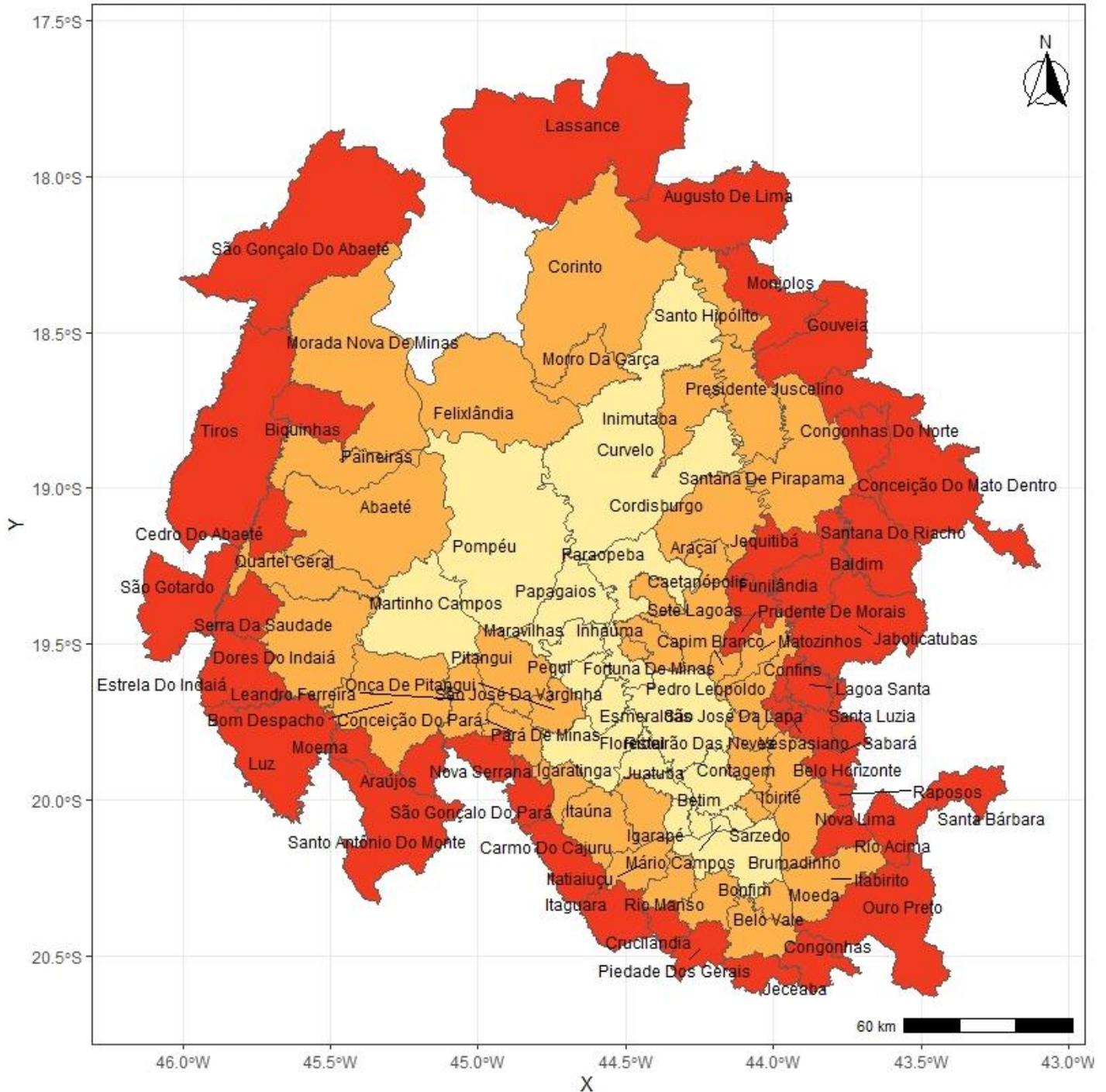


Figura 3 – Região de estudo com nomes dos municípios diretamente afetados (em amarelo), municípios controle limítrofes aos afetados (municípios vizinhos de 1ª ordem – em laranja) e municípios próximos aos municípios que fazem limite com os afetados (municípios vizinhos de 2ª ordem – em vermelho) do estado de Minas Gerais, 2010. Nota: Elaboradores: Taynã César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



4.2. Doenças e condições de saúde selecionadas

A escolha dos agravos em saúde e indicadores de morbimortalidade teve como subsídio o impacto potencial do desastre ambiental para a saúde, a partir de três consequências, combinadas ou não entre si, conforme a proposta da Organização Panamericana de Saúde (BRASIL, 2014a):

- Interrupção do funcionamento normal do cotidiano local ou regional, envolvendo perdas e prejuízos (materiais e culturais, econômicos e ambientais), bem como ampliação dos riscos, doenças e óbitos;
- Sobrecarga das capacidades institucionais locais ou estaduais, superior à sua capacidade de atuação com uso de seus próprios recursos; e
- Alteração dos contextos de produção de riscos e doenças, entre características preexistentes e novas, criados após o evento, resultando em uma sobreposição de condições de risco e danos ambientais e humanos nos territórios e populações afetados, possíveis de se prolongar por meses e anos.

Cabe destacar que as consequências do desastre podem atuar de forma combinada ou não representando riscos à saúde e uma mesma condição de saúde pode estar associada com uma ou mais destas consequências. Por estas razões, as doenças e condições de saúde investigadas não foram especificadas em função de uma ou outra consequência do desastre.

Os critérios específicos para a escolha das doenças e agravos em saúde e indicadores de morbimortalidade selecionados foram:

- Problemas de saúde listados no item 3 da chamada “OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO”: “doenças mentais e comportamentais, intoxicações, doenças infecciosas, problemas respiratórios, afecções de pele entre outros” (PROJETO BRUMADINHO-UFMG);
- Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) (BRASIL, 2004; COSTA *et al.*, 2002; MOURA; LANDAU; FERREIRA, 2016);
- Estudos científicos anteriores que descrevem a incidência de doenças e problemas de saúde em populações afetadas por desastres ambientais, incluindo aqueles relacionadas à contaminação por materiais de origem química, como metais pesados, tais como lesões

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 75 de 393



neurológicas e doenças relacionadas ao sistema nervoso. Nesse contexto, o modelo teórico desenvolvido por FREITAS *et al.* (2019a, 2014) (Figura 4) também orientou a seleção das doenças e agravos em saúde e indicadores de morbimortalidade, apesar de não abranger toda a complexidade de mecanismos que explicam os potenciais riscos à saúde devido ao rompimento de barragens de rejeitos de mineração;

- As doenças e agravos em saúde cujos dados são disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) (BRASIL, 2008a), que utiliza a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1993), segundo Capítulo da CID-10, Grupo CID-10, Categoria CID-10 e Causa - CID-BR-10.

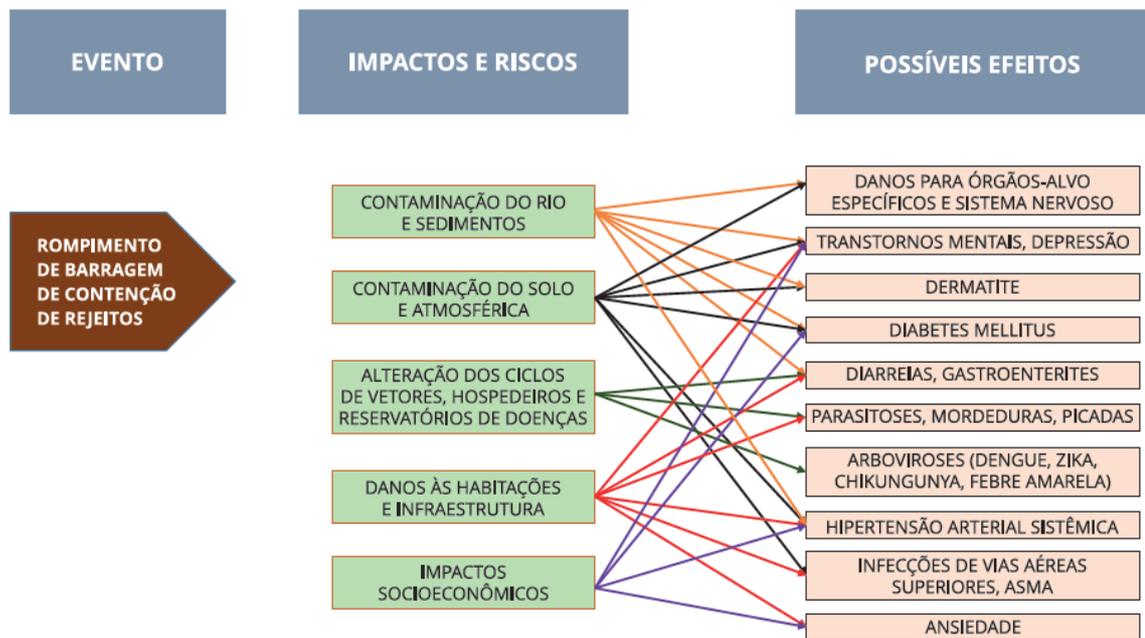


Figura 4 – Potenciais efeitos sobre à saúde devido aos impactos e riscos causados por desastres de rompimento de barragem de contenção de rejeitos.

Fonte: Freitas *et al.*, 2014

Alguns aspectos inerentes à proposta e às fontes de dados devem ser considerados para a interpretação dos resultados:

- Tempo de acompanhamento insuficiente para alterar a incidência do evento no caso de doenças crônicas com longos períodos de latência. Ou seja, é possível que alterações na



morbimortalidade sobre um conjunto de doenças crônicas não transmissíveis não sejam observáveis (ou estatisticamente significantes) no pequeno período de tempo compreendido do presente estudo após o rompimento da barragem;

- A maioria dos dados disponíveis de morbidade, em especial o SIH, referem-se exclusivamente à população usuária do SUS, e a cobertura das informações irá variar segundo o percentual de usuários do SUS em cada município. Além disso, os sistemas de informações de internações (SIH) e de notificação (SINAN) referem-se à notificação de eventos e não a pessoas, ou seja, uma pessoa pode gerar mais de uma notificação, e aumentos de notificações não podem ser interpretados com segurança como aumento do número de pessoas acometidas na população;

- Alguns eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados pela exposição ao rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho, como sofrimento mental (depressão e ansiedade) ou comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de bebidas alcólicas e outras substâncias psicoativas), não são objeto de notificações em sistemas de saúde disponíveis para municípios. Os dados de inquéritos de saúde como os da Pesquisa Nacional de Saúde (2013 e 2018) ou o VIGITEL não estão disponíveis para os municípios incluídos na presente Chamada.

No Quadro 2, estão descritas as doenças e condições de saúde selecionadas conforme o item 3 do edital “OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO” (PROJETO BRUMADINHO-UFMG), bem como conforme Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) (COSTA *et al.*, 2002; MOURA; LANDAU; FERREIRA, 2016), Capítulos da 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1993) e a fonte dos dados disponível no DATASUS.



Quadro 2 – Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte dos dados.

(continua)

| Doenças e condições de saúde de acordo com capítulos da CID-10 | Fonte |
|---|---------------------|
| <p>Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias</p> <p>Tuberculose (do aparelho geniturinário; do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos; do sistema nervoso; óssea e das articulações; miliar)*</p> <p>Doenças de transmissão feco-oral (amebíase; diarreia e gastroenterite; cólera; outras infecções por <i>Salmonella</i>; shigelose; outras infecções intestinais bacterianas; outras doenças intestinais por protozoários; febre tifoide* e paratifoide; hepatites virais*; infecções intestinais virais, outras e as não especificadas)</p> <p>Doenças transmitidas por inseto vetor (dengue*; febre amarela; leishmaniose visceral*; leishmaniose tegumentar*; filariose; malária*; doença de Chagas)</p> <p>Doenças transmitidas através do contato com a água (esquistossomose*; leptospirose)</p> <p>Doenças relacionadas com higiene (tracoma; conjuntivite viral; micoses; dermatofitose)</p> <p>Geohelmintos e teníases (oxiuríase; cisticercose; infecção por <i>Echinococcus granulosus</i>; infecção por <i>Taenia</i>; ancilostomose; ascariíase; estrogiloidíase; tricuriíase)</p> | SIM SIH SINAN |
| <p>Capítulo IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas</p> <p>Diabetes <i>mellitus</i></p> | SIM SIH |
| <p>Capítulo V – Transtornos mentais e comportamentais</p> <p>Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas</p> <p>Transtornos de humor (afetivos)</p> <p>Transtornos neuróticos, relacionados com estresse ou somatoformes</p> <p>Outros transtornos mentais e comportamentais</p> | SIM SIH |
| <p>Capítulo VII – Doenças do olho e anexos</p> <p>Conjuntivite</p> <p>Transtornos da conjuntiva</p> | SIM SIH |
| <p>Capítulo IX – Doenças do aparelho circulatório</p> <p>Hipertensão essencial (primária)</p> <p>Doenças hipertensivas</p> <p>Infarto agudo do miocárdio</p> <p>Doenças isquêmicas do coração</p> <p>Doenças cerebrovasculares</p> | SIM SIH |
| <p>Capítulo X – Doenças do aparelho respiratório</p> <p>Tuberculose pulmonar*</p> <p>Tuberculose respiratória*</p> <p>Bronquectasia</p> <p>Pneumoconiose</p> <p>Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores</p> <p>Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas</p> <p>Doenças crônicas das vias aéreas inferiores</p> <p>Outras doenças das vias aéreas superiores</p> <p>Asma</p> | SIM SIH SINAN |



Quadro 2 – Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte de informação disponível.
(continuação)

| | |
|--|------------|
| Capítulo XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo | |
| Doenças de pele e do tecido subcutâneo | SIM |
| Outras doenças de pele e do tecido subcutâneo | SIH |
| Infecções de pele e do tecido subcutâneo | |
| Capítulo XIV – Doenças do aparelho geniturinário | |
| Insuficiência Renal Crônica | SIM |
| Insuficiência Renal não especificada | SIH |
| Capítulo XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal | |
| Infecções específicas do período perinatal | SIM SIH |
| Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas** | SIH |
| Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade | |
| Acidentes de transporte | |
| Outras causas externas de traumatismos acidentais | |
| Envenenamento [intoxicação] acidental por e exposição a substâncias nocivas | SIM |
| Lesões autoprovocadas intencionalmente | SIH |
| Agressões* | SINAN |
| Eventos (fatos) cuja intenção é indeterminada | |
| Sequelas de causas externas de morbidade e de mortalidade | |
| Todas as causas | SIM |
| Doenças dos capítulos I ao XX | SIH |
| Causas naturais | |
| Doenças dos capítulos I ao XIX (SIM) | SIM |
| Doenças dos capítulos I ao XVIII (SIH) | SIH |

SIM: Sistema de Informação sobre Mortalidade; SIH: Sistema de Informação Hospitalar; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação; SINASC: Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos.

* Problemas de saúde avaliados no SINAN

** Segundo as normas do SIH/SUS, as internações provocadas por causas externas devem ser classificadas, no diagnóstico principal, segundo o tipo de traumatismo, ou seja, pelo capítulo XIX. No entanto, existem situações em que é permitido que o diagnóstico principal seja classificado diretamente pelo capítulo XX (BRASIL, 2022; TOMIMATSU *et al.*, 2009)

4.3. Indicadores socioeconômicos e ambientais

No Quadro 3, são apresentados os indicadores socioeconômicos e ambientais analisados. Para os construtos de educação, saúde e saneamento, foram consideradas as dimensões do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) em sua versão mais recente (2018) (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021a). Para construtos de trabalho e renda, foram utilizados dados censitários ou disponíveis na Fundação João Pinheiro. Indicadores baseados em informações censitárias do ano de 2010 foram: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM; Índice de Gini; proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda; proporção de pessoas com baixa renda; e razão de renda. Indicadores disponíveis na



base de dados da Fundação João Pinheiro para os anos investigados no projeto foram: Produto Interno Bruto *per capita* (2010-2018); percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município (2014-2019); e taxa de emprego no setor formal (2010-2019).

Quadro 3 – Indicadores socioeconômicos selecionados.

| Construto | Indicador socioeconômico | Ano | Fonte |
|---|---|---|---|
| Educação | IMRS – Dimensão Educação Indicadores: -% pessoas de 15 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo; -taxa de distorção idade-série do ensino médio; -% docentes com formação classificada como grupo 1 na educação infantil; -% docentes com formação classificada como grupo 1 nos anos iniciais do ensino fundamental; -% docentes com formação classificada como grupo 1 nos anos finais do ensino fundamental; -% docentes com formação classificada como grupo 1 no ensino médio; -taxa de atendimento da educação básica; -índice de qualidade geral da educação; -taxa de distorção idade-série dos anos finais do ensino fundamental. | 2018 | http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/ |
| Saúde | IMRS – Dimensão Saúde Indicadores: -taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis; -taxa de mortalidade por câncer de colo de útero; -cobertura vacinal de pentavalente em menores de 1 ano; -% nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal; -% população atendida pela Estratégia de Saúde da Família; -% óbitos por causas mal definidas; -% internações hospitalares por condições sensíveis à atenção primária; -% internações de média complexidade de pacientes do SUS encaminhados para outra microrregião. | | |
| Saneamento | IMRS – Dimensão Saneamento e Meio Ambiente Indicadores: - % população urbana em domicílios com abastecimento de água (rede); -% população urbana em domicílios com esgotamento sanitário (rede); -% esgoto tratado; -% população urbana atendida com coleta direta de lixo; disposição final do lixo coletado; - índice de esforço de gestão das políticas de saneamento básico. | | |
| Trabalho e renda | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM (Censo) | 2010 | http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha |
| | Índice de Gini (Censo) | | |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (renda domiciliar mensal <i>per capita</i> <1/2 salário mínimo) | 2010 | https://datasus.saude.gov.br/trabalho-e-renda-censos-1991-2000-e-2010 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda (renda domiciliar mensal <i>per capita</i> <1/2 salário mínimo) | | |
| | Razão de renda | | |
| | Produto Interno Bruto <i>per capita</i> | 2010 a 2018 | |
| Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município | 2014 a 2019 | http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/ | |
| Taxa de emprego no setor formal | 2010 a 2019 | | |

IMRS: Índice Mineiro de Responsabilidade Social; %: percentual



O IMRS foi criado pela Fundação João Pinheiro com o intuito de indicar as condições de desenvolvimento dos municípios do estado de Minas Gerais por meio de diferentes dimensões. Como fonte de dados, são utilizados registros administrativos de prestações de contas anuais das prefeituras, ocorrências policiais, guias de atendimentos médico-hospitalares, registros dos programas de imunização e vigilância epidemiológica, registros de matrícula escolar, entre outros. O índice assume valores entre 0 e 1, em que valores próximos de 1 refletem melhores condições de desenvolvimento. Apesar da disponibilidade bienal do IMRS para o período de 2000 a 2018, os índices não são comparáveis entre si devido a alterações nas dimensões que os compõem e na metodologia de cálculo (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021a). Dessa forma, optou-se por utilizar apenas as dimensões de educação, saúde e saneamento e meio ambiente do ano de 2018, que é obtido pela combinação da média simples dos indicadores referentes aos anos de 2017, 2018 e 2019.

Indicadores censitários do construto de trabalho e renda em 2010 avaliados: 1) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), 2) Índice de Gini; 3) Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda; 4) Proporção de pessoas com baixa renda; e 5) Razão de renda. O IDHM é uma medida sumária de três dimensões do desenvolvimento humano (longevidade, educação e renda), com valores entre 0 e 1, em que valores mais altos indicam melhor desenvolvimento humano (ATLAS BRASIL, 2021). O Índice de Gini mensura a desigualdade na distribuição de renda de uma determinada população, assumindo valores entre 0 e 1, em que 0 reflete a perfeita igualdade na distribuição de renda, e o 1 perfeita desigualdade (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011). Para indicadores de proporção de crianças ou de pessoas em situação de baixa renda, adotou-se o ponto de corte de baixa renda como “renda domiciliar mensal *per capita* de até meio salário mínimo” (BRASIL, 2021a). Por fim, a razão de renda é definida como o número de vezes que a renda domiciliar *per capita* agregada do quintil superior da distribuição da renda (20% mais ricos) é maior do que a renda agregada do quintil inferior (20% mais pobres) na população residente (BRASIL, 2021b).

Indicadores do ano 2018 calculados pela Fundação João Pinheiro para construtos de renda e trabalho foram: 1) Produto Interno Bruto *per capita* (PIB *per capita*); 2) Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município; e 3) Taxa de emprego no setor formal. O PIB *per capita* descreve a soma do valor de todos os bens e serviços finais produzidos durante o ano dividido pelo total de habitantes



de um determinado local (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021). A população pobre no Cadastro Único foi considerada aquela com valor de renda familiar mensal *per capita* entre R\$89,01 e R\$178,00 e a população extremamente pobre como aquela com renda familiar mensal *per capita* inferior a R\$89,00 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021b). Já a taxa de emprego no setor formal é calculada em percentual através da razão entre o número de empregados no setor formal em 31 de dezembro de determinado ano e a população entre 16 e 64 anos (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021c).

A estatística descritiva desses dados baseou-se na apresentação de estatísticas sumárias e mapas com a distribuição espacial dos indicadores socioeconômicos e ambientais em toda a região de estudo. Ainda, foram apresentados *boxplots* e mapas de distribuição espacial e temporal para indicadores da Fundação João Pinheiro com disponibilidade de dados para os anos avaliados no projeto. Foi apresentada a matriz de correlação para os indicadores censitários do ano de 2010 e demais indicadores do ano de 2018 a fim de selecionar aqueles a serem incluídos nas modelagens, buscando evitar a multicolinearidade. As associações entre esses indicadores e os desfechos de morbimortalidade foram avaliadas em termos médios por meio de modelos lineares generalizados

4.4. Indicadores demográficos

Indicadores demográficos do Censo de 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011), extraídos no Portal DATASUS (BRASIL, 2008a), foram:

- Informações censitárias referentes à população total, por faixa etária, do estado de Minas Gerais no ano de 2010 para ser utilizada como população padrão;
- Informações censitárias referentes à população do sexo feminino, por faixa etária, do estado de Minas Gerais no ano de 2010 para ser utilizada como população padrão para o sexo feminino;
- Informações censitárias referentes à população do sexo masculino, por faixa etária, do estado de Minas Gerais no ano de 2010 para ser utilizada como população padrão para o sexo masculino.



- Informações censitárias referentes à população total no ano de 2010, e estratificada por sexo e faixa etária para os municípios investigados no projeto
- População total estimada residente e estratificada por município e faixa etária para os demais anos investigados neste projeto (2011-2019);
- População estimada residente do sexo feminino e estratificada por município e faixa etária para os demais anos investigados neste projeto (2011-2019);
- População estimada residente do sexo masculino e estratificada por município e faixa etária para os demais anos investigados neste projeto (2011-2019);

Foi estabelecida a utilização de faixa etária com amplitude de intervalos de classe de 5 anos. Dessa forma, foram utilizadas as seguintes faixas etárias no processo de padronização direta: 0 a 4 anos; 5 a 9 anos; 10 a 14 anos; 15 a 19 anos; 20 a 24 anos; 25 a 29 anos; 30 a 34 anos; 35 a 39 anos; 40 a 44 anos; 45 a 49 anos; 50 a 54 anos; 55 a 59 anos; 60 a 64 anos; 65 a 69 anos; 70 a 74 anos; 75 a 79 anos; 80 anos ou mais.

Além disso, o SINASC também foi utilizado para obter o número de nascidos vivos, informação demográfica necessária ao cálculo dos indicadores de mortalidade materna e infantil.

4.5. Indicadores de morbimortalidade

Os indicadores de mortalidade e morbidade selecionados para esta proposta estão no rol de indicadores utilizados na vigilância epidemiológica e sanitária em níveis municipal, estadual e federal. Estes indicadores permitem monitorar mudanças no processo saúde/doença e avaliar de forma geral as condições e tendências de saúde da população no país. Tais indicadores gerais precisam ser combinados com indicadores específicos para permitir uma melhor avaliação do impacto de desastres ambientais sobre a saúde, subsidiando o planejamento de políticas públicas e intervenções em diferentes setores da sociedade que se relacionam à saúde direta e indiretamente.

No presente estudo, foi realizada a descrição dos indicadores expressos como taxas de morbimortalidade, além da investigação da associação destes indicadores com condições socioeconômicas e demográficas, bem como sua distribuição temporal e espacial no período



de 2010 a 2019 e potenciais efeitos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho.

Abaixo são listados os indicadores de morbimortalidade selecionados. As fórmulas para o cálculo dos indicadores são apresentadas no Quadro 4 (REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE, 2008).

Indicadores de Mortalidade

- Taxa de Mortalidade Geral padronizada por idade e segundo o sexo
- Taxa de Mortalidade por Causa (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10) padronizado por idade e segundo o sexo
- Razão de Mortalidade Materna
- Taxa de Mortalidade Infantil
- Taxa de Mortalidade Neonatal
- Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce
- Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia
- Taxa de Mortalidade Pós-Neonatal
- Taxa de Mortalidade Perinatal
- Mortalidade Proporcional por causas (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10)

As taxas de incidência de óbito foram calculadas considerando o tempo médio que a população esteve sob risco para o desfecho, definida como a população no meio do ano. Portanto, as taxas de mortalidade estimadas são estimativas da densidade média de incidência.

Indicadores de Morbidade

- Taxa de internação hospitalar

Cabe destacar que as taxas de internação, calculadas a partir de dados do SIH-SUS incluem apenas registros de internações realizadas no âmbito do SUS, excluindo, portanto, todas as internações ocorridas no sistema suplementar de saúde, enquanto o denominador das taxas de internações contém toda a população em um dado ano e local. Além disso, não é possível saber identificar se o diagnóstico principal de uma internação é incidente (caso novo) ou se deve à problema pré-existente (caso antigo). As taxas de internação referem-se ao número de



AIH e um mesmo usuário SUS pode ter mais de uma internação no ano e gerar assim mais de uma AIH. Neste sentido, as taxas de internações podem conter repetições de indivíduos no numerador, não podendo ser consideradas como taxas baseadas em ocorrências individuais (como o SIM) para um determinado local.

- Taxa de notificação

No SINAN, as notificações foram incidentes para os agravos leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose, já que na base de dados destes agravos existe uma variável que define a entrada da notificação como caso novo ou outras situações (recidiva, reingresso após abandono, transferência, pós-óbito). As taxas de incidência com dados do SINAN foram calculadas considerando o tempo médio que a população esteve sob risco para o desfecho, definida como a população no meio do ano. Portanto, a taxa de notificação estimada é uma estimativa da densidade média de incidência, pois a população sob risco de adoecer no início de um dado ano não é disponível nas bases demográficas do país. Para os demais agravos, as taxas se referem a todas as notificações no período pois, pelos dados disponíveis, não é possível identificar se as notificações de um determinado local e período, se referem a casos novos ou outras situações, como mencionado anteriormente.

Para taxas de mortalidade geral e por causas, foi também conduzido o processo de padronização pelo método direto (COSTA; KALE; VERMELHO, 2009). Para cada combinação de município e ano, as taxas foram padronizadas segundo faixas etárias, tendo como população padrão a população do estado de Minas Gerais, no ano de 2010. Esta padronização foi feita para a população geral e estratificada por sexo.

Os indicadores de mortalidade foram estimados para causas específicas ou agrupadas por capítulos de acordo com a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (APÊNDICE A).

As taxas de internações foram estimadas para os diagnósticos principais agrupados por capítulos de acordo com a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (APÊNDICE B).

As taxas de notificação foram estimadas para agravos selecionados da Lista Nacional de Notificação Compulsória (BRASIL, 2016a) (APÊNDICE C).



Quadro 4 – Fórmula para o cálculo dos indicadores de morbimortalidade.

| Indicador | Numerador | Denominador | Multiplicador |
|--|---|---|---------------|
| Taxa de mortalidade geral bruta | Número de óbitos de residentes, no ano e no município avaliado | População total residente na metade do ano, no município avaliado | 100.000 |
| Taxa de mortalidade bruta, por causa | Número de óbitos de residentes por determinada causa (ou grupo de causas), no ano e no município avaliado | População total residente na metade do ano, no município avaliado | 100.000 |
| Razão de mortalidade materna | Número de óbitos de mulheres residentes, por causas e condições consideradas de morte materna, no ano e no município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 100.000 |
| Taxa de mortalidade infantil | Número de óbitos de residentes com idade entre 0 e 364 dias, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal | Número de óbitos de residentes de 0 a 27 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal precoce | Número de óbitos de residentes de 0 a 6 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal tardia | Número de óbitos de residentes de 7 a 27 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade pós-neonatal | Número de óbitos de residentes de 8 a 364 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade perinatal | Número de óbitos fetais + número de óbitos de crianças de 0 a 6 dias completos de vida, ambos de mães residentes, no ano e município avaliado | Número de nascimentos totais (óbitos fetais + nascidos vivos) de mães residentes, no ano e município avaliado | 1.000 |
| Mortalidade Proporcional por causas selecionadas (segundo capítulos da CID-10) | Número de óbitos de residentes por grupo de causas, no ano e município avaliado | Número total de óbitos de residentes, no ano e município avaliado | 100 |
| Taxa de internação hospitalar | Número de internações hospitalares de residentes por grupo de causas (diagnóstico principal), no ano e município avaliado | População total residente na metade do ano, no município de residência | 100.000 |
| Taxa de notificação | Número de notificações de residentes por agravo avaliado, no ano e município avaliado | População total residente na metade do ano, no município avaliado | 100.000 |



4.6. Sistemas de informação DATASUS

A vigilância epidemiológica no Brasil tem como uma das principais fontes de dados os sistemas de informação em saúde do DATASUS, que é o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde vinculado à Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa do Ministério da Saúde, criado em 1991. O DATASUS tem a responsabilidade de coletar, processar e disseminar informações sobre saúde de diferentes sistemas de informação (BRASIL, 2008b). Além disso, é função do DATASUS administrar informações de saúde, incluindo informações epidemiológicas e de morbidade, informações sobre a rede de assistência à saúde, estatísticas vitais, informações demográficas e socioeconômicas (BRASIL, 2008b).

Os seguintes sistemas de informação do DATASUS foram utilizados:

- Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)
- Sistema de Informação Hospitalar-SUS (SIH-SUS)
- Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)
- Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC)

Para todos os sistemas, foram utilizados microdados, ou seja, dados em nível individual disponíveis em arquivos em formato DBC no Portal DATASUS/Tabwin (BRASIL, 2008a), com último acesso em 11/02/2022.

4.7. Análise dos dados

A análise dos dados seguiu a metodologia indicada na Figura 5. Entretanto, devido ao aspecto espaço-temporal dos dados, a análise de mortalidade/morbidade relacionada ao rompimento da barragem contém particularidades não previstas no modelo teórico. Por este motivo, as etapas da metodologia foram adaptadas.

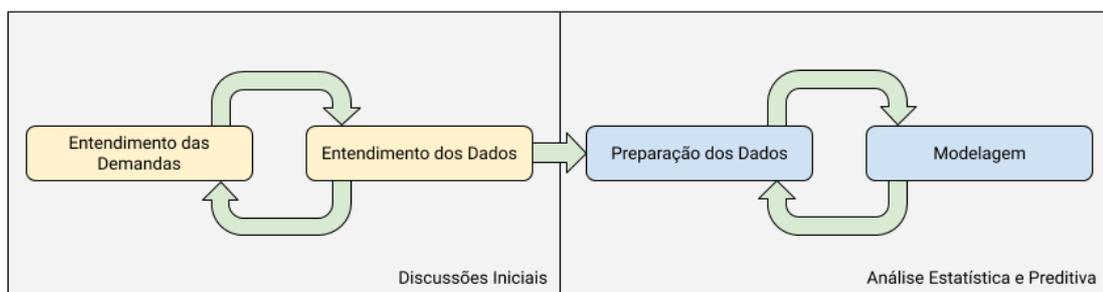


Figura 5 – Metodologia utilizada para a análise dos dados



O modelo Crisp é seguido pensando em um ciclo de desenvolvimento contínuo. As etapas do modelo estão descritas abaixo:

- a) **Entendimento das demandas:** esta etapa envolveu reuniões e seminários entre os membros da equipe para um entendimento do problema a ser resolvido.
- b) **Entendimento dos dados:** com os dados disponibilizados, as equipes de ciência da computação e estatística, juntamente com demais pesquisadores, avaliaram as bases de dados em relação ao tamanho e estrutura e, a partir disso, construíram um banco de dados único para cada sistema de informação em saúde. Tal construção é detalhada a seguir.
- c) **Preparação dos Dados:** nesta etapa, os dados passaram por processos semi automatizados de *download*, limpeza, análise de completude e duplicidade, e tratamento, além de estruturação das bases de dados, criando repositórios, preservando sua estrutura espaço-temporal.

Download: Dados dos Sistemas de Informação em Saúde e informações demográficas foram extraídos do Portal DATASUS/Tabwin (BRASIL, 2008a). Para cada sistema, foi realizado o *download* dos arquivos DBC, os quais estavam separados por ano na base original. Para o SIM, foi realizado o download do arquivo “DO – Declarações de Óbito – 1979 a 2020”. Para o SIH, foi realizado o *download* do arquivo “RD – AIH Reduzida”. Para o SINAN, foi realizado o *download* dos arquivos referentes a cada um dos agravos avaliados, sendo eles: “CHAG – Doença de Chagas Aguda”, “COLE – Cólera”, “DENG – Dengue”, “ESQU – Esquistossomose”, “FAMA – Febre Amarela”, “FTIF – Febre Tifoide”, “IEXO – Intoxicação Exógena”, “LEIV – Leishmaniose Visceral”, “LEPT – Leptospirose”, “LTAN – Leishmaniose Tegumentar Americana”, “MALA – Malária”, “TUBE – Tuberculose”, “VIOL – Violência doméstica, sexual e/ou outras violências”. Para o SINASC, foi realizado o download do arquivo “DN – Declarações de Nascidos Vivos – 1994 a 2020”. Em seguida, por meio do uso do *software* estatístico R, os arquivos extraídos foram integrados em um único arquivo de formato CSV, de modo que o tratamento e a análise dos dados fossem conduzidos no próprio software R e em linguagem Python.

Limpeza: Inicialmente, foi realizada a seleção das causas básicas/agravos a serem avaliados em cada um dos sistemas de informação. Esta seleção se baseou no confrontamento da proposta de doenças e condições de saúde investigados no projeto (Quadro 2) com as causas



básicas/agravos disponíveis no SIM (BRASIL, 2008a), SIH (BRASIL, 2021c), e SINAN (BRASIL, 2016a). No APÊNDICE A, é apresentada a relação de causas básicas de óbito analisadas com dados do SIM. No APÊNDICE B, é apresentada a seleção de diagnósticos principais de internação hospitalar registrados no SIH. No APÊNDICE C, os agravos de notificação compulsória selecionados do SINAN foram apresentados.

Em seguida, os microdados foram filtrados para incluírem apenas variáveis de interesse referentes aos municípios analisados.

- As variáveis selecionadas no SIM foram: data do óbito; idade, sexo e município de residência do falecido; município onde ocorreu o óbito; e causa básica do óbito conforme códigos da CID-10.

- As variáveis selecionadas no SIH foram: tipo de registro da AIH; data de nascimento, idade, sexo e município de residência do paciente; data de entrada no hospital para a internação; e doença/lesão principal que motivou o atendimento hospitalar conforme códigos da CID-10 (diagnóstico principal) (BRASIL, 2014b).

- A seleção de variáveis do SINAN foi específica para cada agravo, no entanto, variáveis comuns a todos os agravos foram: data da notificação; data de nascimento, idade, sexo e município de residência do paciente; data dos primeiros sintomas; e nome do agravo conforme códigos da CID-10. Entre variáveis não comuns a todos os agravos do SINAN estão: classificação do agravo (confirmado); existência de duplicidade; tipo de entrada (caso novo, recidiva); data do início do tratamento; e data de ocorrência da violência para o agravo de violência interpessoal ou autoprovocada. Para os agravos leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose, foram avaliados apenas os casos novos uma vez que seus bancos de dados apresentavam a variável tipo de entrada (caso novo, recidiva). Os agravos cólera, doença de Chagas aguda e febre amarela não foram avaliados uma vez que não apresentaram nenhuma notificação confirmada conforme avaliação da variável classificação do agravo. Para o agravo hepatites virais, não havia disponibilidade de microdados e, portanto, não foi possível realizar sua avaliação (BRASIL, 2021d). Por fim, diante da indisponibilidade de dados entre os anos de 2010 e 2012 para os agravos dengue, febre tifoide e violência interpessoal/autoprovocada, optou-se por padronizar a análise dos dados do SINAN a partir do ano de 2013 para todos os agravos avaliados.



- No SINASC, foi selecionado o número de nascidos vivos, conforme ano e códigos dos municípios avaliados.

Análise de completude e duplicidade: Para a análise de completude, foram calculados os valores absolutos e relativos de dados faltantes das variáveis selecionadas nas bases dos Sistemas de Informação. Esses valores foram calculados considerando-se os 100 municípios avaliados no projeto e separadamente para Belo Horizonte e para as demais cidades (exceto a capital do estado).

A análise de completude indicou não haver dados faltantes para as variáveis selecionadas nos bancos de dados do SIM e do SIH. O percentual de dados faltantes no SINAN variou entre 21% para dados de leptospirose a 2% para dados de leishmaniose tegumentar americana.

Para a remoção de duplicidades do SINAN, selecionou-se um conjunto de variáveis para determinar se uma dada notificação era duplicata de outra ou não. Foram utilizadas diferentes variáveis para cada agravo, mas foram incluídas pelo menos: município de residência, data de nascimento, idade, sexo e data de notificação. Em caso de coincidência simultânea dessas variáveis, definiu-se haver então duplicidade e foram retidas na base a primeira notificação ou aquela mais completa quando a primeira era incompleta. Valores faltantes (*missings*) simultaneamente coincidentes também foram considerados como duplicidade. Além desse processo, foram também eliminadas as notificações duplicadas conforme informado na variável de duplicidade, a qual está presente em alguns agravos. Na Tabela 1, é apresentado o número de notificações e duplicidades encontradas no SINAN conforme período avaliado.

Tabela 1 – Número absoluto de notificações e de duplicidades de agravos do Sistema de Agravos de Notificação (SINAN) de acordo com o período pré- e pós-rompimento. 2013-2019.

| Agravos* | Pré-rompimento (2013-2018) | | | | Pós-rompimento (2019) | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----|----|--------------------------|---------------------------------|-------|---|
| | Notificações | Nº de notificações duplicadas** | | | Notificações | Nº de notificações duplicadas** | | |
| | | Total | 1 | 2 | | 3+ | Total | 1 |
| Dengue | 644478 | 2639 | 59 | 21 | 406542 | 2343 | 37 | 1 |
| Esquistossomose | 15740 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Febre tifoide | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Intoxicação exógena | 68633 | 122 | 3 | 0 | 14023 | 38 | 0 | 0 |
| Leish. Tegumentar Americana | 7369 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leishmaniose Visceral | 2788 | 0 | 0 | 0 | 264 | 0 | 0 | 0 |
| Leptospirose | 865 | 1 | 0 | 0 | 181 | 1 | 0 | 0 |
| Malária | 373 | 1 | 0 | 1 | 64 | 1 | 0 | 0 |
| Tuberculose | 14609 | 18 | 0 | 0 | 3610 | 4 | 0 | 0 |
| Viol. Interpessoal/Autoprovocada | 45931 | 129 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Microdados para Hepatites virais indisponível no DATASUS (BRASIL, 2021d) (Acesso em: 17 nov. 2021); cólera, doença de chagas aguda e febre amarela não foram avaliados pois não apresentaram casos confirmados.

**1 = 1ª notificação + 1 considerada duplicada; 2 = 1ª notificação + 2 consideradas duplicadas; 3 = 1ª notificação + 3 ou mais consideradas duplicadas.



Tratamento e estruturação: Após a seleção das variáveis de interesse e eliminação de duplicidades, foi realizada então, a integração das bases anuais originais gerando uma base única para cada um dos sistemas avaliados. As informações foram estratificadas segundo a população total, homens e mulheres. Especificamente para a base de dados do SIM, foi criada a variável faixa etária (0 a 4 anos, (...), 80 anos ou mais) a partir das variáveis originais idade para a condução do processo de padronização de taxas de mortalidade. Em seguida, foi criada uma nova base intermediária, contendo uma estrutura regular completa segundo todas as combinações das escalas de município, mês, ano, faixa etária e tipo de agravo que causou o óbito, a internação hospitalar ou a notificação do caso. A esta base foi agregada a base única gerada inicialmente, uma vez que na extração de microdados, não são mostradas as linhas com registros nulos em determinados períodos (as linhas são omitidas).

A esta base resultante completa foram adicionadas as informações de população anual residente em cada combinação de município, ano e faixa etária. Além disso, foi adicionada a esta base, a população residente no estado de Minas Gerais por ano e faixa etária (população padrão) no ano de 2010 (indicadores demográficos no item 4.4). A população residente anual do estado foi replicada para cada ano avaliado nos municípios e, dessa forma, tornou-se possível o cálculo das taxas de mortalidade específicas por idade, taxas de internação hospitalar e taxas de notificação de agravos específicos.

Especificamente para os dados do SIM, foi utilizado o processo de padronização pelo método direto (COSTA; KALE; VERMELHO, 2009). Para cada combinação de município e ano, as taxas foram padronizadas segundo faixas etárias, tendo como população padrão a população do estado de Minas Gerais, no ano de 2010. Esta padronização foi feita segundo a população geral e estratificada por sexo. Como resultados, foram criadas três novas variáveis no banco que foram utilizadas nos modelos estatísticos, sendo elas os óbitos esperados segundo a população geral, homens e mulheres (Figura 6).



| | municipio | id_municipio | ano | faixa_etaria | pop_total | pop_pad_total | pop_homem | pop_pad_homem | pop_mulher | pop_pad_mulher | ... | taxa_obitos |
|----------|------------|--------------|------|--------------|-----------|---------------|-----------|---------------|------------|----------------|-----|-------------|
| 0 | Abaeté | 310020 | 2010 | 0a4 | 1377 | 1338553 | 702 | 684629 | 675 | 653924 | ... | 0.00 |
| 1 | Abaeté | 310020 | 2010 | 0a4 | 1377 | 1338553 | 702 | 684629 | 675 | 653924 | ... | 0.00 |
| 2 | Abaeté | 310020 | 2010 | 0a4 | 1377 | 1338553 | 702 | 684629 | 675 | 653924 | ... | 0.00 |
| 3 | Abaeté | 310020 | 2010 | 0a4 | 1377 | 1338553 | 702 | 684629 | 675 | 653924 | ... | 0.00 |
| 4 | Abaeté | 310020 | 2010 | 0a4 | 1377 | 1338553 | 702 | 684629 | 675 | 653924 | ... | 0.00 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 12851995 | Vespasiano | 317120 | 2019 | >=80anos | 1507 | 334532 | 528 | 129431 | 979 | 205101 | ... | 66.35 |
| 12851996 | Vespasiano | 317120 | 2019 | >=80anos | 1507 | 334532 | 528 | 129431 | 979 | 205101 | ... | 0.00 |
| 12851997 | Vespasiano | 317120 | 2019 | >=80anos | 1507 | 334532 | 528 | 129431 | 979 | 205101 | ... | 0.00 |
| 12851998 | Vespasiano | 317120 | 2019 | >=80anos | 1507 | 334532 | 528 | 129431 | 979 | 205101 | ... | 0.00 |
| 12851999 | Vespasiano | 317120 | 2019 | >=80anos | 1507 | 334532 | 528 | 129431 | 979 | 205101 | ... | 0.00 |

12852000 rows x 25 columns

Figura 6 - Etapa intermediária da construção da base de dados padronizada do banco de dados do SIM.

Após os processos descritos acima, duas bases de dados resultantes foram geradas para cada um dos sistemas, SIM e SIH: uma segundo as causas básicas de óbito ou de diagnóstico principal de internação hospitalar selecionadas no projeto, e outra segundo essas causas básicas de óbito ou diagnóstico principal agrupados por capítulos da CID-10. Para dados do SINAN, foi mantida a base segundo agravos específicos analisados. Finalmente, as bases foram agregadas segundo as escalas de análise: município de residência, ano de ocorrência, e agravo (causa básica do óbito e diagnóstico principal de internação hospitalar ou agravo notificado) (Figuras 7(a), 8(a) e 9) e causas básicas/diagnósticos principais agrupados segundo capítulos da CID-10 correspondentes (Figura 7(b) e 8(b)), obtendo-se o total de mortes, internações hospitalares ou notificações nas combinações dessas escalas (município x ano x agravo/grupo), tanto para população total, quanto para a população do sexo masculino ou feminino, separadamente.



(a)

| | municipio | id_municipio | ano | mes | agravo | grupo | pop_total | pop_pad_total | pop_homem | pop_pad_homem | ... | obitos_mulher | taxa_obitos_total |
|--------|------------|--------------|------|-----|----------------|-------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----|---------------|-------------------|
| 0 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | acidente | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 1 | 4.327693 |
| 1 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | amebíase | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 2 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | ancilosto | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 3 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | ascariíase | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 4 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | asma | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 815995 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | transtafetivos | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 815996 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | transtneuro | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 815997 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | tricuriose | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 815998 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | tubresp | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.783693 |
| 815999 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | veneno | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |

816000 rows x 24 columns

(b)

| | municipio | id_municipio | ano | mes | capitulo | grupo | pop_total | pop_pad_total | pop_homem | pop_pad_homem | ... | obitos_mulher | taxa_obitos_total |
|--------|------------|--------------|------|-----|----------|-------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----|---------------|-------------------|
| 0 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | I | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 1 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | IV | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 2 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | IX | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 1 | 12.983079 |
| 3 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | V | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 4 | Abaeté | 310020 | 2010 | 1 | X | 2 | 23107 | 19957444 | 11442 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 107995 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | X | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 1 | 1.567386 |
| 107996 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | XII | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 107997 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | XIV | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 107998 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | XVI | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 0 | 0.000000 |
| 107999 | Vespasiano | 317120 | 2019 | 12 | XX | 3 | 127601 | 19957444 | 61757 | 9828254 | ... | 1 | 4.702158 |

108000 rows x 24 columns

Figura 7 – Base de dados do SIM na versão final de taxas padronizadas por idade conforme causas básicas (a) e causas básicas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes (b).



(a)

| | municipio | id_municipio | pop_total | ano | agravo | inter_total | taxa_inter_total | inter_homem | inter_mulher | taxa_inter_total | taxa_inter_hom |
|-------|------------|--------------|-----------|------|----------------|-------------|------------------|-------------|--------------|------------------|----------------|
| 0 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | acidente | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000 |
| 1 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | amebiase | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000 |
| 2 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | ancilosto | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000 |
| 3 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | ascaridiase | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000 |
| 4 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | asma | 3 | 12.983079 | 2 | 1 | 12.983079 | 17.475 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 72995 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | transtafetivos | 50 | 39.184646 | 20 | 30 | 39.184646 | 32.384 |
| 72996 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | transtneuro | 2 | 1.567386 | 1 | 1 | 1.567386 | 1.615 |
| 72997 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | tricuriose | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000 |
| 72998 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | tubresp | 14 | 10.971701 | 13 | 1 | 10.971701 | 21.050 |
| 72999 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | veneno | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000 |

73000 rows × 12 columns

(b)

| | municipio | id_municipio | pop_total | ano | capitulo | inter_total | taxa_inter_total | inter_homem | inter_mulher | taxa_inter_total | taxa_inter_homem |
|------|------------|--------------|-----------|------|----------|-------------|------------------|-------------|--------------|------------------|------------------|
| 0 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | I | 61 | 263.989267 | 25 | 36 | 263.989267 | 218.493270 |
| 1 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | IV | 56 | 242.350803 | 12 | 44 | 242.350803 | 104.876770 |
| 2 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | IX | 113 | 489.029298 | 55 | 58 | 489.029298 | 480.685195 |
| 3 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | V | 1 | 4.327693 | 1 | 0 | 4.327693 | 8.739731 |
| 4 | Abaeté | 310020 | 23107.0 | 2010 | X | 29 | 125.503094 | 16 | 13 | 125.503094 | 139.835693 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 9995 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | XII | 157 | 123.039788 | 92 | 65 | 123.039788 | 148.970967 |
| 9996 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | XIV | 101 | 79.152985 | 64 | 37 | 79.152985 | 103.631977 |
| 9997 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | XIX | 890 | 697.486697 | 612 | 278 | 697.486697 | 990.980780 |
| 9998 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | XVI | 16 | 12.539087 | 9 | 7 | 12.539087 | 14.573247 |
| 9999 | Vespasiano | 317120 | 127601.0 | 2019 | XX | 0 | 0.000000 | 0 | 0 | 0.000000 | 0.000000 |

10000 rows × 12 columns

Figura 8 – Base de dados do SIH na versão final de taxas de internação hospitalar conforme diagnóstico principal específico (a) e diagnósticos principais agrupados segundo capítulos da CID-10 correspondentes (b).

| | municipio | id_municipio | pop_total | ano | agravo | notificacoes_total | taxa_notific_total | notificacoes_homem | taxa_notific_homem | notificac |
|--------|------------|--------------|-----------|------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| 0 | Abaeté | 310020 | 23151 | 2013 | chagas | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 1 | Abaeté | 310020 | 23151 | 2013 | colera | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 2 | Abaeté | 310020 | 23151 | 2013 | dengue | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 3 | Abaeté | 310020 | 23151 | 2013 | esquistoso | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 4 | Abaeté | 310020 | 23151 | 2013 | febreamarela | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 117595 | Vespasiano | 317120 | 127601 | 2019 | leishvisc | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 117596 | Vespasiano | 317120 | 127601 | 2019 | lepto | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 117597 | Vespasiano | 317120 | 127601 | 2019 | malaria | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 117598 | Vespasiano | 317120 | 127601 | 2019 | sindrome | 0 | 0.000000 | 0 | 0.000000 | |
| 117599 | Vespasiano | 317120 | 127601 | 2019 | tubresp | 2 | 1.567386 | 1 | 1.61925 | |

117600 rows × 11 columns

Figura 9 – Base de dados do SINAN na versão final de taxas de notificação de agravos específicos avaliados.



d) Modelagem

Os métodos estatísticos de análise utilizados em um estudo dependem do desenho epidemiológico, das unidades de análise e do tipo de dado disponível (natureza das variáveis e indicadores). O presente estudo tem um desenho do tipo ecológico, cujas unidades de análise espaciais são os municípios (diretamente afetados e controles), e o ano da ocorrência do evento ou da notificação é a unidade temporal.

Com as bases de dados para cada causa básica/agravo, os óbitos observados e esperados (após padronização por método direto das taxas de mortalidade) e o diagnóstico principal de internação hospitalar no período de 2010 a 2019 foram agregados em dois períodos: pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019) a fim de avaliar o efeito do rompimento nas taxas de morbimortalidade. Da mesma forma, agravos específicos avaliados no SINAN entre os anos de 2013 a 2019 foram agrupados nos períodos pré-rompimento (2013-2018) e pós-rompimento (2019). No período pré-rompimento, foram somados os óbitos esperados ou observados/internações/notificações e a população residente de cada município, sendo obtida a taxa média de morbimortalidade para este período. Desta forma, a taxa média de morbimortalidade no período pré-rompimento e a taxa de morbimortalidade no ano pós-rompimento da barragem foram comparadas supondo-se homogeneidade tanto entre os municípios que compõem cada um dos grupos (grupo afetado e vizinhos), quanto entre os anos incluídos no período pré-rompimento.

A comparação dos dados pré- e pós-rompimento pode ser contemplada de várias maneiras, como por meio da detecção de mudança no padrão dos agravos ao longo do tempo, incluindo uma variável indicadora do tempo nos modelos propostos, dentre outros. Por sua vez, a influência geográfica também pode ser analisada de diferentes maneiras, como em termos médios, avaliando o efeito de agrupamento de municípios segundo proximidade da área diretamente afetada (municípios diretamente afetados, vizinhos de 1ª e 2ª ordem) sobre a morbimortalidade, bem como sua interação com o rompimento, podendo ter evidência de possível gradiente de influência com o desfecho a depender da distância. Outra abordagem é a estimação de riscos em cada município envolvido por meio de modelos espaço-temporais, que consideram explicitamente a dependência entre esses municípios.



i) Análise exploratória

A análise exploratória espacial dos indicadores socioeconômicos, possíveis covariáveis dos modelos estatísticos, foi conduzida por meio de estatísticas sumárias, mapeamento (representação em mapas) para verificar sua distribuição na região de estudo e cálculo dos Índices de Moran Global e Local (LISA) para testar dependência espacial. Também foram realizadas análises exploratórias de correlação de *Spearman* entre os indicadores como uma análise preliminar para seleção de variáveis, evitando multicolinearidade nos modelos lineares generalizados e espaciais (SIEGEL, 1975; ANSELIN, 1995; PAGANO; GAUVREAU, 2004; MAANTAY; MCLAFFERTY, 2011).

A análise exploratória dos dados de morbimortalidade incluiu a apresentação de taxas médias de morbimortalidade nos períodos pré-rompimento (2010-2018) para dados do SIM e SIH e (2013-2018) para dados do SINAN e pós-rompimento (2019). Incluiu, também, gráficos de diferença das taxas de morbimortalidade entre o ano pós-rompimento e o período pré-rompimento para cada causa básica/diagnóstico principal/agravo avaliado e conforme grupos de municípios (grupo 1 = municípios diretamente afetados; grupo 2 = municípios vizinhos de 1ª ordem; e grupo 3 = municípios vizinhos de 2ª ordem). Além disso, a análise exploratória incluiu o mapeamento das taxas de morbimortalidade de causas básicas/diagnóstico principal/agravs específicos e/ou agregados por capítulos da CID-10 para cada ano de avaliação (2010 a 2019); o mapeamento da taxa média do período pré-rompimento (2010-2018) para dados do SIM e SIH e (2013-2018) para dados do SINAN e da taxa no ano pós-rompimento (2019); além do cálculo dos Índices de Moran Global e Local.

O Índice de Moran Global é um método estatístico que mede de forma geral a magnitude da autocorrelação (dependência) espacial de uma determinada variável em uma dada área. A autocorrelação espacial ocorre quando, em média, o valor da variável em uma unidade geográfica, ex. município, é correlacionado com os valores das unidades geográficas vizinhas. Este índice varia entre -1 e +1, sendo que valores próximos de -1 indicam autocorrelação negativa ou dispersão, valores próximos de +1 indicam autocorrelação espacial positiva ou aglomeração, e valores próximos de 0 indicam ausência de autocorrelação espacial (independência ou ausência de padrão na distribuição pelo território). Esta medida é acompanhada de um teste de hipóteses, em que a hipótese nula representa uma distribuição espacial aleatória (MAANTAY; MCLAFFERTY, 2011). Rejeitada a hipótese nula, conclui-se



que não há independência espacial entre os valores de determinada variável, fazendo-se necessário o uso de modelos estatísticos que considerem a estrutura ou dependência espacial dos dados.

O Índice de Moran Local, ou *Local Indicators of Spatial Autocorrelation* (LISA), é uma técnica de análise espacial usada para calcular a autocorrelação espacial em nível mais localizado, de cada unidade geográfica com seus vizinhos. Dessa forma, a técnica fornece informações sobre a extensão da aglomeração espacial de valores semelhantes de uma determinada variável no entorno de uma observação. Como resultados, são expressas cinco categorias de *clusters* nos mapas conforme nível de significância e valores das observações da variável em estudo: a) não significante; b) alto-alto, com *clusters* formado por unidades geográficas de alto valor da variável observada, circundadas por unidades vizinhas de alto valor; c) baixo-baixo, com *clusters* formados por unidades geográficas de baixo valor circundadas por unidades vizinhas de baixo valor; d) alto-baixo, com *outliers* de unidades geográficas de alto valor circundadas por unidades geográficas de baixo valor; e e) baixo-alto, com *outliers* de unidades geográficas de baixo valor circundadas por unidades geográficas de alto valor (ANSELIN, 1995; MAANTAY; MCLAFFERTY, 2011).

A correlação de *Spearman* é uma técnica estatística não-paramétrica utilizada para quantificar o grau de qualquer tipo de relação, inclusive não linear, entre um par de variáveis contínuas. O coeficiente de correlação de *Spearman* varia entre -1 e +1, em que valores próximos aos extremos indicam alto grau de correlação entre duas variáveis e valores próximos de 0 indicam ausência de correlação. A presença de um alto grau de correlação entre duas variáveis de ajuste em um modelo de regressão pode levar à ocorrência de multicolinearidade. Uma estratégia é optar por manter apenas uma das variáveis de ajuste no modelo de regressão, geralmente, a de maior associação com o desfecho de interesse (SIEGEL, 1975; PAGANO; GAUVREAU, 2004).

ii) Estatística inferencial

Foram conduzidas as seguintes etapas de análises para estimar o risco de morbimortalidade segundo agravos/grupos de agravos nos períodos pré- e pós-rompimento e verificar a diferença de efeitos médios de rompimento, sexo e grupos de municípios:



- 1) avaliação do efeito médio isolado (não ajustado) do rompimento da barragem (variável indicadora de pré- e pós-rompimento no preditor) para todos os agravos/grupos de agravos;
- 2) ajuste pela inclusão das variáveis indicadoras de grupo de municípios (afetados, vizinhos de 1ª ordem e vizinhos de 2ª ordem) e sexo, seguido de avaliação dos termos de interação entre estas variáveis e a variável indicadora de rompimento para os casos em que as diferenças nas taxas de morbimortalidade foram significativamente diferentes entre os períodos pré- e pós-rompimento;
- 3) inclusão dos indicadores socioeconômicos, bem como de termos de interação desses com o rompimento para os agravos/grupos de agravos em que as diferenças nas taxas de morbimortalidade foram significativamente diferentes entre os períodos pré- e pós-rompimento;
- 4) análise espaço-temporal de todos os agravos/grupos de agravos em que as diferenças nas taxas de morbimortalidade foram significativamente diferentes entre os períodos pré- e pós-rompimento, descrevendo distribuição no território, avaliando dependência espacial, estimando o risco de morbimortalidade em cada município, considerando a dependência entre municípios vizinhos, e avaliando o efeito médio do rompimento da barragem nesta estrutura;
- 5) avaliação da significância de inclusão dos indicadores socioeconômico e ambientais nos modelos espaço-temporais descritos no item 4.

Na primeira etapa da análise (itens 1 a 3, descritos acima), foram estimados Modelos Lineares Generalizados (do inglês, *Generalized Linear Models* – GLM) (MCCULLAGH; NELDER, 1989) para todas as 68 causas básicas de óbito e diagnóstico principal de internação hospitalar e seus respectivos 10 capítulos da CID-10 e para os 10 agravos de notificação compulsória nos 100 municípios avaliados. As distribuições de probabilidades atribuídas à variável resposta “número de óbitos/gravos observados” foram Poisson ou Binomial Negativa, a depender da adequação do ajuste. Para dados do SIM, o termo *offset* dos modelos foi o logaritmo natural do número de óbitos esperados, de forma que as estimativas resultantes dos modelos pudessem ser interpretadas como Razão de Mortalidade Padronizada (do inglês, *Standardized Mortality Ratio* – SMR), obtidas por exponencial das estimativas dos parâmetros do modelo. Para dados do SIH e SINAN, o termo *offset* dos modelos foi o logaritmo natural do número de internações ou dos agravos notificados, sendo estimado a



Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar ou de notificação de agravos específicos. A fim de captar sobredispersão dos dados, também foram avaliadas as distribuições Binomial Negativa (BN), e modelos inflacionados de zero, sendo a escolha dos modelos feita com base nos menores valores do *Deviance Information Criterium* (DIC). O primeiro passo foi estimar o efeito médio isolado do rompimento da barragem, incluindo no modelo somente a variável indicadora de pré- e pós-rompimento. Esta análise foi feita separadamente para cada causa/diagnóstico principal/agravo de cada Sistema de Informação. Uma vez que foram observados alguns problemas de convergência em algumas análises estatísticas em função da ocorrência rara ou não ocorrência de óbitos/internação por algumas causas básicas avaliadas no SIM e no SIH, ou até mesmo inexistente no período, optou-se por agrupar as causas básicas em seus capítulos da CID-10 correspondentes para as etapas seguintes de modelagem. A modelagem dos dados do SINAN não passou pelo processo de agregação em capítulos da CID-10 e foi realizada por agravos específicos avaliados.

Portanto, na etapa seguinte, a variável resposta passou a ser o conjunto de causas básicas de óbito específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes e o termo *offset* dos modelos foi o logaritmo natural do número de óbitos esperado para o mesmo capítulo, obtendo-se a Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para dados do SIM. Para dados do SIH, a variável resposta foi o conjunto de diagnóstico principal de internação agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes e o termo *offset* dos modelos foi o logaritmo natural do número de internações para o mesmo capítulo, estimando-se a Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar. Para dados do SINAN, a variável resposta foi cada um dos 10 agravos avaliados e o termo *offset* foi o número de notificações conforme agravo específico. Nesta etapa, foram inseridas as variáveis sexo e grupos de municípios (grupo 1 = municípios diretamente afetados; grupo 2 = municípios vizinhos de 1ª ordem; e grupo 3 = municípios vizinhos de 2ª ordem) aos modelos. Foram avaliados termos de interação dessas variáveis com a variável indicadora de rompimento, para os casos em que as diferenças nas taxas de morbimortalidade foram significativamente diferentes entre os períodos pré- e pós-rompimento (ou seja, efeito estatisticamente significativo da variável indicadora de rompimento). Primeiro, foi avaliada a interação do período (pré- ou pós-rompimento) com o sexo para verificar se o efeito do rompimento era diferente para cada sexo. Quando significativa, o efeito dos grupos (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) foi testado em modelos estatísticos estratificados para homens e mulheres. Quando a interação não foi estatisticamente significativa, o efeito dos grupos foi testado em modelos com



população total residente, sem diferenciação por sexo. O mesmo procedimento foi conduzido para a avaliação da interação do período com os grupos de municípios. Diante da ausência de interação estatisticamente significativa, o efeito do rompimento foi avaliado considerando apenas os efeitos principais dos grupos (variáveis de ajuste).

Na terceira etapa, foram realizados ajustes dos modelos que apresentaram associações estatisticamente significativas do rompimento com desfechos de morbimortalidade por indicadores socioeconômicos e ambientais, em todo o conjunto dos 100 municípios avaliados. Modelos com a inserção individual ou de todos os indicadores foram avaliados, além de termos de interação desses indicadores com a variável de rompimento.

Além da avaliação de causas básicas de óbito agrupadas em capítulos da CID-10 correspondentes, as causas externas de óbito “Acidentes de transporte” e “Homicídio” foram avaliadas separadamente devido ao potencial impacto da ocorrência das mesmas após desastres ambientais. “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” é um indicador estabelecido da qualidade de notificação do óbito (CERQUEIRA *et al*, 2021) e, portanto, também foi avaliado separadamente. Apesar de muito importante, o número de óbitos com causa básica atribuída à “Violência autoprovocada – Suicídio” foi muito pequeno e por isto não houve convergência nos modelos GLM, impossibilitando sua análise e apresentação separadamente (Número de óbitos por “Violência autoprovocada - Suicídio” no período pré-rompimento: n=3261; ano pós-rompimento: n=439).

Da mesma forma, os diagnósticos principais de internação hospitalar “Leishmaniose Tegumentar Americana” e “Dengue” também foram avaliados adicionalmente às análises agrupadas em capítulos da CID-10 correspondentes. O diagnóstico principal “Leishmaniose Tegumentar Americana” foi avaliado devido ao seu considerável aumento no ano pós-rompimento e a sua relevância na vigilância epidemiológica no estado de Minas Gerais, e “Dengue”, devido a sua alta frequência de internação nos períodos pré- e pós-rompimento.

Quarta e quinta etapas referem-se à análise espacial dos dados de morbimortalidade. Nos modelos anteriores, fazia-se a suposição de que a distribuição da morbimortalidade ocorria de forma homogênea entre os municípios dentro de cada grupo, no entanto as diferenças podem ser heterogêneas, afetando alguns municípios mais que outros (ou afetando alguns municípios e não outros). Desta forma, foi estimado o risco de morbimortalidade em cada um dos municípios para avaliar o impacto potencial do rompimento a partir de modelos espaço-



temporais seguindo uma abordagem bayesiana. Devido à limitação decorrente de pequenos números de óbitos/internações discutidas anteriormente, esta análise foi feita considerando causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes para dados do SIM e SIH. Análises espaciais com dados do SINAN foram conduzidas com os agravos específicos avaliados.

A análise espacial foi conduzida por meio do uso de Modelos Autorregressivos Condicionais (do inglês, *Conditional Autoregressive – CAR*) (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005; BESAG, 1995). O modelo CAR é constituído basicamente de um termo aleatório não espacialmente estruturado (intercepto aleatório) e um termo aleatório espacialmente estruturado que incorpora a dependência espacial das taxas, considerando que municípios próximos (adjacentes) são mais similares que municípios distantes. Desta forma, um dos *inputs* do modelo é a matriz de vizinhança dos municípios de análise, segundo adjacência ou compartilhamento de fronteiras. Nas Figuras 10 e 11 é possível visualizar a representação da matriz de vizinhança para os municípios avaliados. Os centróides dos polígonos referentes a cada município são ligados por vértices que simbolizam o compartilhamento de fronteiras, representando o número de vizinhos ligados ao centróide. Para esta análise, as estimativas foram obtidas sob uma perspectiva bayesiana, utilizando o método determinístico INLA (*Integrated Nested Laplace Approximations*) (RUE; MARTINO; CHOPIN, 2009). Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software R (R CORE TEAM, 2018).

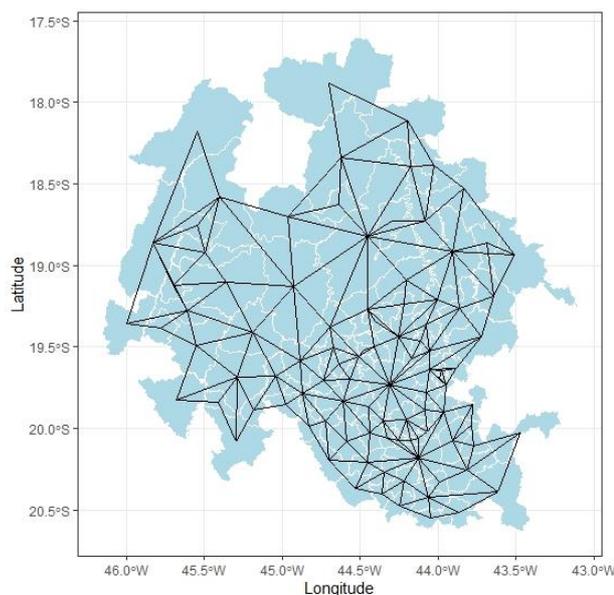


Figura 10 – Representação da matriz de vizinhança para todos os municípios avaliados. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



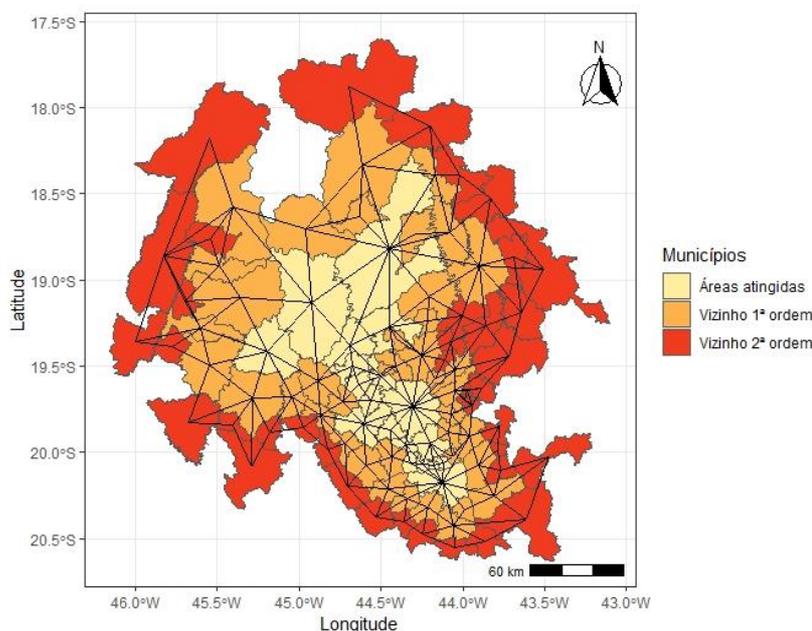


Figura 11 – Representação da matriz de vizinhança para municípios afetados, municípios vizinhos de primeira ordem e municípios vizinhos de segunda ordem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011

Nesta fase da análise, modelos CAR foram utilizados tanto para i) mensurar o risco de morbimortalidade em cada um dos municípios avaliados em relação ao risco de morbimortalidade em toda a região estudada, ou seja, o conjunto total dos 100 municípios avaliados; quanto para ii) avaliar o impacto do rompimento e dos indicadores socioeconômicos no risco de morbimortalidade conforme causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes.

Modelos CAR foram ajustados, testando a significância estatística de termos aleatórios estruturados (considera a similaridade ou dependência de taxas vizinhas) e não estruturados (considera que as taxas variam entre municípios, mas sem dependência no espaço). Nesse modelo, considera-se ainda a significância do efeito médio global do rompimento e de um termo de interação para rompimento vs. município. Este termo de interação compara a SMR ou RT do ano pós-rompimento em relação à SMR ou RT estimada para cada município no período pré-rompimento. O ganho destes modelos em relação ao GLM é que, além de estimar a SMR ou RT em cada unidade de análise, considera a dependência entre as observações (similaridade entre taxas de municípios vizinhos), não violando assim o pressuposto de independência das observações, como exigido no modelo GLM.



Inicialmente, foram então ajustados os modelos espaciais CAR apenas com os termos aleatórios espaciais, efeito global do rompimento e termo de interação de município com rompimento. Foram testados modelos com a presença dos dois termos aleatórios simultaneamente e com apenas um termo aleatório de cada vez, utilizando as distribuições de Poisson, Binomial Negativa e Poisson inflacionado de zeros. Para cada conjunto de causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes (SIM e SIH) ou agravos específicos (SINAN), foram ajustados nove modelos e o melhor modelo, ou seja, aquele com melhor desempenho, foi escolhido com base na medida DIC (quanto menor o valor, melhor o ajuste do modelo). Alguns capítulos da CID-10 ou agravos específicos apresentaram estrutura espacial (efeito de vizinhança) significativa e outros não. A distribuição de probabilidades utilizada para a variável resposta varia a depender do desfecho avaliado. Por fim, na quinta e última etapa, foi avaliada a significância estatística dos indicadores socioeconômicos incluídos de forma isolada (modelos univariados) em cada modelo que apresentou melhor ajuste.

5. Descrição dos indicadores socioeconômicos e ambientais

A seguir são apresentadas as análises descritivas dos indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados, além de Índices de Moran para avaliar dependência espacial desses indicadores. Na Tabela 2, são apresentadas algumas medidas estatísticas sumárias desses indicadores para o conjunto de municípios avaliados. Figuras 12 a 18 apresentam a distribuição dos indicadores na região de estudo. Figuras 19 a 24 apresentam os resultados dos Índices de Moran Local (LISA) e as Figuras 25 e 26 apresentam a matriz de correlação e diagrama de dispersão com os coeficientes de correlação de *Spearman* entre pares de indicadores socioeconômicos e ambientais.

Alguns resultados chamam atenção na Tabela 2, como, por exemplo, o indicador “Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) – Saneamento e meio ambiente” – do ano de 2018. Foi possível verificar uma alta variabilidade deste indicador no conjunto de municípios, com Monjolos apresentando índice zero, ou seja, nenhum saneamento, outros com baixo índice de saneamento (Lassance, Augusto de Lima, Santo Hipólito, Morro da Garça, Biquinhas, Paineiras, Abaeté e Igaratinga) e outros com valores altos para saneamento (como Belo Horizonte) (Figura 13).



Indicadores com grandes variações entre os municípios também foram a “proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda” e a “proporção de pessoas com baixa renda”. A maioria dos municípios com alta “proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda” pertence ao Grupo 3 (vizinhos de 2ª ordem) e apenas Papagaios e Pequi ao Grupo 1 (diretamente afetados). A “proporção de pessoas com baixa renda” seguiu o mesmo padrão de distribuição espacial do indicador “proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda”, mas somente Papagaios está no Grupo 1 (Figura 15).

Da mesma forma, o indicador “razão de renda”, que compara a renda dos mais ricos com a dos mais pobres, apresentou grande disparidade entre os municípios, sendo que dois deles apresentaram maior distância de renda entre mais ricos e mais pobres, Jequitibá (Grupo 3 – vizinhos de 2ª ordem) e Nova Lima (Grupo 2 – vizinhos de 1ª ordem), ambos bastante distantes da mediana. Por outro lado, os municípios diretamente afetados (Grupo 1) apresentaram maior semelhança com relação aos valores desse indicador (Figura 14).

Com relação ao “PIB *per capita*”, houve uma melhora em alguns municípios entre 2010 e 2018, embora com grande variação entre eles. Cabe ressaltar que alguns municípios já apresentavam PIB *per capita* bem acima da média desde 2010, como Ouro Preto (Grupo 3 – vizinhos de 2ª ordem) e Belo Horizonte e Nova Lima (Grupo 2 – vizinhos de 1ª ordem). O PIB *per capita* não foi corrigido pela inflação no período (Figura 16).

O indicador “percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único” apresentou uma grande melhora no conjunto de municípios no período de 2010 a 2019, porém, três municípios ainda permaneceram com percentuais mais altos: Conceição do Mato Dentro, Lassance e Funilândia (Grupo 3 – vizinhos de 2ª ordem) (Figura 17).

O indicador “taxa de emprego no setor formal” apresentou poucas mudanças nos municípios entre os anos de 2010 a 2019. Ressalta-se que a grande maioria dos municípios apresentou taxas inferiores a 50% em todo o período avaliado (Figura 18). Chama a atenção, porém, que o valor máximo desse indicador foi superior a 100% (140,5%), o que dificultou a interpretação do mesmo conforme mencionado anteriormente e observado na Tabela 2.



Projeto Brumadinho UFMG

Tabela 2 - Medidas sumárias dos indicadores socioeconômicos para o conjunto de municípios avaliados.

| Indicadores socioeconômicos | Mínimo | Quartil 1 | Mediana | Média | Quartil 3 | Máximo | DP | CV |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|
| IMRS* – Educação (2018) | 0,49 | 0,62 | 0,66 | 0,65 | 0,69 | 0,74 | 0,05 | 7,40 |
| IMRS* – Saúde (2018) | 0,47 | 0,64 | 0,69 | 0,69 | 0,74 | 0,84 | 0,08 | 12,26 |
| IMRS* – Saneamento e meio ambiente (2018) | 0,00 | 0,37 | 0,53 | 0,51 | 0,62 | 0,96 | 0,20 | 38,46 |
| IDHM (2010)** | 0,57 | 0,67 | 0,69 | 0,69 | 0,72 | 0,81 | 0,04 | 5,90 |
| Índice de Gini (2010) | 0,35 | 0,43 | 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,78 | 0,06 | 13,15 |
| Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (2010)*** | 19,99 | 39,30 | 49,22 | 50,28 | 59,67 | 85,79 | 13,44 | 26,73 |
| Proporção de pessoas com baixa renda (2010)*** | 12,55 | 24,73 | 31,73 | 32,61 | 37,53 | 65,45 | 10,69 | 32,79 |
| Razão de renda (entre mais ricos e mais pobres) (2010) | 9,17 | 12,80 | 16,36 | 18,41 | 20,01 | 107,95 | 11,03 | 59,90 |
| Produto Interno Bruto <i>per capita</i> (R\$) (2018) | 7.999,10 | 13.596,23 | 19.125,85 | 27.972,61 | 27.589,79 | 204.457,10 | 30.662,84 | 109,62 |
| Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município (2018) | 3,42 | 12,86 | 19,66 | 20,08 | 25,68 | 45,49 | 8,97 | 44,66 |
| Taxa de emprego no setor formal (%) (2018) | 8,10 | 18,78 | 25,90 | 28,79 | 34,02 | 140,5 | 18,25 | 63,40 |

DP: Desvio-Padrão; CV: Coeficiente de Variação; SM: Salário Mínimo; %: percentual.

* IMRS: Índice Mineiro de Responsabilidade Social

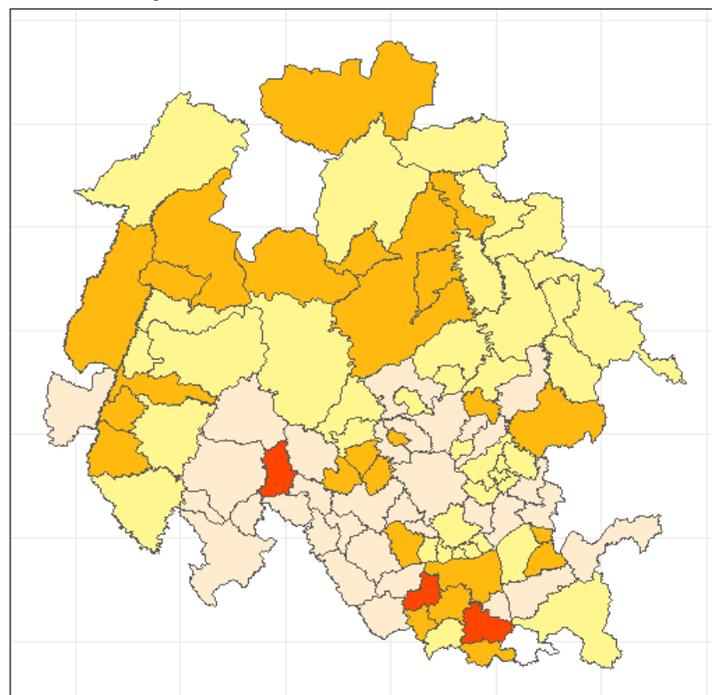
** IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

***Renda domiciliar mensal *per capita* <1/2 salário mínimo.



Projeto Brumadinho UFMG

Índice Mineiro de Responsabilidade Social -
Educação - 2018



Índice Mineiro de Responsabilidade Social
- Saúde 2018

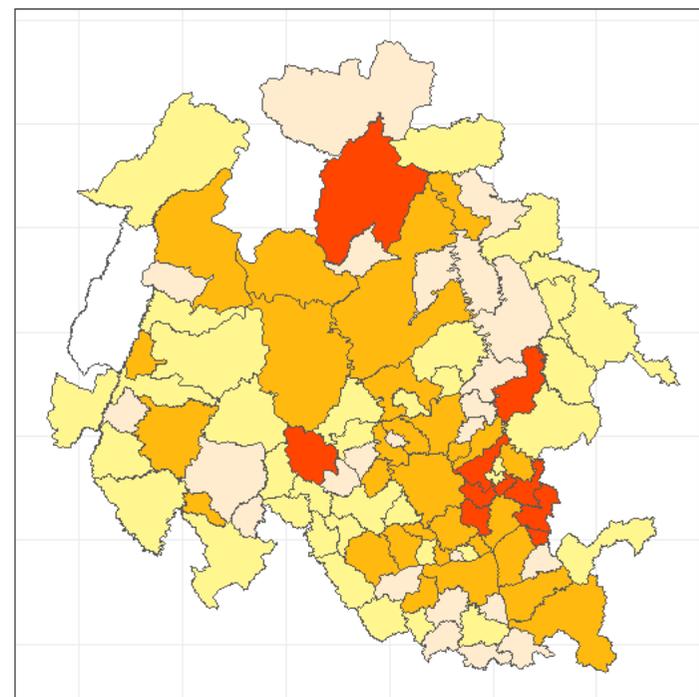
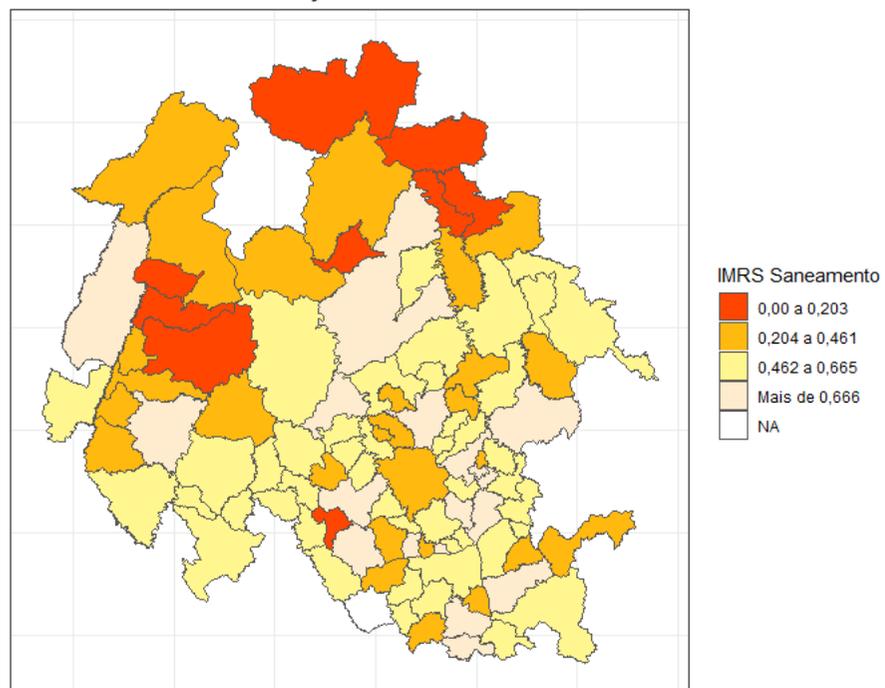


Figura 12 – Distribuições das dimensões educação e saúde do Índice Mineiro de Responsabilidade Social para os municípios avaliados, 2018.
Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

Índice Mineiro de Responsabilidade Social
- Saneamento, Habitação e Meio Ambiente - 2018



Índice de Desenvolvimento Humano - IDHM - 2010

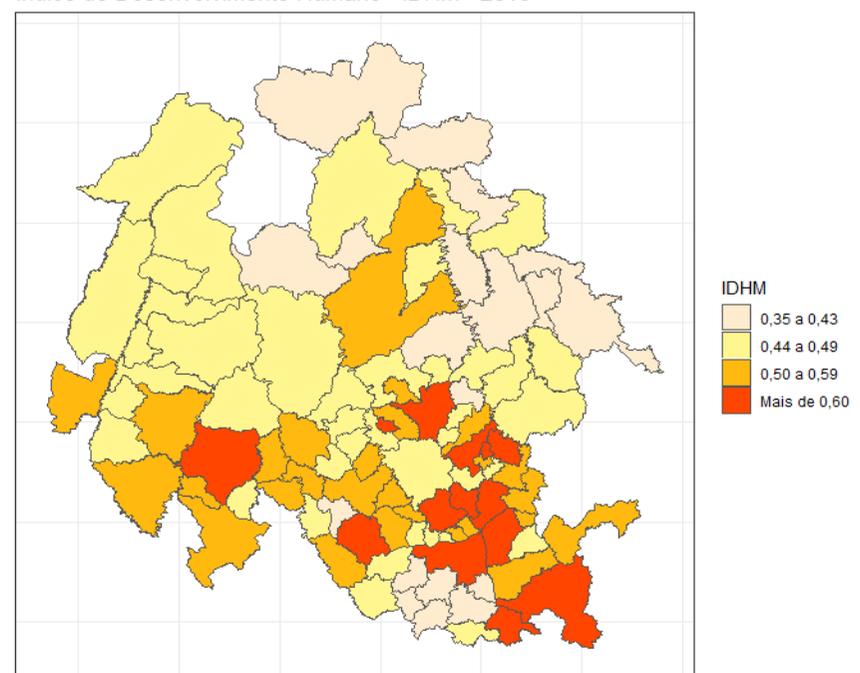
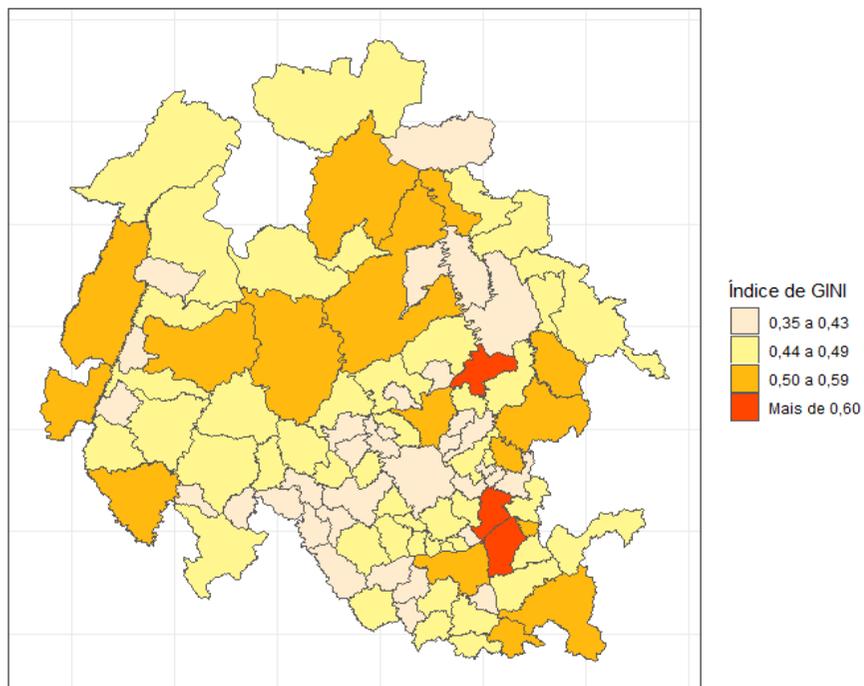


Figura 13 – Distribuições do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (2018) – dimensão saneamento e meio ambiente – e do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) para os municípios avaliados. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

Índice de Gini - 2010



Razão de renda - 2010

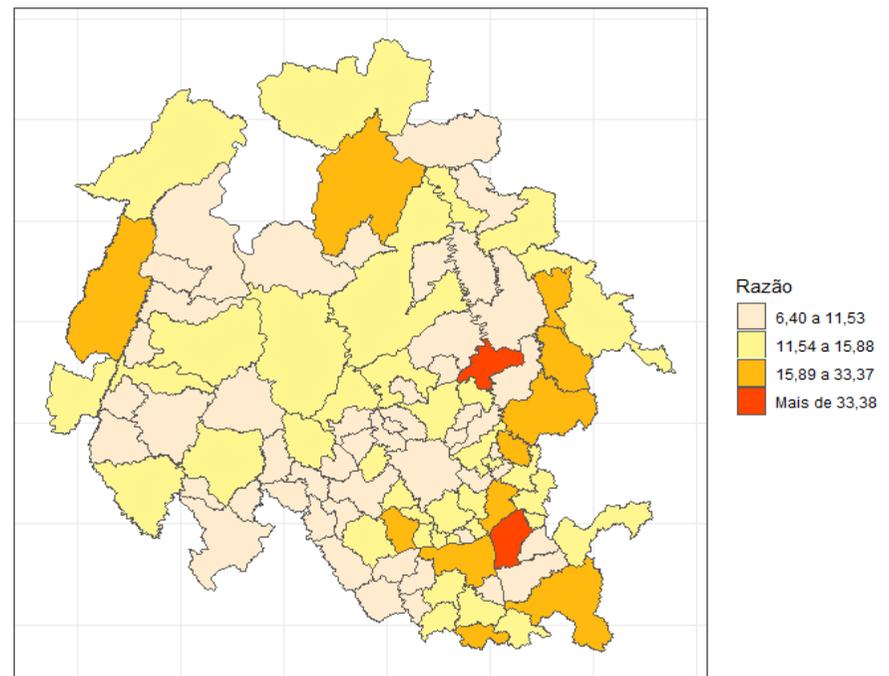
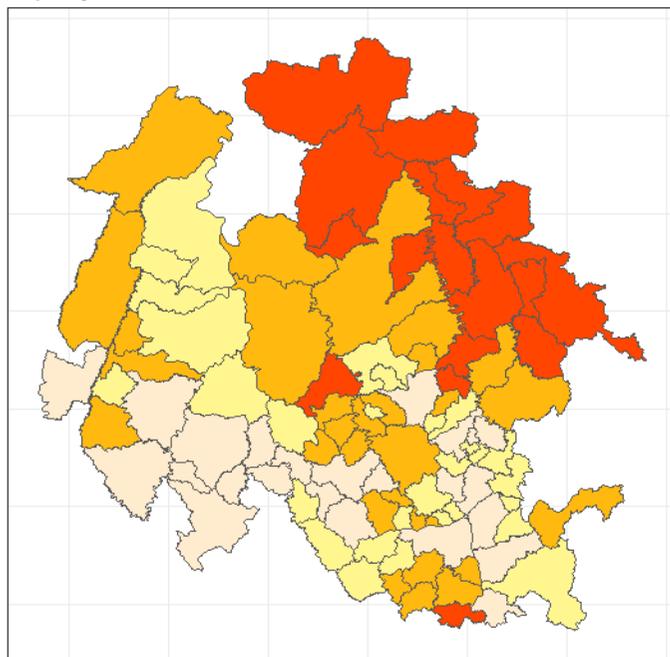


Figura 14 – Distribuições do Índice de Gini e da razão de renda, para os municípios avaliados, 2010. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

População com renda até 1/2 SM



População de crianças com renda até 1/2 SM

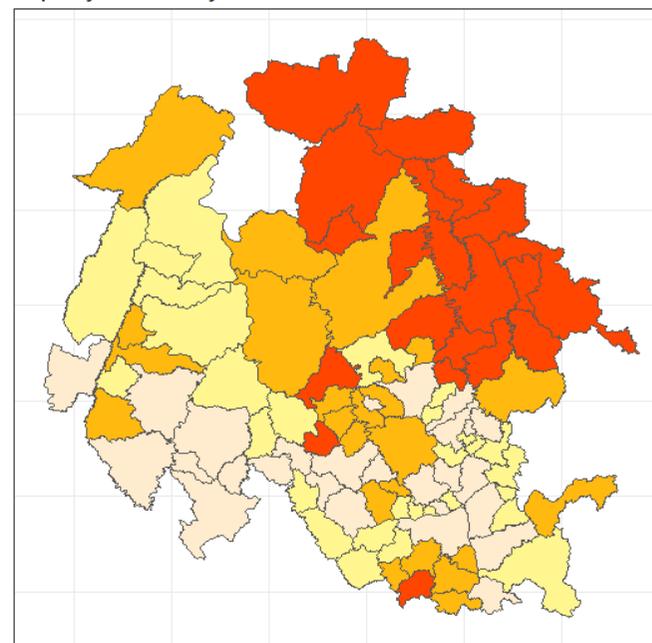


Figura 15 – Distribuições de proporção de pessoas com baixa renda e da proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda para os municípios avaliados, 2010. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

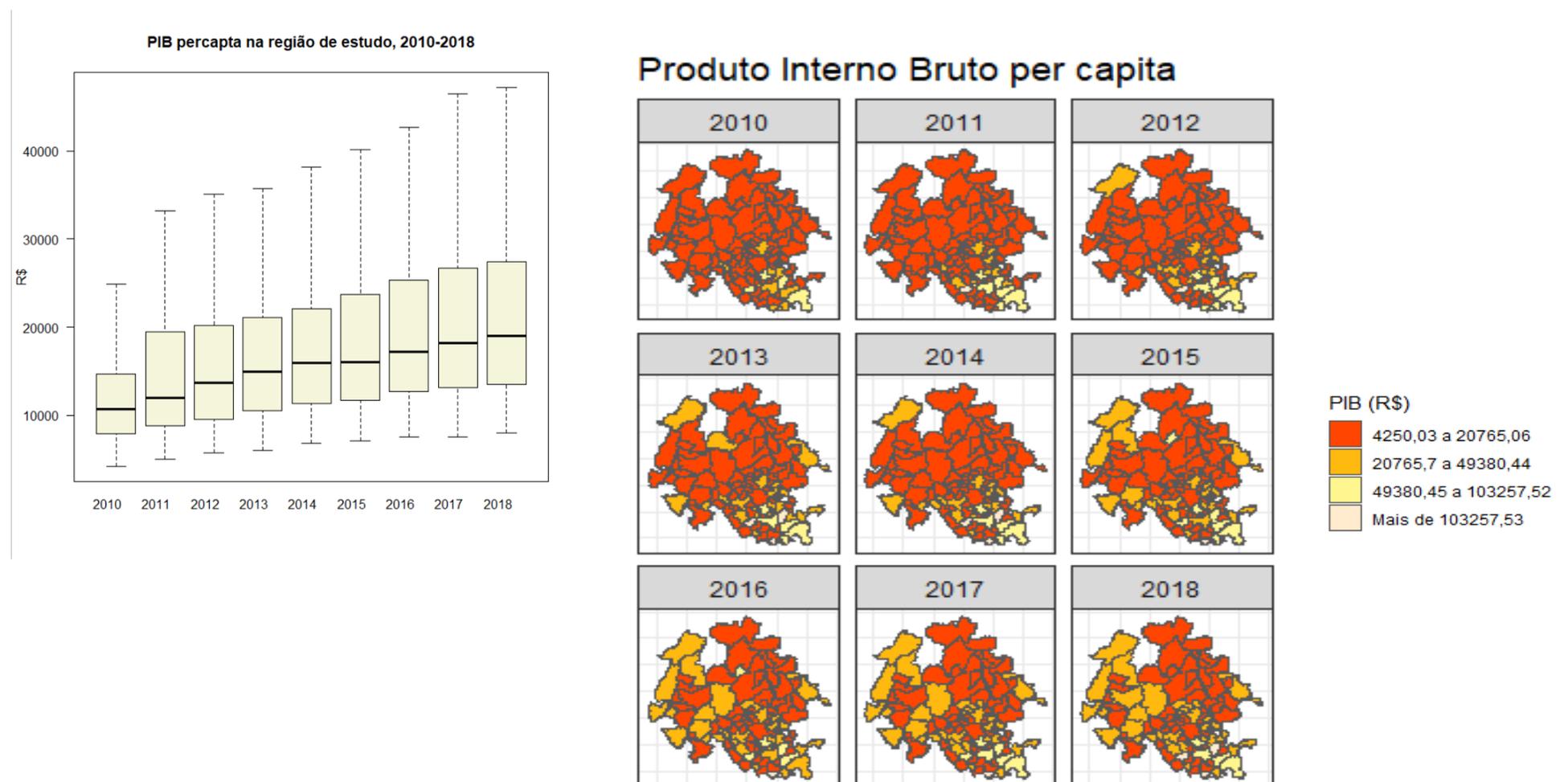


Figura 16 – *Boxplots* e mapas com a distribuição espacial e temporal do Produto Interno Bruto *per capita* para os municípios avaliados. 2010-2018. Nota: Elaboradores: Tainãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

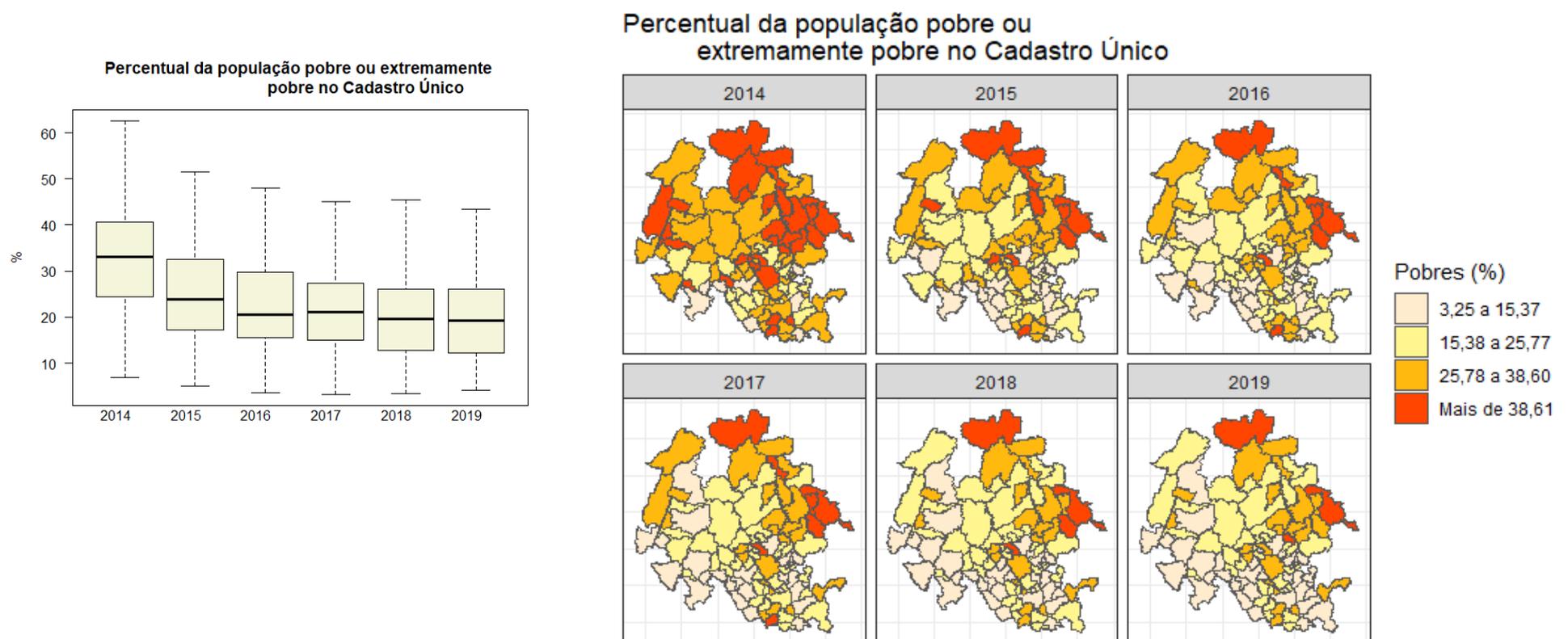


Figura 17 – *Boxplots* e mapas com a distribuição espacial e temporal do percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único para os municípios avaliados. 2014-2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

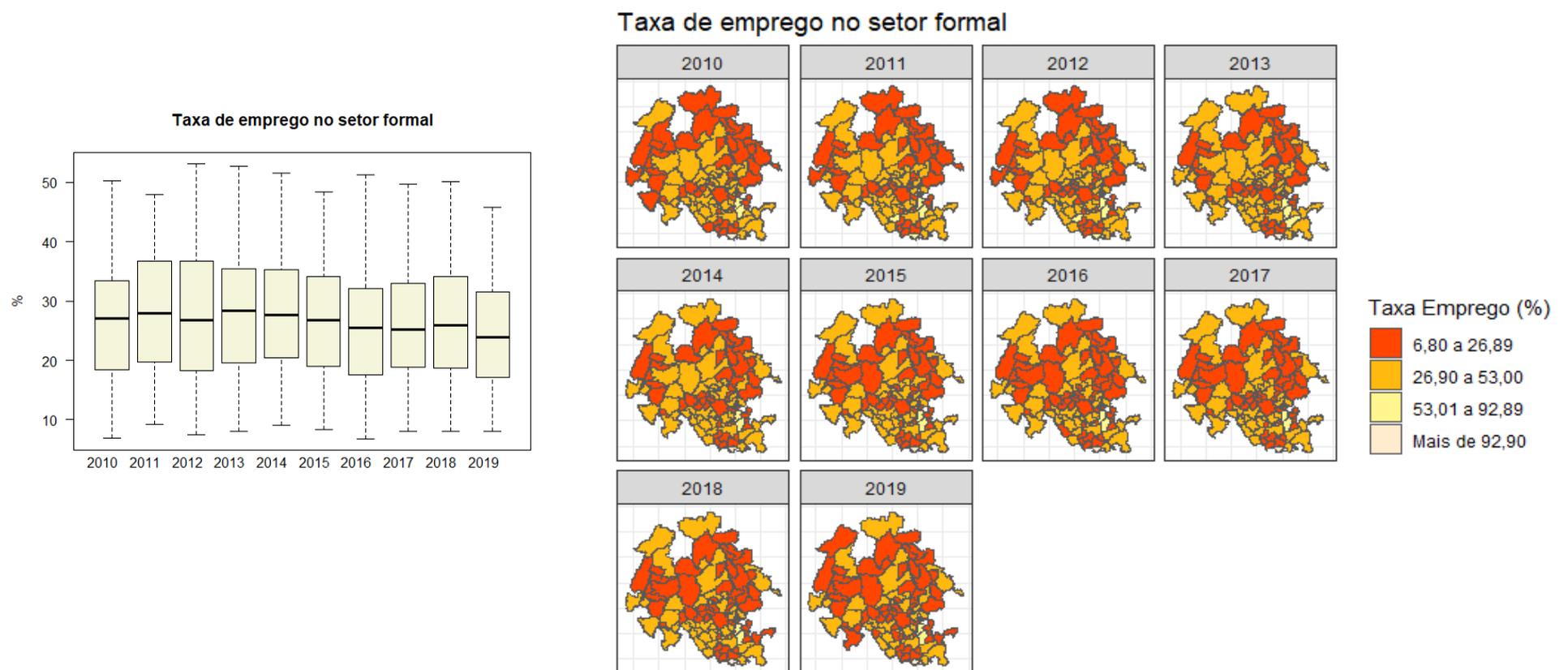


Figura 18 – *Boxplots* e mapas com a distribuição espacial e temporal da taxa de emprego no setor formal para os municípios avaliados. 2010-2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

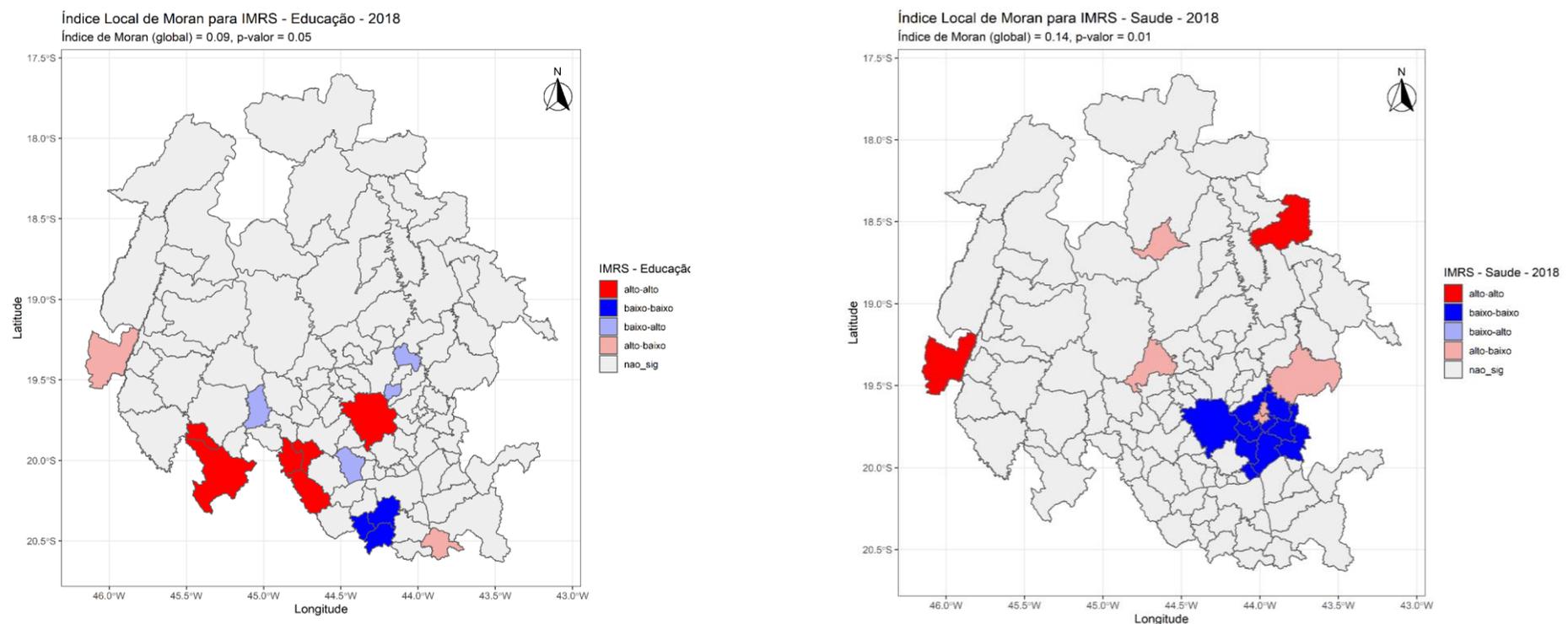


Figura 19 – Índices de Moran Local para as dimensões de educação e saúde do Índice Mineiro de Responsabilidade Social nos municípios avaliados, 2018. Nota: Elaboradores: Tainã César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

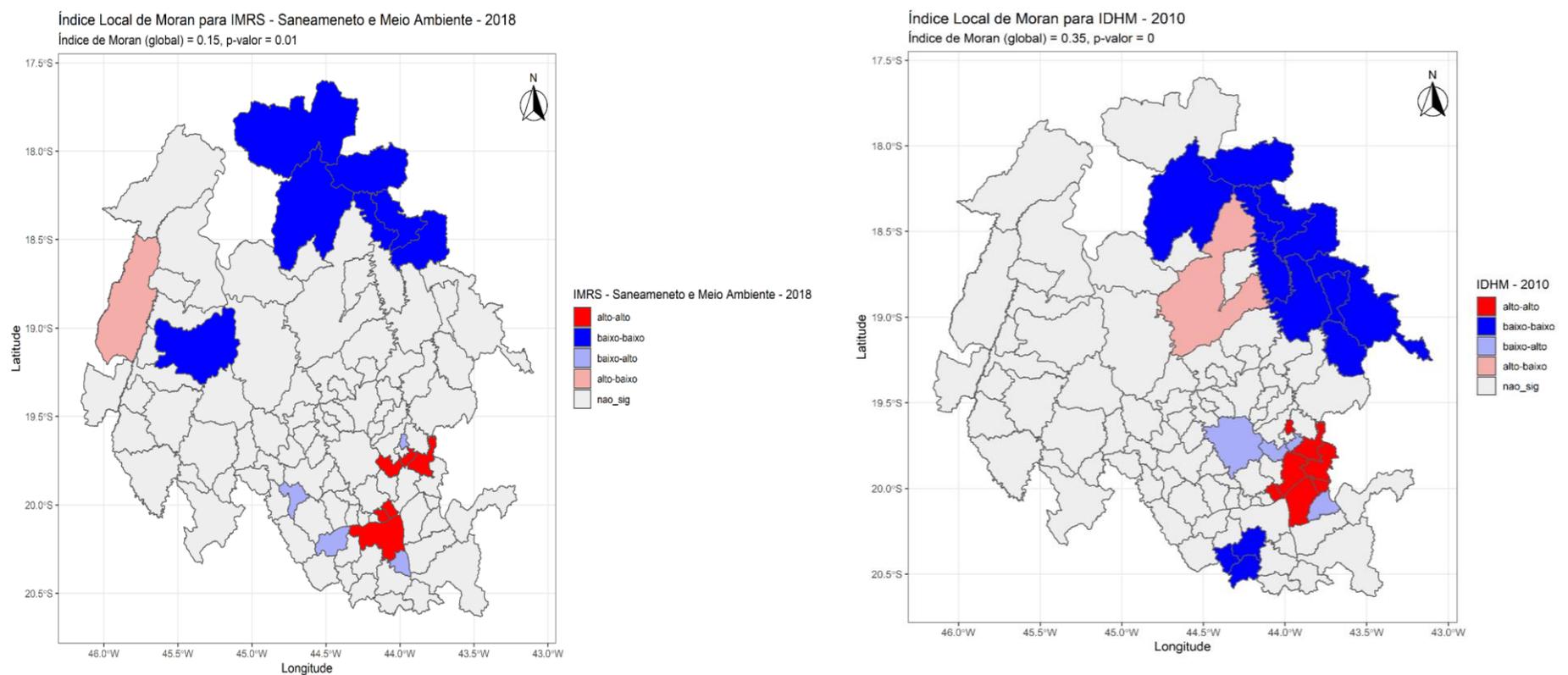


Figura 20 – Índices de Moran Local para a dimensão de saneamento e meio ambiente do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (2018) e para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) nos municípios avaliados. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

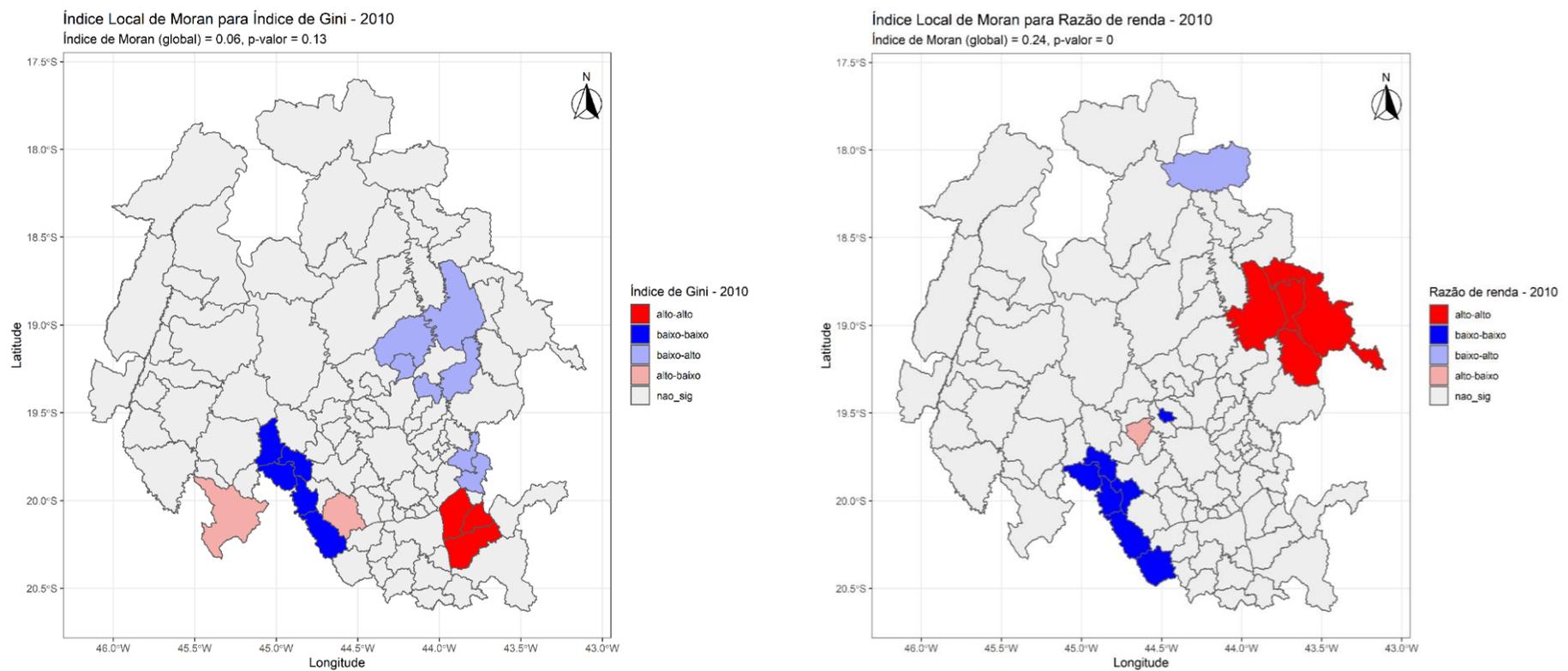


Figura 21 – Índices de Moran Local para o Índice de Gini (2010) e para razão de renda nos municípios avaliados, 2010. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

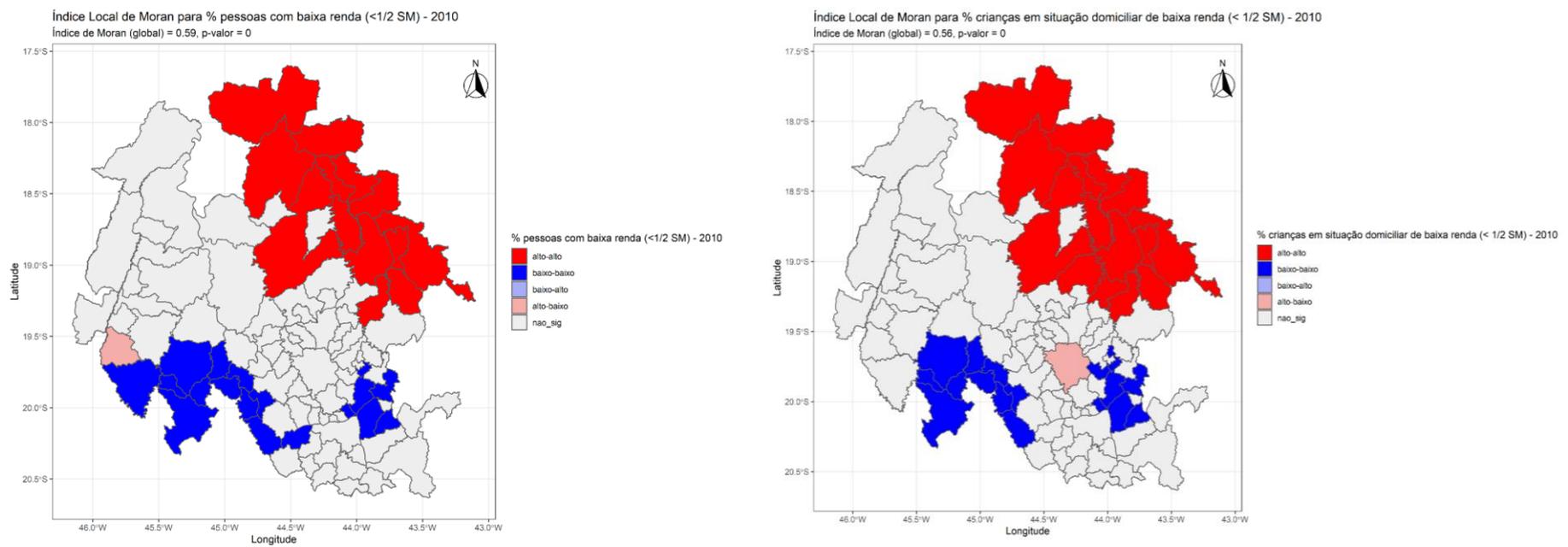


Figura 22 – Índices de Moran Local para proporção de pessoas com baixa renda e proporção de crianças em situação de baixa renda nos municípios avaliados, 2010. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

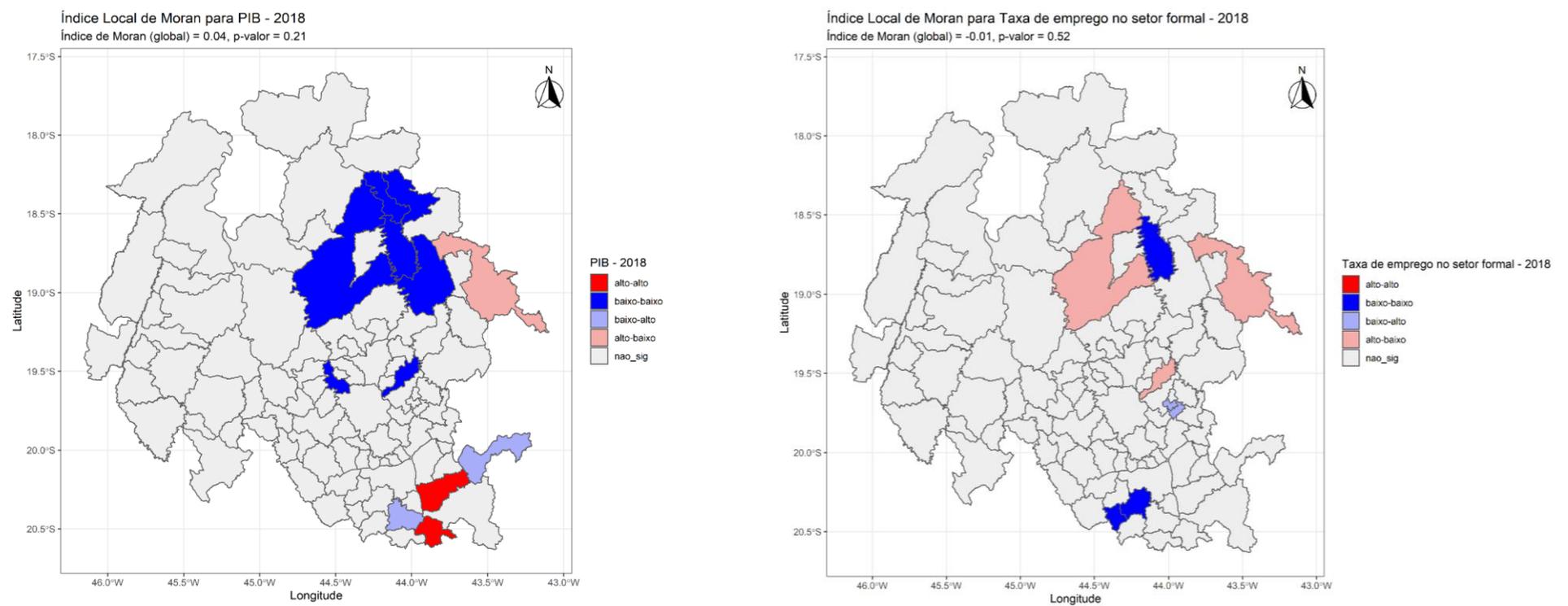


Figura 23 – Índices de Moran Local para Produto Interno Bruto *per capita* e para a taxa de emprego no setor formal nos municípios avaliados, 2018. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Projeto Brumadinho UFMG

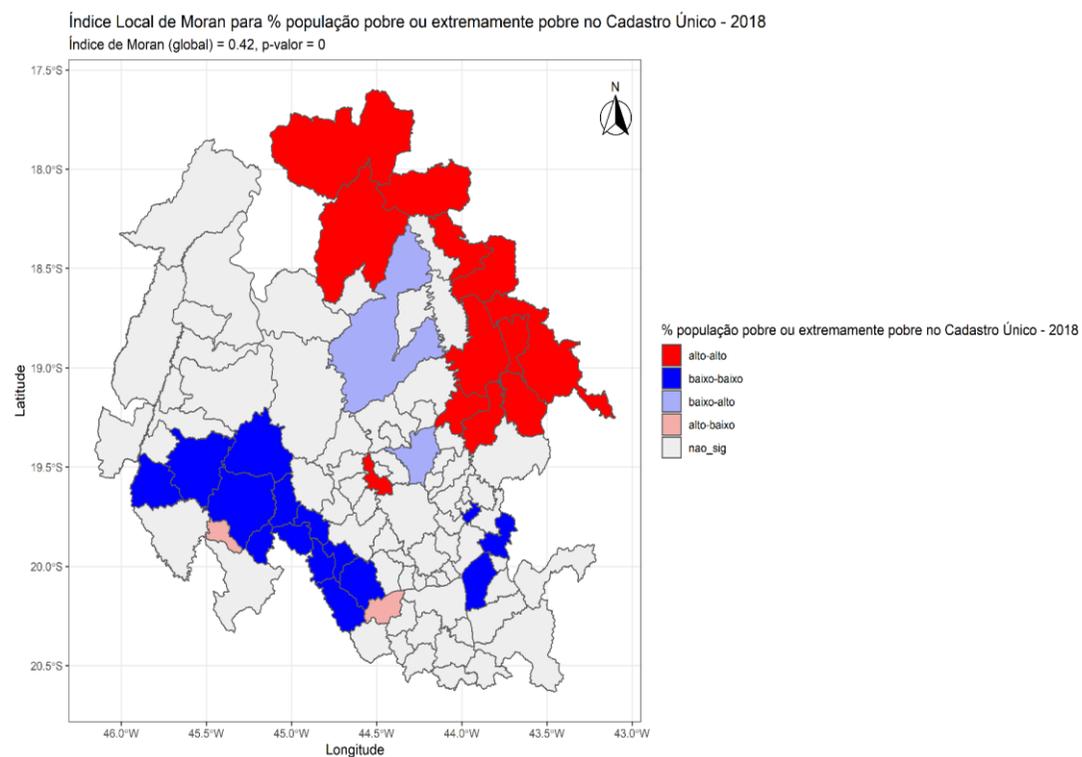


Figura 24 – Índices de Moran Local para percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único nos municípios avaliados, 2018. Nota: Elaboradores: Tainãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



Os Índices de Moran Globais apontaram para uma autocorrelação espacial positiva para a maioria dos indicadores socioeconômicos e ambientais, com exceção dos indicadores “Índice de Gini”, “PIB *per capita*” e “Taxa de emprego no setor formal”. Dessa forma, pode-se dizer que houve dependência espacial no conjunto de municípios para os indicadores socioeconômicos e ambientais, ou seja, o valor do indicador em um dado município foi correlacionado com os valores dos municípios vizinhos.

O Índice de Moran Local forneceu informações sobre a extensão da aglomeração espacial de valores semelhantes de um determinado indicador no entorno de um município, sendo esta extensão expressa em categorias de *clusters* nos mapas. O Quadro 5 mostra os municípios segundo os principais *clusters* formados (alto-alto e baixo-baixo) para cada indicador usado. Conforme mencionado anteriormente, *clusters* alto-alto são formados por municípios com alto valor para o indicador observado, circundados por municípios com alto valor para o mesmo indicador. *Clusters* baixo-baixo são formados por municípios com baixo valor para o indicador observado, circundados por municípios com baixo valor para o mesmo indicador.

Conforme observado no Quadro 5, o indicador “taxa de emprego no setor formal” não formou *cluster*. Ressalta-se, também, que houve formação de *clusters* semelhantes para os indicadores “proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda” e “proporção de pessoas com baixa renda”, tanto de *clusters* alto-alto quanto baixo-baixo. Ainda, observa-se que não houve formação de *clusters* alto-alto para os indicadores “IMRS – Saúde”, “IMRS – Saneamento e meio ambiente” e “PIB *per capita*”.

Quadro 5 – Síntese dos resultados do Índice de Moran Local dos indicadores socioeconômicos e ambientais para o conjunto dos 100 municípios avaliados.

(continua)

| Indicadores socioeconômicos e ambientais | Cluster Alto-Alto | Cluster Baixo-Baixo |
|---|--|--|
| IMRS – Educação | Ipatinga, Carmo do Cajurú, São Gonçalo do Pará | Crucilândia, Bonfim, Piedade das Gerais |
| IMRS – Saúde | - | Lagoa Santa, Santa Luzia, Sabará, Belo Horizonte, Contagem, Betim, Ibirité |
| IMRS – Saneamento e meio ambiente | - | Lassance, Corinto, Augusto de Lima, Monjolos, Santo Hipólito, Gouveia |



Quadro 5 – Síntese dos resultados do Índice de Moran Local dos indicadores socioeconômicos e ambientais para o conjunto dos 100 municípios avaliados.

(continuação)

| Indicadores socioeconômicos e ambientais | Cluster Alto-Alto | Cluster Baixo-Baixo |
|---|--|--|
| IDHM | Belo Horizonte, Nova Lima, Raposos, Sabará, Santa Luzia, Confins | Augusto de Lima, Corinto, Monjolos, Conceição do Mato Dentro, Gouveia, Santo Hipólito, Presidente Juscelino, Santana de Pirapama, Santana do Riacho, Congonhas do Norte |
| Índice de Gini | Itabirito, Rio Acima, Nova Lima | Leandro Ferreira, Nova Serrana, Conceição do Pará, São Gonçalo do Pará, Carmo do Cajurú |
| Proporção de pessoas com baixa renda | Curvelo, Santo Hipólito, Gouveia, Augusto de Lima, Lassance, Corinto, Monjolos, Presidente Juscelino, Santana de Pirapama, Congonhas do Norte, Conceição do Mato Dentro, Santana do Riacho, Cordisburgo, Jequitibá, Baldim | 1- Luz, Moema, Santo Antônio do Monte, Araújos, Nova Serrana, São Gonçalo do Pará, Carmo do Cajuru, Bom Despacho, Ipatinga, Itaúna, Itatiaiuçu 2- Belo Horizonte, Rio Acima, Nova Lima, Raposos, Sabará, Santa Luzia |
| Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | Curvelo, Santo Hipólito, Gouveia, Augusto de Lima, Lassance, Corinto, Monjolos, Presidente Juscelino, Santana de Pirapama, Congonhas do Norte, Conceição do Mato Dentro, Santana do Riacho, Cordisburgo, Jequitibá, Baldim | 1- Moema, Santo Antônio do Monte, Araújos, Nova Serrana, São Gonçalo do Pará, Carmo do Cajuru, Bom Despacho, Ipatinga, Itaúna, Itatiaiuçu 2- Belo Horizonte, Rio Acima, Nova Lima, Raposos, Sabará, Santa Luzia, Ribeirão das Neves, Vespasiano |
| Produto Interno Bruto <i>per capita</i> | - | Curvelo Santo Hipólito, Presidente Juscelino, Cordisburgo, Gouveia, Santana de Pirapama |
| Razão de renda | Conceição do Mato Dentro, Santana do Riacho, Congonhas do Norte, Santana de Pirapama | Nova Serrana, Conceição do Pará, São Gonçalo do Pará, Ipatinga, Carmo do Cajurú, Itaguara |
| Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | Lassance, Corinto, Augusto de Lima, Monjolos, Gouveia, Conceição do Mato Dentro, Santana do Riacho, Congonhas do Norte, Santana do Pirapama, Jequitibá, Baldim | Estrela do Indaiá, Dolores do Indaiá, Bom Despacho, Martinho Campos, Leandro Ferreira, Nova Serrana, São Gonçalo do Pará, Carmo do Cajurú, Conceição do Pará, Araújos, Ipatinga, Itaúna, Itatiaiuçu |

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

Nas Figuras 25 e 26, são observadas a matriz de correlação e o diagrama de dispersão dos coeficientes de correlação de *Spearman* para os pares de indicadores socioeconômicos e ambientais. Coeficientes em vermelho são considerados altos, portanto, tais pares de indicadores não devem ser incluídos no mesmo modelo. O critério adotado foi inserir no modelo o indicador que apresentou associação mais forte com o desfecho.



Projeto Brumadinho UFMG

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--|
| Indicadores | IMRS_Educ | | | | | | | | | | |
| IMRS_Saude | -0.21 | IMRS_Saude | | | | | | | | | |
| IMRS_Saneam | 0.15 | -0.26 | IMRS_Saneam | | | | | | | | |
| gini | -0.11 | -0.12 | 0.14 | gini | | | | | | | |
| idhm | 0.43 | -0.42 | 0.44 | 0.25 | idhm | | | | | | |
| razaorenda00 | -0.04 | -0.07 | -0.07 | 0.45 | -0.07 | razaorenda00 | | | | | |
| renda1.2SM | -0.43 | 0.25 | -0.42 | -0.01 | -0.79 | 0.29 | renda1.2SM | | | | |
| pobres2018 | -0.29 | 0.18 | -0.36 | -0.1 | -0.65 | 0.24 | 0.82 | pobres2018 | | | |
| renda1.2SM_cri | -0.43 | 0.28 | -0.46 | -0.03 | -0.81 | 0.26 | 0.97 | 0.80 | renda1.2SM_cri | | |
| txempr2018 | 0.34 | -0.04 | 0.11 | 0.17 | 0.43 | 0.16 | -0.43 | -0.42 | -0.44 | txempr2018 | |
| PIB2018 | 0.29 | -0.16 | 0.19 | 0.2 | 0.49 | 0.06 | -0.51 | -0.47 | -0.53 | 0.86 | |

Figura 25 – Matriz de correlação com os coeficientes de correlação de *Spearman* para os indicadores socioeconômicos e ambientais.

Legenda: *IMRS_Educ*: Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Dimensão Educação; *IMRS_Saude*: Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Dimensão Saúde; *IMRS_Saneam*: Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Dimensão Saneamento e Meio Ambiente; *gini*: Índice de Gini; *idhm*: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; *razaorenda00*: Razão de renda; *renda1.2SM*: Proporção de pessoas com baixa renda; *pobres2018*: Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único; *renda1.2SMcri*: Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda; *txempr2018*: Taxa de emprego no setor formal; *PIB2018*: Produto Interno Bruto *per capita*.



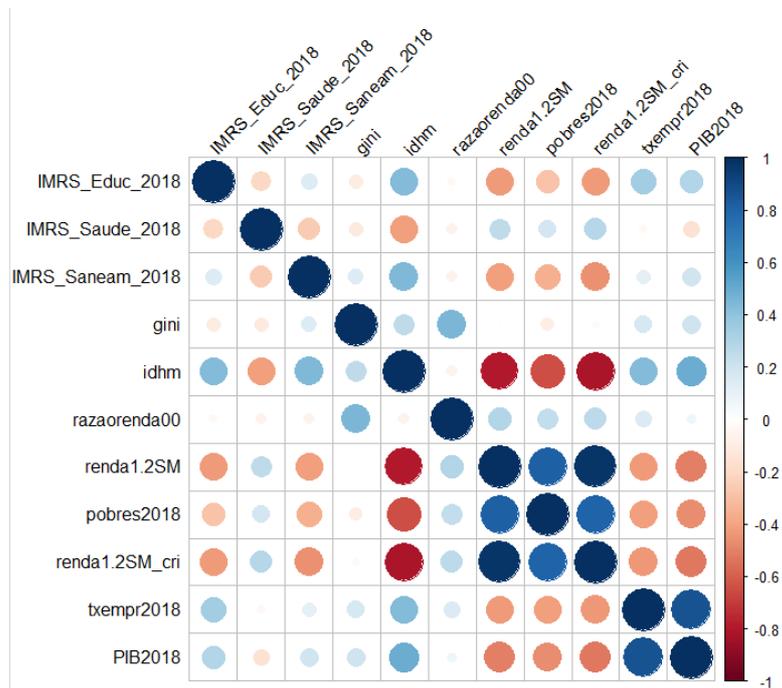


Figura 26 – Diagrama de dispersão dos coeficientes de correlação de *Spearman* para os indicadores socioeconômicos e ambientais.

Legenda: *IMRS_Educ*: Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Dimensão Educação; *IMRS_Saude*: Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Dimensão Saúde; *IMRS_Saneam*: Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Dimensão Saneamento e Meio Ambiente; *gini*: Índice de Gini; *idhm*: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; *razaorenda00*: Razão de renda; *renda1.2SM*: Proporção de pessoas com baixa renda; *pobres2018*: Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único; *renda1.2SMcri*: Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda; *txempr2018*: Taxa de emprego no setor formal; *PIB2018*: Produto Interno Bruto *per capita*.

6. Descrição das taxas de mortalidade materna e infantil e de mortalidade proporcional por causas

Os indicadores de mortalidade infantil foram analisados apenas descritivamente no período pré- e pós-rompimento por grupos de municípios (grupo 1: diretamente afetados, grupo 2: vizinhos de 1ª ordem e grupo 3: vizinhos de 2ª ordem) (Tabelas 3 e 4 e Figura 27), em função do número baixo de óbitos. Por exemplo, nos Grupos 1 e 3 ocorreram 5 óbitos maternos no ano pós-rompimento (Tabela 4). Além disso, foi apenas apresentada a análise descritiva do indicador de mortalidade proporcional (Tabela 5) uma vez que este indicador não mede risco de morte pois variações positivas em uma causa implicam na diminuição na proporção de outras causas.



Tabela 3 – Valores médios dos indicadores de mortalidade conforme período e grupos de municípios. 2010-2019.

| Indicadores de mortalidade | Média do indicador | | | | | |
|--|-------------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | | Pós-rompimento (2019) | | |
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
| Razão de mortalidade materna (/100 mil/nascidos vivos/ano) | 28,5 | 52,3 | 55,7 | 28,3 | 165,1 | 25,9 |
| Taxa de mortalidade infantil (/1 mil/nascidos vivos/ano) | 11,7 | 13,4 | 12,3 | 12,4 | 13,6 | 12,2 |
| Taxa de mortalidade neonatal (/1 mil/nascidos vivos/ano) | 8,3 | 9,8 | 8,8 | 9,7 | 10,0 | 9,0 |
| Taxa de mortalidade neonatal precoce (/1 mil/nascidos vivos/ano) | 6,5 | 8,0 | 6,3 | 8,4 | 8,1 | 6,2 |
| Taxa de mortalidade neonatal tardia (/1 mil/nascidos vivos/ano) | 1,8 | 1,8 | 2,5 | 1,3 | 1,9 | 2,8 |
| Taxa de mortalidade pós-neonatal (/1 mil/nascidos vivos/ano) | 3,4 | 3,6 | 3,5 | 2,7 | 3,7 | 3,2 |
| Taxa de mortalidade perinatal (/1 mil/nascidos vivos/ano) | 18,6 | 19,7 | 17,2 | 16,9 | 15,0 | 16,7 |

Grupo 1 – Municípios diretamente afetados; Grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; Grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem

Tabela 4 – Número de óbitos maternos e infantis conforme período e grupos de municípios. 2010-2019.

| Tipo de óbito | Número de óbitos | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | | Pós-rompimento (2019) | | |
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
| Óbito materno | 45 | 216 | 51 | 5 | 31 | 5 |
| Óbito infantil | 1295 | 5495 | 1586 | 155 | 587 | 154 |
| Óbito neonatal | 911 | 3848 | 1093 | 105 | 405 | 104 |
| Óbito neonatal precoce | 668 | 2907 | 827 | 78 | 309 | 80 |
| Óbito neonatal tardio | 243 | 941 | 266 | 27 | 96 | 24 |
| Óbito pós-neonatal | 384 | 1647 | 493 | 50 | 182 | 50 |
| Óbito perinatal | 1888 | 8402 | 2401 | 213 | 838 | 251 |

Grupo 1 – Municípios diretamente afetados; Grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; Grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem

Na Figura 27, é apresentado o gráfico com as diferenças dos indicadores de mortalidade infantil e materna entre o ano pós-rompimento e o período pré-rompimento da barragem de acordo com os grupos de municípios. Na Tabela 5, são apresentados os valores de mortalidade proporcional por seleção de causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes.



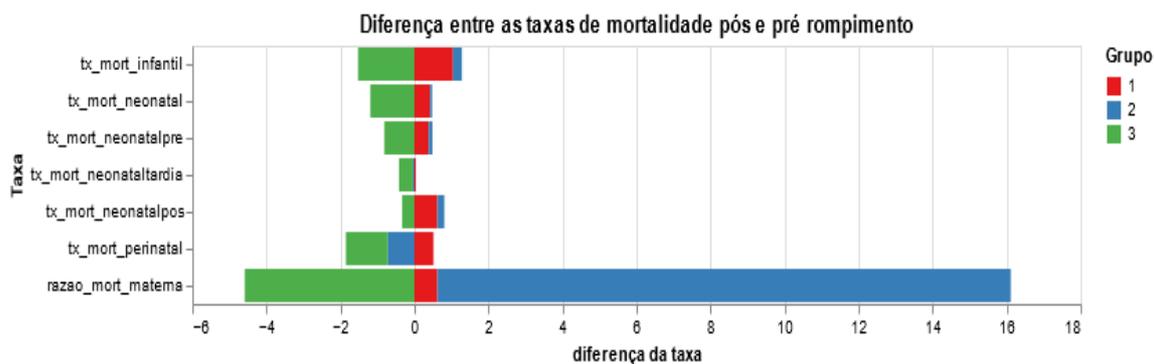


Figura 27 - Diferenças para taxas de mortalidade materna e infantil.

Legenda: *tx_mort_infantil*: Taxa de mortalidade infantil; *tx_mort_neonatal*: taxa de mortalidade neonatal; *tx_mort_neonatalpre*: taxa de mortalidade neonatal precoce; *tx_mort_neonataltardia*: taxa de mortalidade neonatal tardia; *tx_mort_neonatalpos*: taxa de mortalidade pós-neonatal; *tx_mort_perinatal*: taxa de mortalidade perinatal; *razão_mort_materna*: razão de mortalidade materna. Grupo 1: diretamente afetados; Grupo 2: Vizinhos de 1ª ordem; Grupo 3: Vizinhos de 2ª ordem.

Conforme observado na Figura 27, houve aumento para o total e cada um dos componentes da mortalidade infantil e materna no ano pós-rompimento em municípios diretamente afetados (Grupo 1). Este comportamento também foi observado para vizinhos de 1ª ordem (Grupo 2), com destaque para mortalidade materna, e sendo exceção a taxa de mortalidade perinatal, o qual apresentou diminuição no ano pós-rompimento para este grupo. Por outro lado, houve diminuição na mortalidade infantil e materna no ano pós-rompimento em municípios vizinhos de 2ª ordem (Grupo 3). Não é possível afirmar se as variações nas taxas de mortalidade infantil e materna no pós-rompimento se devem ou não a uma flutuação aleatória do número de óbitos o que pode ocorrer ao longo do tempo, visto que o período pós-rompimento se refere a apenas um ano.

Conforme observado na Tabela 5, houve pequena variação na distribuição da mortalidade proporcional por causas entre os períodos pré- e pós-rompimento. Porém, não é possível interpretar tais variações, pois a mortalidade proporcional não mede risco de morte uma vez que variações positivas em uma causa implicam na diminuição na proporção de outras causas.



Tabela 5 – Mortalidade proporcional por seleção de causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes, conforme período e grupos de municípios estudados. 2010-2019.

| Capítulos da CID-10 | Proporção média de óbitos | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | | Pós-rompimento (2019) | | |
| | Grupo 1 (%) | Grupo 2 (%) | Grupo 3 (%) | Grupo 1 (%) | Grupo 2 (%) | Grupo 3 (%) |
| Capítulo I | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,6 |
| Capítulo IV | 3,4 | 3,9 | 3,7 | 4,1 | 3,8 | 3,9 |
| Capítulo V | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,8 | 1,5 | 1,5 |
| Capítulo IX | 16,0 | 16,9 | 17,5 | 16,8 | 16,3 | 17,4 |
| Capítulo X | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,1 |
| Capítulo XII | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| Capítulo XIV | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,7 |
| Capítulo XVI | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Capítulo XX | 14,9 | 11,1 | 12,7 | 13,7 | 8,3 | 10,3 |

Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias; Capítulo IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas; Capítulo V – Transtornos mentais e comportamentais; Capítulo IX – Doenças do aparelho circulatório; Capítulo X – Doenças do aparelho respiratório; Capítulo XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo; Capítulo XIV – Doenças do aparelho genit urinário; Capítulo XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal; Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade; Grupo 1: diretamente afetados; Grupo 2: Vizinhos de 1ª ordem; Grupo 3: Vizinhos de 2ª ordem

7. Associação global do período de rompimento com a taxa de mortalidade padronizada por idade

Nesta seção, são apresentados resultados das análises a partir de modelos estatísticos de dados de mortalidade. A princípio, foram calculadas as taxas brutas e padronizadas de mortalidade por idade tendo como referência a distribuição etária da população de Minas Gerais no meio do ano de 2010 por causas selecionadas no período pré-rompimento e pós-rompimento da barragem. A Figura 28 mostra a descrição das causas de morte com as maiores diferenças nas taxas de mortalidade pós- e pré-rompimento, em cada grupo de municípios analisados. As variações positivas representam incremento, enquanto as negativas representam redução nas taxas pós-rompimento. As Figuras com o detalhamento das causas que apresentaram as maiores diferenças nas taxas de mortalidade brutas e padronizadas segundo o sexo por grupo de municípios se encontram no APÊNDICE D. Na Tabela 6, são apresentadas algumas medidas descritivas e as estimativas de SMR obtidas por modelos estatísticos lineares generalizados (GLM) para causas específicas agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes.



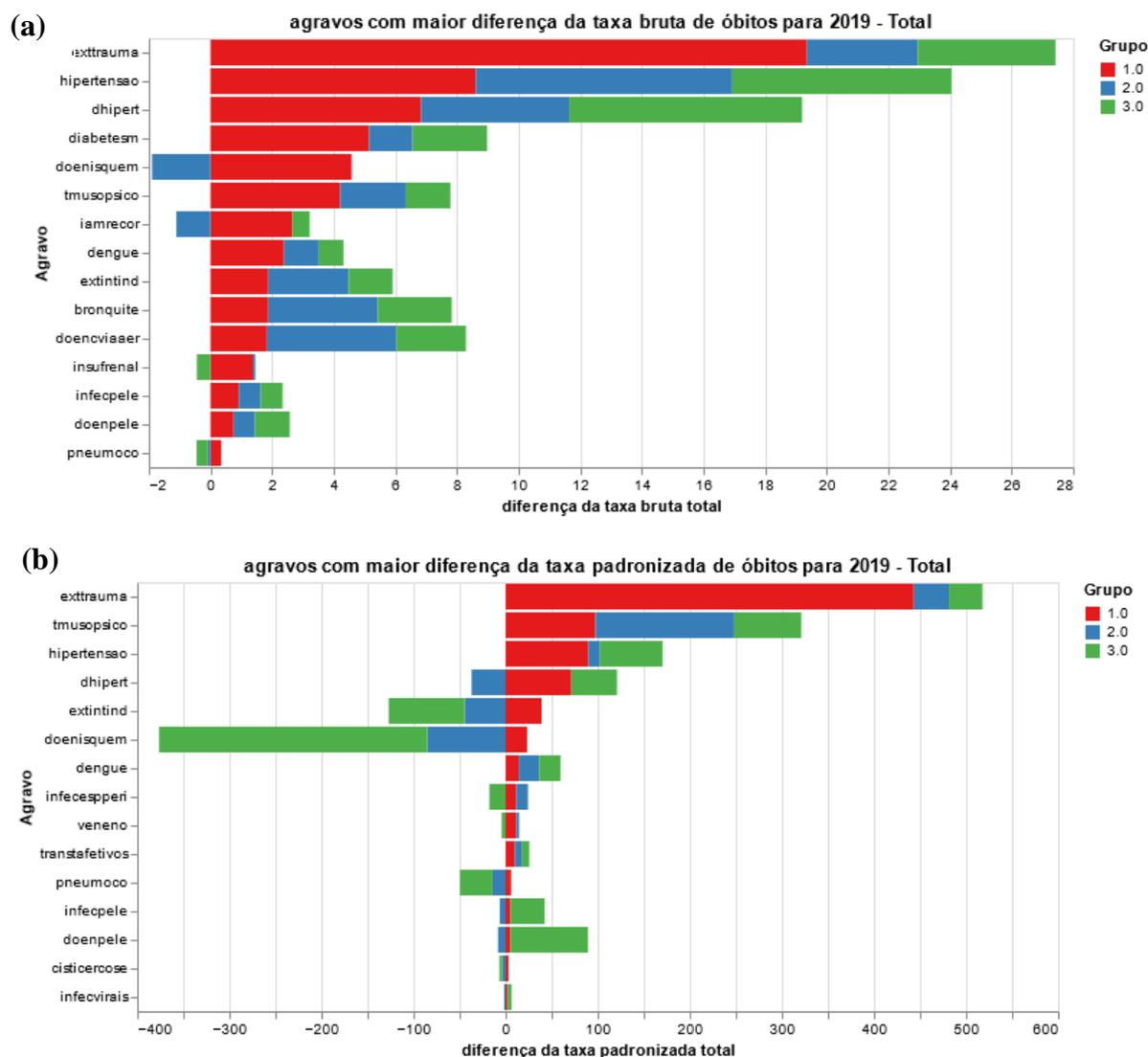


Figura 28 – Maiores diferenças entre as taxas de mortalidade brutas (a) e padronizadas por idade (b) observadas no ano de 2019 e as taxas médias de mortalidade brutas e padronizadas relativas ao período 2010-2018 para a população geral segundo o grupo de municípios estudados.

Legenda: grupo 1 – Municípios diretamente afetados; grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem; *extrauma* – outras causas externas de traumatismos acidentais; *hipertensão* – hipertensão arterial; *dhipert* – doença hipertensiva; *diabetes* – diabetes mellitus; *doenisquem* – doenças isquêmicas do coração; *tmusopsico* – transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool ou outras substâncias psicoativas; *iamrecor* – infarto agudo do miocárdio; *dengue* – dengue; *extintind* – causas externas de intenção não determinada; *bronquite* – bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas; *doencviaaer* – doenças crônicas das vias aéreas inferiores; *insufrenal* – insuficiência renal crônica; *infecpele* – infecções de pele e do tecido subcutâneo; *doenpele* – doenças da pele e do tecido subcutâneo; *pneumoco* – pneumoconiose; *infecesperi* – infecções específicas do período perinatal; *veneno* – envenenamento [intoxicação] acidental por exposição a substâncias nocivas; *transtafetivos* – transtornos de humor afetivos; *cisticercose* – cisticercose; *infecvirais* – infecções intestinais virais, outras e as não especificadas.



Observa-se que a padronização por idade, essencial para a comparação de taxas de mortalidade, altera a ordenação das causas com maiores diferenças no período pré- e pós-rompimento. Com base na Figura 28(b), verifica-se que as causas com as maiores diferenças positivas (aumento) nas taxas de mortalidade padronizadas por idade entre o período pós- e pré-rompimento da barragem nos municípios diretamente afetados (Grupo 1) foram, em ordem decrescente: “outras causas externas de traumatismos acidentais” (exttrauma), “transtornos mentais devido ao uso de álcool ou outras substâncias psicoativas” (tmusopsico), “hipertensão arterial” (hipertensao), “doenças cardíacas hipertensivas” (dhipert), “eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” (extintind), “doença isquêmica do coração” (doenisquem), “dengue”, “infecções específicas do período perinatal” (infecespperi), “envenenamento [intoxicação] acidental por exposição a substâncias nocivas (veneno)”, “transtornos de humor (afetivos)” (transtafetivos), “pneumoconiose” (pneumococo), “infecções de pele e do tecido subcutâneo” (infecpele), “doenças de pele e do tecido subcutâneo” (doenpele), “cisticercose” (cisticercose) e “infecções intestinais virais, outras e as não especificadas” (infecvrais). A Figura 28 (b) evidencia ausência de diferenças negativas (redução) nas taxas de mortalidade padronizadas por idade entre o período pós- e pré-rompimento da barragem nos municípios diretamente afetados (Grupo 1). Observa-se redução para algumas causas nos municípios vizinhos de 1ª e 2ª ordem, destacando-se “doenças cardíacas hipertensivas” (dhipert), “causas externas com intenção indeterminada” (extintind), “doença isquêmica do coração” (doenisquem).

No APÊNDICE E, são apresentadas as estimativas pontuais e intervalares da razão de mortalidade padronizada (SMR do inglês “Standardized Mortality Ratio”) para causas básicas de óbito para o conjunto de municípios da região de estudo. Ao analisar as causas básicas de óbito, observa-se aumento estatisticamente significativo no ano pós-rompimento para: a) tuberculose do aparelho geniturinário; b) tuberculose respiratória; c) diarreia e gastroenterite; d) doença de Chagas; e) asma; f) doenças da pele do tecido subcutâneo; g) outras doenças da pele e do tecido subcutâneo; h) insuficiência renal crônica; e i) eventos/fatos cuja intenção é indeterminada (CID-10: Y10-Y34).

As causas básicas de óbito que apresentaram baixa ocorrência no período de análise, causando por isto imprecisão das estimativas de SMR nas análises ajustadas ou com teste de interação para sexo, grupo de municípios ou indicadores socioeconômicos e ambientais, foram: a) amebíase, b) bronquectasia, bronquite, enfisema e outras doenças



pulmonares obstrutivas crônicas, c) cisticercose, d) doenças isquêmicas do coração, e) infarto agudo do miocárdio, f) leishmaniose tegumentar americana, g) leishmaniose visceral, h) leptospirose, i) outras infecções intestinais bacterianas, j) outras infecções por *Salmonella*, l) tuberculose do aparelho geniturinário, m) tuberculose do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos, n) tuberculose miliar; o) transtornos neuróticos, transtornos relacionados com o estresse e transtornos somatoformes, tuberculose do aparelho geniturinário (APÊNDICE E).

Vale ressaltar que as causas básicas que apresentaram ocorrência baixa ou nula de óbitos no período de análise e que impossibilitaram estimar taxas de mortalidade, não foram incluídas no APÊNDICE E, sendo elas: a) cólera, b) febre tifoide e paratifoide, c) shigelose, d) outras doenças intestinais por protozoários, e) tuberculose do sistema nervoso, f) tuberculose óssea e das articulações, g) febre amarela, h) hepatite A, i) malária, j) leishmaniose não especificada, l) infecção por *Echinococcus granulosus*, m) infecção por *Taenia*, n) filariose, o) ancilostomose, p) ascaridíase, q) estrogiloidíase, r) tricuriase, s) oxiuríase, t) tracoma, u) micoses, v) conjuntivite viral, w) dermatofitose, x) transtornos da conjuntiva e y) envenenamento [intoxicação] acidental por exposição a substâncias nocivas.

Para contornar o problema de baixa ou nula ocorrência de causas específicas, as mesmas foram agrupadas por capítulo CID-10 para análise. No APÊNDICE F, é apresentada a Tabela com o número absoluto de óbitos nos períodos pré- e pós-rompimento para causas básicas selecionadas e agrupadas nos capítulos da CID-10 correspondentes. Na Tabela 6, são indicadas as estimativas pontuais e intervalares da SMR para todas as causas específicas selecionadas e agrupadas segundo capítulos da CID-10 correspondentes para o conjunto de municípios da região de estudo. Como mostrado na Tabela 6, houve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) no ano pós-rompimento para as seguintes causas selecionadas e agrupadas nos capítulos da CID-10: I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias; XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo; e XIV – Doenças do aparelho geniturinário.



Projeto Brumadinho UFMG

Tabela 6 – Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto de 100 municípios estudados e estimativas de *Standardized Mortality Ratio* (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para capítulos da CID-10 avaliados.

| Causas básicas de óbito | Taxas de mortalidade padronizadas por idade* | | | | SMR (IC95%) | p-valor |
|--|--|-------|-----------------------|-------|-------------------------|--------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Total de causas (Capítulos I a XX) | 554,21 | 62,03 | 533,01 | 96,55 | 1,19 (0,79 – 1,79) | 0,406 |
| Total de causas naturais (Capítulos I a XIX) | 483,32 | 55,49 | 465,62 | 83,62 | 1,20 (0,80 – 1,81) | 0,373 |
| Total de causas externas (Capítulo XX) | 70,89 | 18,07 | 67,39 | 43,46 | 1,15 (0,75 – 1,74) | 0,525 |
| Capítulos da CID-10 | | | | | | |
| I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias | 10,09 | 6,95 | 10,49 | 23,08 | 1,68 (1,06-2,66) | 0,027 |
| IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | 21,97 | 8,33 | 19,67 | 14,42 | 1,45 (0,95-2,22) | 0,088 |
| V – Transtornos mentais e comportamentais | 6,90 | 3,77 | 10,35 | 12,52 | 1,46 (0,92-2,32) | 0,110 |
| IX – Doenças do aparelho circulatório | 97,83 | 19,24 | 87,76 | 31,42 | 1,25 (0,83-1,87) | 0,288 |
| X – Doenças do aparelho respiratório | 24,90 | 7,21 | 24,59 | 15,46 | 1,33 (0,88-2,01) | 0,183 |
| XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo | 1,86 | 1,36 | 2,67 | 4,51 | 2,01 (1,15-3,51) | 0,014 |
| XIV – Doenças do aparelho geniturinário | 4,56 | 3,11 | 4,23 | 5,75 | 1,80 (1,10-2,94) | 0,019 |
| XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal | 1,57 | 1,79 | 1,63 | 4,01 | 1,64 (0,85-3,13) | 0,137 |
| XX – Causas externas de morbidade e mortalidade | 70,16 | 17,87 | 67,04 | 43,44 | 1,14 (0,75-1,74) | 0,530 |

*Taxa por 100.000 habitantes/ano;

DP: Desvio Padrão; SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



7.1. Associação do período de rompimento com a taxa de mortalidade padronizada: efeitos do sexo, grupos de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais

Os resultados apresentados neste subtópico referem-se ao conjunto de causas selecionadas e agrupadas nos Capítulos I, XII e XIV da CID-10, os quais apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os períodos pré- e pós-rompimento na análise de efeito médio isolado do rompimento (análise não ajustada), conforme resultado apresentado na Tabela 6. Também são apresentados resultados das análises para causas específicas “Causas externas – Acidentes de transporte”, “Causas externas – Homicídio” e “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada”. Nas Tabelas 7, 9, 11, 13, 15 e 17 são apresentadas as estimativas da associação do período de rompimento, de sexo e grupo de municípios sobre a taxa de mortalidade para as causas ou grupo de causas avaliados. Já nas Tabelas 8, 10, 12, 14, 16 e 18, são apresentados os modelos de associação do período de rompimento com a taxa de mortalidade ajustados pelos indicadores socioeconômicos e ambientais conforme causas ou grupo de causas avaliados.

7.1.1. Algumas doenças infecciosas e parasitárias (Capítulo I)

Tabela 7 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|------------|--|--------------------|--------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento e sexo na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 3,17 (2,37 – 4,22) | <0,001 |
| | Homens | 0,35 (0,26 – 0,46) | <0,001 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 4,41 (2,92 – 6,66) | <0,001 |
| | Homens | 0,40 (0,28 – 0,57) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Homens | 0,60 (0,34 – 1,07) | 0,086 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,65 (1,08 – 2,53) | 0,020 |
| | Grupo 1 | 1,70 (0,96 – 3,00) | 0,067 |
| | Grupo 2 | 5,04 (3,19 – 7,98) | <0,001 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,56 (0,79 – 3,05) | 0,198 |
| | Grupo 1 | 1,69 (0,82 – 3,51) | 0,156 |
| | Grupo 2 | 4,79 (2,67 – 8,56) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,01 (0,32 – 3,25) | 0,981 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,15 (0,45 – 2,96) | 0,773 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



Tabela 8 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,60 (1,04-2,45) | 0,031 |
| | Razão de renda | 1,10 (1,08-1,12) | <0,001 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,48 (1,02-2,15) | 0,039 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,90 (0,89-0,92) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,56 (1,05-2,32) | 0,028 |
| | Percentual da população pobre | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,48 (1,03-2,14) | 0,036 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,92 (0,91-0,93) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,60 (1,07-2,37) | 0,021 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,05 (1,03-1,06) | <0,001 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

A Tabela 7 mostra que a SMR para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco 1: SMR=3,17 (2,37 – 4,22); $p < 0,001$) e menor em homens do que em mulheres (Bloco I: SMR=0,35; (0,26 – 0,46); $p < 0,001$). Mostra, entretanto, que tal diferença não se alterou após o rompimento, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significante (Bloco II: $p = 0,086$). Os termos de interação de grupo de municípios vs. Rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da mortalidade com os grupos de municípios no pré-rompimento devido a causas selecionadas e



agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” não se alterou no ano pós-rompimento ($p=0,981$ e $p=0,773$).

Análises na Tabela 8 indicaram que a maior taxa de mortalidade por causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: SMR= 1,60 (1,04-2,45); $p=0,031$), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: SMR= 1,48 (1,02-2,15); $p=0,039$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: SMR= 1,56 (1,05-2,32); $p=0,028$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: SMR= 1,48 (1,03-2,14); $p=0,036$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: SMR= 1,60 (1,07-2,37); $p=0,021$).

7.1.2. Doenças da pele e do tecido subcutâneo (Capítulo XII)

Tabela 9 – Razão de mortalidade padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|------------|--|---------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e sexo na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 3,17 (2,17 – 4,62) | <0,001 |
| | Homens | 1,63 (1,14 – 2,34) | 0,008 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 2,25 (1,33 – 3,81) | 0,003 |
| | Homens | 1,25 (0,80 – 1,95) | 0,329 |
| | Pós-rompimento x Homens | 2,01 (0,95 – 4,26) | 0,068 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,80 (1,08 – 2,99) | 0,023 |
| | Grupo 1 | 1,60 (0,84 – 3,05) | 0,157 |
| | Grupo 2 | 6,02 (3,53 – 10,24) | <0,001 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,31 (0,58 – 2,94) | 0,511 |
| | Grupo 1 | 1,41 (0,66 – 3,04) | 0,376 |
| | Grupo 2 | 5,07 (2,65 – 9,72) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,52 (0,37 – 6,27) | 0,564 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,71 (0,55 – 5,25) | 0,352 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



Tabela 10 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,88 (1,12-3,14) | 0,017 |
| | Razão de renda | 1,09 (1,07-1,11) | <0,001 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,68 (1,07-2,65) | 0,025 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,82 (1,12-2,98) | 0,016 |
| | Percentual da população pobre | 0,89 (0,86-0,92) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,70 (1,08-2,67) | 0,022 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,92 (0,90-0,93) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,80 (1,12-2,91) | 0,016 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,05 (1,04-1,06) | <0,001 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

A Tabela 9 mostra que a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: SMR=3,17 (2,17 – 4,62); p<0.001) e maior em homens do que em mulheres (Bloco I: SMR=1,63; (1,14 – 2,34); p=0,008). Mostra, ainda, que tal diferença não se alterou após o rompimento, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: p=0,068). Os termos de interação de grupo de municípios vs. Rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da mortalidade com os grupos de municípios no período pré-rompimento por



causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” não se alterou no ano pós-rompimento ($p=0,564$ e $p=0,352$).

Análises na Tabela 10 indicaram que a maior taxa de mortalidade por causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: SMR= 1,88 (1,12-3,14); $p=0,017$), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: SMR= 1,68 (1,07-2,65); $p=0,025$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: SMR= 1,82 (1,12-2,98); $p=0,016$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: SMR= 1,70 (1,08-2,67); $p=0,022$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: SMR= 1,80 (1,12-2,91); $p=0,016$).

7.1.3. Doenças do aparelho geniturinário (Capítulo XIV)

Tabela 11 – Razão de mortalidade padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|------------|--|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e sexo na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 2,72 (1,97 – 3,75) | <0,001 |
| | Homens | 0,62 (0,46 – 0,84) | 0,002 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 2,96 (1,87 – 4,68) | <0,001 |
| | Homens | 0,65 (0,45 – 0,96) | 0,028 |
| | Pós-rompimento x Homens | 0,85 (0,45 – 1,62) | 0,628 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,74 (1,10 – 2,76) | 0,018 |
| | Grupo 1 | 1,80 (0,97 – 3,34) | 0,060 |
| | Grupo 2 | 5,04 (3,08 – 8,24) | <0,001 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,70 (0,79 – 3,68) | 0,178 |
| | Grupo 1 | 1,74 (0,82 – 3,73) | 0,151 |
| | Grupo 2 | 5,02 (2,72 – 9,24) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,10 (0,30 – 4,02) | 0,885 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,02 (0,36 – 2,85) | 0,977 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



Tabela 12 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,74 (1,10-2,74) | 0,018 |
| | Razão de renda | 1,09 (1,08-1,11) | <0,001 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,54 (1,02-2,35) | 0,042 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,66 (1,07-2,57) | 0,024 |
| | Percentual da população pobre | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,53 (1,01-2,32) | 0,046 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,92 (0,91-0,94) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,70 (1,10-2,61) | 0,016 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,05 (1,03-1,06) | <0,001 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

A Tabela 11 mostra que a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: SMR=2,72 (1,97 – 3,75); $p<0,001$) e menor em homens do que em mulheres (Bloco I; SMR=0,62 (0,46 – 0,84); $p=0,002$). Entretanto, a diferença após o rompimento não se alterou segundo o sexo, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significante (Bloco II: $p=0,628$). Os termos de interação de grupo de município vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da mortalidade com os grupos de municípios no período pós-rompimento por causas



selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” não se alterou no pós-rompimento (p= 0,885 e p=0,977).

Análises na Tabela 12 indicaram que a maior taxa de mortalidade por causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: SMR= 1,74 (1,10-2,74); p=0,018), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: SMR= 1,54 (1,02-2,35); p=0,042), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: SMR= 1,66 (1,07-2,57); p=0,024), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: SMR= 1,53 (1,01-2,32); p=0,046) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: SMR= 1,70 (1,10-2,61); p=0,016).

7.1.4. Causas externas – Acidentes de transporte (CID-10: V01 a V99)

Tabela 13 – Razão de mortalidade padronizada (SMR) para “Causas externas – Acidentes de Transporte” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|------------|--|---------------------|---------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e sexo na mortalidade* | | |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 6,86 (4,50 – 10,47) | <0,001 |
| | Homens | 0,03 (0,02 – 0,04) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Homens | 0,19 (0,11 – 0,35) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,35 (0,89 – 2,05) | 0,164 |
| | Grupo 1 | 1,73 (0,98 – 3,05) | 0,058 |
| | Grupo 2 | 4,35 (2,73 – 6,92) | <0,001 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,39 (0,71 – 2,72) | 0,344 |
| | Grupo 1 | 1,81 (0,85 – 3,85) | 0,125 |
| | Grupo 2 | 4,38 (2,39 – 8,02) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 0,90 (0,29 – 2,83) | 0,861 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 0,98 (0,38 – 2,53) | 0,973 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

*Ausência de convergência para este modelo



Tabela 14 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para “Causas externas – Acidentes de transporte” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,33 (0,88-2,02) | 0,178 |
| | Razão de renda | 1,09 (1,07-1,11) | <0,001 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,23 (0,85-1,78) | 0,283 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,90 (0,89-0,92) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,29 (0,87-1,91) | 0,203 |
| | Percentual da população pobre | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,22 (0,85-1,76) | 0,281 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,92 (0,91-0,93) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,32 (0,88-1,99) | 0,178 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,04 (1,03-1,05) | <0,001 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises não ajustadas indicaram que o rompimento não se associou à taxa de mortalidade por “Causas externas – Acidentes de transporte” (SMR=1,35 (0,86–2,10); p=0,193). Já as análises da Tabela 13 mostram que, após ajuste por sexo, a SMR para “Causas externas – Acidentes de transporte” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco II: SMR=6,86*0,19=1,30). Ainda, a SMR para este agravo foi menor em homens no ano pós-rompimento quando comparado às mulheres no pré-rompimento (Bloco II: SMR=6,86*0,03*0,19=0,04; p de interação < 0,001). As razões para as diferenças na variação pós-rompimento segundo o sexo no grupo de municípios afetados podem ser várias. Mudanças no tráfego de veículos na região afetada, ou mudanças na frequência de deslocamento segundo o sexo, ou piora nas vias de locomoção que afetam diferentemente homens e mulheres, podem ter ocorrido. Além disso, os termos de



interação de grupo de municípios vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da mortalidade com os grupos de municípios no pré-rompimento devido a “Causas externas – Acidentes de transporte” não se alterou no ano pós-rompimento (p=0,861 e p=0,973).

Análises na Tabela 14 indicaram que a ausência de associação entre o rompimento e a taxa de mortalidade por “Causas externas – Acidentes de transporte” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: SMR= 1,33 (0,88-2,02); p=0,178), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: SMR= 1,23 (0,85-1,78); p=0,283), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: SMR= 1,29 (0,87-1,91); p=0,203), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: SMR= 1,22 (0,85-1,76); p=0,281) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: SMR= 1,32 (0,88-1,99); p=0,178).

7.1.5. Causas externas – Homicídio (CID-10: X85 a Y09)

Tabela 15 – Razão de mortalidade padronizada (SMR) para “Causas externas – Homicídio” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|------------|--|-----------------------|-------------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e sexo na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,72 (1,25 – 2,36) | 0,001 |
| | Homens | 0,005 (0,004 – 0,007) | <0,001 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,94 (1,25 – 3,03) | 0,003 |
| | Homens | 0,006 (0,004 – 0,009) | < 0,001 |
| | Pós-rompimento x Homens | 0,79 (0,42 – 1,50) | 0,476 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,37 (0,89 – 2,11) | 0,147 |
| | Grupo 1 | 1,79 (1,00 – 3,20) | 0,049 |
| | Grupo 2 | 4,19 (2,62 – 6,70) | <0,001 |
| IV | Modelo testando interação de grupos de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,33 (0,67 – 2,62) | 0,412 |
| | Grupo 1 | 1,77 (0,83 – 3,76) | 0,138 |
| | Grupo 2 | 4,08 (2,22 – 7,50) | < 0,001 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,03 (0,32 – 3,35) | 0,960 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,07 (0,41 – 2,79) | 0,893 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



Tabela 16 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para “Causas externas – Homicídio” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,38 (0,89-2,14) | 0,145 |
| | Razão de renda | 1,08 (1,06-1,10) | <0,001 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,28 (0,87-1,89) | 0,204 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,90 (0,89-0,92) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,32 (0,88-1,99) | 0,175 |
| | Percentual da população pobre | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,26 (0,87-1,84) | 0,222 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,92 (0,91-0,93) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,36 (0,89-2,07) | 0,159 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,04 (1,02-1,05) | <0,001 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises não ajustadas indicaram que o rompimento não se associou à taxa de mortalidade por “Causas externas – Homicídio” (SMR=1,38 (0,88–2,18); p=0,164). Já as análises da Tabela 15 mostram que, após ajuste por sexo, a mortalidade por “Causas externas – Homicídio” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento do que no período pré-rompimento no conjunto de municípios (Bloco I; SMR=1,72; (1,25 – 2,36) p<0,001) e menor em homens do que em mulheres (Bloco I; SMR=0,005; (0,004 – 0,007) p<0,001). Mostra, ainda, que esta diferença após o rompimento não se alterou segundo o sexo, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: p=0,476). Os termos de interação de grupo de município vs. rompimento também não foram



estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da mortalidade com os grupos de municípios no período pré-rompimento por “Causas externas – Homicídio” não se alterou no pós-rompimento ($p=0,960$ e $p=0,893$).

Análises na Tabela 16 indicaram que a ausência de associação entre o rompimento e a taxa de mortalidade por “Causas externas – Homicídio” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: $SMR= 1,38$ (0,89-2,14); $p=0,145$), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: $SMR= 1,28$ (0,87-1,89); $p=0,204$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: $SMR= 1,32$ (0,88-1,99); $p=0,175$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: $SMR= 1,26$ (0,87-1,84); $p=0,222$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: $SMR= 1,36$ (0,89-2,07); $p=0,159$).

7.1.6. Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada (CID-10: Y10-Y34)

Tabela 17 – Razão de mortalidade padronizada (SMR) para “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|------------|--|--------------------|--------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e sexo na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 2,39 (1,71 – 3,35) | <0,001 |
| | Homens | 0,02 (0,01 – 0,03) | < 0,001 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 3,09 (1,96 – 4,88) | <0,001 |
| | Homens | 0,02 (0,02 – 0,04) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Homens | 0,63 (0,32 – 1,24) | 0,184 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na mortalidade | | |
| | Pós-rompimento | 1,66 (1,06 – 2,61) | 0,026 |
| | Grupo 1 | 1,62 (0,91 – 2,87) | 0,100 |
| | Grupo 2 | 5,09 (3,11 – 8,32) | <0,001 |
| IV | Modelo com ajuste por grupos de municípios | | |
| | Pós-rompimento | 1,68 (0,82 – 3,45) | 0,159 |
| | Grupo 1 | 1,76 (0,84 – 3,67) | 0,132 |
| | Grupo 2 | 4,89 (2,66 – 9,01) | <0,001 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 0,81 (0,25 – 2,62) | 0,723 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,11 (0,40 – 3,09) | 0,845 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



Tabela 18 – Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) para “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | SMR (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,68 (1,07-2,65) | 0,024 |
| | Razão de renda | 1,09 (1,07-1,11) | <0,001 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,40 (0,93-2,12) | 0,108 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,90 (0,88-0,92) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,52 (0,98-2,35) | 0,061 |
| | Percentual da população pobre | 0,90 (0,87-0,92) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,36 (0,91-2,04) | 0,139 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,92 (0,90-0,93) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,68 (1,08-2,61) | 0,022 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,04 (1,03-1,05) | <0,001 |

SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises não ajustadas indicaram que a taxa de mortalidade por “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” foi maior no ano pós-rompimento (SMR=1,71 (1,05–2,79); p=0,031). A Tabela 17 mostra que, após ajuste por sexo, a SMR por “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” na região estudada também foi maior no ano pós-rompimento do que no período pré-rompimento no conjunto de municípios (Bloco I; SMR=2,39 (1,71 – 3,35) p<0,001) e menor em homens do que em mulheres (Bloco I; SMR=0,02; (0,01 – 0,03) p<0,001). Mostra, ainda, que tal diferença após o rompimento não se alterou segundo o sexo, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: p=0,184). Os termos de interação de grupo de município vs. rompimento não foram



estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da mortalidade com os grupos de municípios no período pré-rompimento por “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” não se alterou no pós-rompimento ($p=0,723$ e $p=0,845$).

Análises na Tabela 18 indicaram que a maior taxa de mortalidade por “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes por razão de renda (Bloco I: SMR= 1,68 (1,07-2,65); $p=0,024$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: SMR= 1,68 (1,08-2,61); $p=0,022$). Porém, a associação tornou-se limítrofe após ajuste por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: SMR= 1,52 (0,98-2,35); $p=0,061$) bem como houve perda de associação após ajuste por proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: SMR= 1,40 (0,93-2,12); $p=0,108$) e proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: SMR= 1,36 (0,91-2,04); $p=0,139$).

8. Associação global do período de rompimento com a taxa de internação hospitalar

Nesta seção, são apresentados os resultados das análises dos dados de internação hospitalar. Na Figura 29, são mostradas as taxas de internação hospitalar de acordo com o diagnóstico principal na internação, com as maiores diferenças entre os períodos pós- e pré-rompimento. As variações positivas representam incremento, enquanto as negativas representam redução nas taxas pós-rompimento. As Figuras com o detalhamento nas taxas de internação hospitalar com maiores diferenças segundo o sexo por grupo de municípios se encontram no APÊNDICE G.

De acordo com a Figura 29, observam-se maiores diferenças positivas (aumento) nas taxas de internação hospitalar entre os períodos pós- e pré-rompimento da barragem nos municípios diretamente afetados (Grupo 1) para internações devido aos seguintes diagnósticos principais, em ordem decrescente: “Dengue”, “Doenças Cerebrovasculares”, “Transtornos do Humor (Afetivos)”, “Infarto Agudo do Miocárdio”, “Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores”, “Infecções de pele e do tecido subcutâneo”, “Doença isquêmica do coração”, “Infecções específicas do período perinatal”; “Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool ou outras substâncias psicoativas” e “Tuberculose respiratória”. Por outro lado, houve diferenças inexpressivas para os diagnósticos principais “Shigelose”,



“Tuberculose miliar”, “Filariose”, “Leishmaniose Tegumentar Americana” e “Esquistossomose”.

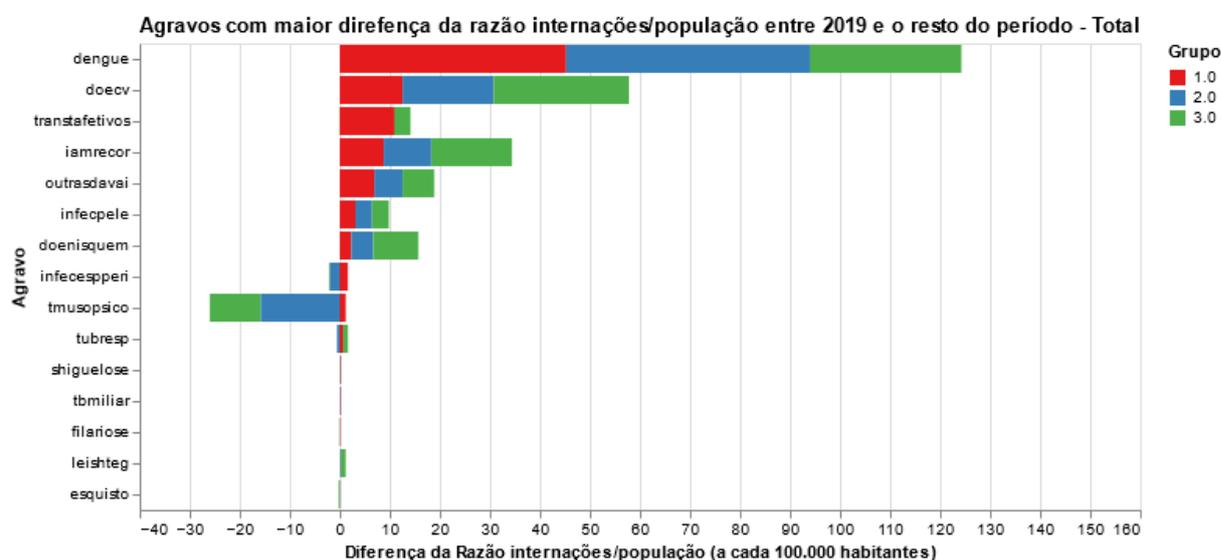


Figura 29 – Maiores diferenças entre as taxas de internação hospitalar no ano de 2019 e as taxas de internação hospitalar relativas ao período 2010-2018 para a população geral segundo o grupo de municípios estudados.

Legenda: grupo 1 – Municípios diretamente afetados; grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem; *dengue* – dengue; *doecv* – doenças cerebrovasculares; *transtafetivos* – transtornos do humor (afetivos); *iamrecor* – infarto agudo do miocárdio; *outrasdavai* – outras infecções agudas das vias aéreas inferiores; *infecpele* – infecções de pele e do tecido subcutâneo; *doenisquem* – doenças isquêmicas do coração; *infecesperri* – infecções específicas do período perinatal; *tmsopsico* – transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool ou outras substâncias psicoativas; *tubresp*: tuberculose respiratória; *shigelose* – shigelose; *tbmiliar* – tuberculose miliar; *filariose* – filariose; *leishteg* – leishmaniose tegumentar americana; *esquistoso*: esquistossomose.

No APÊNDICE H, são apresentadas as estimativas pontuais e intervalares de RT para taxas de internação hospitalar segundo diagnóstico principal para o conjunto de municípios da região de estudo. De acordo com o APÊNDICE, houve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) no ano pós-rompimento para os seguintes diagnósticos principais de internação: a) shigelose; b) leishmaniose tegumentar americana; c) dengue; d) transtornos de humor (afetivos); e) infarto agudo do miocárdio; f) outras infecções agudas das vias aéreas inferiores; e g) insuficiência renal crônica. Por outro lado, houve diminuição estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para os seguintes agravos: a) outras infecções intestinais bacterianas; b) infecções intestinais virais, outras e as não especificadas c) outras doenças infecciosas e parasitárias; d) cisticercose; e) outras infecções por *Salmonella*; f) outras doenças intestinais por protozoários;



g) amebíase; h) febre amarela; i) doença hipertensiva; j) hipertensão essencial (primária) e k) outras doenças das vias aéreas superiores.

As internações que apresentaram baixa ocorrência no período e que levaram à imprecisão das estimativas de RT nas análises ajustadas ou com teste de interação para sexo, grupo de municípios ou indicadores socioeconômicos e ambientais foram devido aos seguintes diagnósticos principais: “shigelose”; “dermatofitose”; “conjuntivite viral”; “tuberculose óssea e das articulações”; “malária”; “hepatite A”; “micoses”; “filariose”; “cólera”; “tuberculose do sistema nervoso”; “febre tifoide e paratifoide”; “cisticercose”, “outras infecções por *Salmonella*”; “amebíase”; “febre amarela” e “transtornos da conjuntiva”. Devido à baixa frequência mencionada, considera-se que valores de RT tenham pouco valor interpretativo (APÊNDICE H).

Estimativas de RT não foram obtidas para os diagnósticos principais de internações com valores nulos no período (APÊNDICES H e I), sendo eles: “oxiuríase (enterobíase)”; “tricuriíase”; “ancilostomose”; “estrongiloidíase”; “infecção por *Taenia*”; “infecção por *Echinococcus granulosus*”; “tracoma”; “tuberculose respiratória”; “tuberculose do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos”; “tuberculose do aparelho geniturinário”; e “ascaridíase”.

O presente estudo tem como pressuposto de que o rompimento de barragens de rejeito de mineração pode causar danos à saúde da população afetada pelo desastre (FREITAS *et al.*, 2019b; SILVA *et al.*, 2020), reconhecimento que subsidiou a encomenda e o desenvolvimento do presente projeto. Esse pressuposto considera que o rompimento da barragem não é um fator de proteção para a ocorrência de eventos adversos em saúde. Portanto, as internações que diminuíram no ano pós-rompimento (RT inferiores a 1) em relação ao período pré-rompimento, como aquelas com diagnóstico principal de “outras infecções intestinais bacterianas”, “infecções intestinais virais, outras e as não especificadas”, “outras doenças infecciosas e parasitárias”, “cisticercose”, “outras Infecções por *Salmonella*”, “outras doenças intestinais por protozoários”, “amebíase”, “febre amarela”, “doença hipertensiva”, “hipertensão essencial (primária)”, e “outras doenças das vias aéreas superiores” devem ter ocorrido devido a outras explicações, entre as quais destacamos: a) variação aleatória na ocorrência de eventos raros ao longo do tempo; b) pequeno tempo de acompanhamento pós-rompimento (<1 ano); c) baixa qualidade do sistema SIH-SUS para registro de causa de internação, sendo registrado o diagnóstico principal (e secundário) que motivou a internação.



No decorrer desta, pode haver mudança no diagnóstico, nem sempre registrada no documento; e d) deslocamento de subgrupos populacionais afetados e, conseqüentemente, do registro por residência do paciente, especialmente em municípios pequenos.

É importante salientar que as estimativas da taxa de internação hospitalar podem ser subestimadas, pois são baseadas em internações realizadas no âmbito do SUS (hospitais públicos, privados ou filantrópicos conveniados com o SUS) e a população total do município inclui usuários que podem ter sido internados por plano de saúde. A fonte oficial da morbidade hospitalar SIH-SUS não inclui, portanto, internações em serviços privados não conveniados com o SUS. A dependência exclusiva do SUS possivelmente varia entre os municípios incluídos na análise, mas não há estimativas que confirmem esta hipótese. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde, no ano de 2019, 53,3% da população residente em Belo Horizonte dependia exclusivamente do SUS para internação, já no estado de Minas Gerais, esse percentual era de 71,7% (BRASIL, 2021e).

É fundamental lembrar ainda que as informações que alimentam o SIH são provenientes da Autorização de Internação Hospitalar (AIH), documento que origina cada registro da base de dados. O objetivo principal do SIH é o pagamento das internações realizadas tanto em hospitais públicos quanto nos privados ou filantrópicos conveniados ao SUS. Portanto, o SIH-SUS é um sistema criado com fins administrativos e não para fornecer dados para análises epidemiológicas no país.

Existem raros estudos publicados sobre a validade (sensibilidade, especificidade e confiabilidade) das informações relativas ao diagnóstico principal das internações registradas no SIH segundo a CID-10 para avaliação de causas de doenças, e a maioria dos estudos publicados tem mais de 10 anos. De uma forma sumária, os resultados indicam importantes limitações nos registros dos diagnósticos das internações específicas, que reduzem ligeiramente quando esses são agrupados. Estudo publicado em 2016 comparou a AIH com dados de 577 prontuários hospitalares com relação aos diagnósticos da internação sensíveis aos cuidados na atenção primária, ou seja, utilizando agrupamentos, como “doenças das vias aéreas inferiores e “gastroenterites infecciosas e complicações” e não os diagnósticos específicos de internação, como “shigelose” ou “asma”. Os autores mostraram que o SIH não registrou 30% das verdadeiras internações por condições sensíveis à atenção primária. A sensibilidade estimada do SIH para as causas agrupadas foi de 70,1% (IC95%: 60,5-79,7),



especificidade de 88,4% (IC95%: 85,6-91,2), o valor preditivo positivo (VPP) foi igual a 51,7% (IC95%: 42,7-60,7) e o negativo (VPN) foi 94,3% (IC95%: 92,2-96,4) (CAVALCANTE; OLIVEIRA; REHEM, 2016). Estudo anterior analisou o banco de dados do SIH-SUS com relação às internações por causas externas e encontrou concordância variando de fraca à moderada para internações por estas causas em Maringá e Londrina, Paraná. Ou seja, o banco de dados do SIH-SUS apresentou também limitações para análise das internações hospitalares por causas externas, com importante variação entre os dois municípios analisados (MATHIAS *et al.*, 2014).

Ao analisar o APÊNDICE H, observam-se valores de $RT > 1,00$, $RT < 1,00$ ou simplesmente não associadas dentro de um mesmo grupo de diagnóstico principal de internações. Por exemplo, este é o caso das internações por infecções intestinais, que incluem “amebíase”, “shigelose”, “outras infecções por *Salmonella*”, “outras infecções intestinais bacterianas”, “infecções intestinais virais, outras e as não especificadas”, etc. Não houve associação entre o ano pós-rompimento com taxas de internação por “Diarreia e Gastroenterite”. Estas aparentes inconsistências podem decorrer da baixa sensibilidade do SIH e dificuldade de isolar ou esclarecer o agente etiológico de infecções intestinais durante uma internação. Assim, é possível, inclusive, que os RT observados se cancelem mutuamente se todos esses diagnósticos principais forem reunidos em um único subgrupo. As inconsistências observadas para taxas de internação devido a outros diagnósticos do APÊNDICE H também levantam dúvida sobre as análises por diagnósticos específicos, em particular sobre condições raras ou de difícil diagnóstico etiológico. Portanto, por todas as razões apontadas nos estudos de validação anteriores, e tendo em vista a pouca consistência dos resultados das análises do SIH mostrados no APÊNDICE H, as análises que se seguiram foram feitas por capítulo CID-10 e não por diagnóstico principal de internação hospitalar.

Na Tabela 19, são apresentadas as medidas descritivas e as estimativas de RT obtidas por modelos estatísticos lineares generalizados (GLM) para taxas de internação hospitalar pelo total de causas (Capítulo I a XX), total de causas naturais (Capítulo I a XVIII), total de causas externas (Capítulos XIX e XX) bem como taxas de internação por diagnósticos principais agrupados segundo capítulos da CID-10 correspondentes. De acordo com a Tabela, houve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) no ano pós-rompimento na taxa de internação hospitalar pelo total de causas externas de internação hospitalar, diagnósticos principais



selecionados e agrupados no “Capítulo XIV – Doenças do Aparelho Geniturinário” e Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas”.

Uma vez que o aumento na taxa de internação hospitalar pelo total de causas externas é atribuído principalmente a internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX, as análises seguem com este Capítulo. Também, as análises seguem com o “Capítulo XIV – Doenças do Aparelho Geniturinário”. Adicionalmente, optou-se por manter as análises considerando separadamente os diagnósticos de internação “Leishmaniose Tegumentar Americana”, devido ao seu considerável aumento no ano pós-rompimento e a sua relevância na vigilância epidemiológica no estado, e “Dengue”, devido a sua alta frequência de internação nos períodos pré- e pós-rompimento.



Projeto Brumadinho UFMG

Tabela 19 – Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

| Diagnóstico principal de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|--|--------------------------------|---------|--------------------------|---------|----------------------------------|--------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Total de causas (Capítulos I a XX) | 5324,86 | 1337,92 | 5351,32 | 1524,28 | 1,00 (0,93 – 1,08) | 0,931 |
| Total de causas naturais (Capítulos I a XVIII) | 4781,46 | 1305,86 | 4763,67 | 1450,80 | 0,99 (0,92 – 1,07) | 0,877 |
| Total de causas externas (Capítulos XIX e XX) | 543,40 | 116,02 | 587,65 | 192,67 | 1,08 (1,01 – 1,16) | 0,029 |
| Capítulos da CID-10 | | | | | | |
| I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias | 84,85 | 99,28 | 94,39 | 93,46 | 1,11 (0,87 – 1,42) | 0,391 |
| IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | 67,36 | 67,11 | 63,65 | 66,13 | 0,94 (0,75 – 1,18) | 0,604 |
| V – Transtornos mentais e comportamentais | 45,34 | 40,38 | 55,84 | 84,19 | 1,20 (0,91 – 1,58) | 0,198 |
| IX – Doenças do aparelho circulatório | 265,16 | 111,59 | 270,19 | 127,28 | 1,02 (0,91 – 1,14) | 0,786 |
| X – Doenças do aparelho respiratório | 186,63 | 103,13 | 174,84 | 129,82 | 0,92 (0,79 – 1,09) | 0,337 |
| XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo | 86,42 | 39,38 | 80,69 | 53,41 | 1,00 (0,87 – 1,14) | 0,963 |
| XIV – Doenças do aparelho geniturinário | 46,09 | 21,82 | 53,44 | 38,87 | 1,18 (1,02 – 1,36) | 0,023 |
| XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal | 7,67 | 5,49 | 9,35 | 11,15 | 1,23 (0,99 – 1,53) | 0,056 |
| XIX - Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas | 542,59 | 115,73 | 587,65 | 192,67 | 1,08 (1,01 – 1,16) | 0,026 |
| XX - Causas externas de morbidade e mortalidade | 0,33 | 0,73 | 0,00 | 0,00 | 1,86x10 ⁻¹⁴ (0 - inf) | 1,00 |

DP: Desvio Padrão; RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

*Taxa por 100.000 habitantes/ano;

**Segundo as normas do SIH/SUS, as internações provocadas por causas externas devem ser classificadas, no diagnóstico principal, segundo o tipo de traumatismo, ou seja, pelo capítulo XIX. No entanto, existem situações em que é permitido que o diagnóstico principal seja classificado diretamente pelo capítulo XX (BRASIL, 2022; TOMIMATSU *et al.*, 2009)



8.1. Associação do período de rompimento com a taxa de internação hospitalar: efeitos do sexo, grupo de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais

Os resultados apresentados neste subtópico referem-se às internações pelo conjunto de diagnósticos principais selecionados e agrupados nos Capítulos XIV e XIX da CID-10. Também são apresentados resultados das análises para diagnósticos principais “Leishmaniose Tegumentar Americana” e “Dengue”. Nas Tabelas 20, 22, 24 e 26, foram apresentadas as estimativas das associações de sexo e grupo de municípios com a taxa de internação hospitalar e estimativas de interação de sexo e grupo de municípios com o rompimento nas associações com estes diagnósticos de internação. Já nas Tabelas 21, 23, 25 e 27 foram apresentadas as estimativas das associações entre rompimento e taxas de internação hospitalar segundo os diagnósticos principais de internação analisados nesta seção ajustadas pelos indicadores socioeconômicos e ambientais.

8.1.1. Doenças do Aparelho Geniturinário (Capítulo XIV)

A Tabela 20 mostra que a taxa de internação hospitalar por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: RT=1,18 (1,09 – 1,29); $p < 0,001$), não havendo diferença entre homens e mulheres (Bloco I: $p = 0,836$). Além disso, a associação do rompimento com a taxa de internação não foi diferente entre homens e mulheres, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: $p = 0,912$). Os termos de interação de grupo de município *vs.* rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da taxa de internação hospitalar com os grupos de municípios no período pós-rompimento por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” não se alterou no pós-rompimento ($p = 0,767$ e $p = 0,979$).



Tabela 20 – Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” ajustado por sexo ou grupo de municípios.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|--|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e de sexo na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,18 (1,09 – 1,29) | <0,001 |
| | Homens | 1,01 (0,93 – 1,10) | 0,836 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,18 (1,04 – 1,33) | 0,008 |
| | Homens | 1,01 (0,91 – 1,12) | 0,924 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,01 (0,85 – 1,20) | 0,912 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,18 (1,02 – 1,36) | 0,023 |
| | Grupo 1 | 1,09 (0,91 – 1,32) | 0,349 |
| | Grupo 2 | 1,12 (0,96 – 1,31) | 0,166 |
| IV | Modelo com ajuste por grupos de municípios | | |
| | Pós-rompimento | 1,20 (0,95 – 1,50) | 0,126 |
| | Grupo 1 | 1,12 (0,88 – 1,43) | 0,362 |
| | Grupo 2 | 1,12 (0,92 – 1,37) | 0,270 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 0,94 (0,64 – 1,39) | 0,767 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,00 (0,72 – 1,37) | 0,979 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises na Tabela 21 indicaram que a maior taxa de internação por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: RT= 1,18 (1,02-1,36); p=0,024), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: RT= 1,19 (1,04-1,37); p=0,015), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT= 1,18 (1,03-1,37); p=0,020), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT= 1,19 (1,03-1,37); p=0,018) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: RT= 1,18 (1,02-1,36); p=0,023).



Tabela 21 – Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|-------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,18 (1,02-1,36) | 0,024 |
| | Razão de renda | 1,00 (0,99-1,00) | 0,303 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,19 (1,04-1,37) | 0,015 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 1,01 (1,00-1,01) | 0,045 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,18 (1,03-1,37) | 0,020 |
| | Percentual da população pobre | 1,00 (1,00-1,01) | 0,245 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,19 (1,03-1,37) | 0,018 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 1,00 (1,00-1,01) | 0,186 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,18 (1,02-1,36) | 0,023 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,00 (1,00-1,00) | 0,763 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

8.1.2. Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas (Capítulo XIX)

A Tabela 22 mostra que a taxa de internação hospitalar por diagnósticos principais do Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: RT=1,08 (1,01-1,16); p=0,019), não havendo diferença entre homens e mulheres (Bloco I: p=0,980). Além disso, a associação do rompimento com a taxa de internação não foi diferente entre homens e mulheres, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: p=0,958). Os termos de interação de grupo de municípios vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada



da taxa de internação hospitalar com os grupos de municípios no período pós-rompimento por diagnósticos principais do Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” não se alterou no ano pós-rompimento ($p=0,804$ e $p=0,661$).

Tabela 22 – Razão de Taxas (RT) de internações por diagnósticos principais do Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|--|--------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e de sexo na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (1,01 – 1,16) | 0,019 |
| | Homens | 1,00 (0,93 – 1,07) | 0,980 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (0,98 – 1,19) | 0,104 |
| | Homens | 1,00 (0,91 – 1,09) | 0,956 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,00 (0,88 – 1,15) | 0,958 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (1,01 – 1,16) | 0,027 |
| | Grupo 1 | 1,03 (0,94 – 1,14) | 0,508 |
| | Grupo 2 | 0,95 (0,88 – 1,03) | 0,223 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,10 (0,99 – 1,23) | 0,082 |
| | Grupo 1 | 1,04 (0,92 – 1,19) | 0,515 |
| | Grupo 2 | 0,97 (0,87 – 1,07) | 0,535 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 0,98 (0,81 – 1,18) | 0,804 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 0,97 (0,83 – 1,13) | 0,661 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises na Tabela 23 indicaram que a maior taxa de internação por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: RT= 1,08 (1,01-1,16); $p=0,027$), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: RT= 1,08 (1,01-1,16); $p=0,024$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT= 1,09 (1,01-1,16); $p=0,020$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT= 1,08



(1,01-1,16); $p=0,024$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: $RT= 1,08$ (1,01-1,16); $p=0,026$).

Tabela 23 – Razão de Taxas (RT) de internações por diagnósticos principais do Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|--------------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (1,01 - 1,16) | 0,027 |
| | Razão de renda | 1,00 (1,00 - 1,01) | 0,013 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (1,01 - 1,16) | 0,024 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 1,001 (0,998 - 1,005) | 0,380 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,09 (1,01 - 1,16) | 0,020 |
| | Percentual da população pobre | 1,0046 (1,0007 - 1,0085) | 0,022 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (1,01 - 1,16) | 0,024 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 1,001 (0,999 - 1,004) | 0,399 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,08 (1,01 - 1,16) | 0,026 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 0,999 (0,997 - 1,001) | 0,495 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

8.1.3. Leishmaniose Tegumentar Americana

A Tabela 24 mostra que a taxa de internação por “Leishmaniose Tegumentar Americana” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: $RT=1,84$ (1,31 – 2,58); $p<0,001$), não havendo diferença entre homens e mulheres (Bloco I: $p=0,918$). Além disso, a associação do rompimento com a taxa de internação não foi diferente entre homens e mulheres, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não



foi estatisticamente significativa (Bloco II: $p=0,978$). Os termos de interação de grupo de municípios vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da taxa de internação hospitalar com os grupos de municípios no pré-rompimento devido à “Leishmaniose Tegumentar Americana” não se alterou no ano pós-rompimento ($p=0,271$ e $p=0,107$).

Tabela 24 – Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|--|--------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento e do sexo na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,84 (1,31 – 2,58) | <0,001 |
| | Homens | 1,02 (0,75 – 1,39) | 0,918 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,83 (1,13 – 2,96) | 0,014 |
| | Homens | 1,01 (0,70 – 1,47) | 0,942 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,01 (0,51 – 1,99) | 0,978 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,85 (1,12 – 3,05) | 0,016 |
| | Grupo 1 | 0,66 (0,36 – 1,21) | 0,179 |
| | Grupo 2 | 0,56 (0,33 – 0,95) | 0,030 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 2,98 (1,44 – 6,17) | 0,003 |
| | Grupo 1 | 0,83 (0,40 – 1,70) | 0,607 |
| | Grupo 2 | 0,74 (0,40 – 1,38) | 0,348 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 0,47 (0,12 – 1,80) | 0,271 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 0,40 (0,13 – 1,22) | 0,107 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises na Tabela 25 indicaram que a maior taxa de internação por “Leishmaniose Tegumentar Americana” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: RT=1,89 (1,14-3,14); $p=0,013$), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: RT=1,95 (1,21-3,14); $p=0,006$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT=1,92 (1,18-3,11); $p=0,008$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT=1,96 (1,22-3,14); $p=0,006$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: RT=1,91 (1,17-3,13); $p=0,010$).



Tabela 25 – Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|-------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,89 (1,14-3,14) | 0,013 |
| | Razão de renda | 1,00 (0,98-1,03) | 0,760 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,95 (1,21-3,14) | 0,006 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 1,03 (1,01-1,05) | 0,003 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,92 (1,18-3,11) | 0,008 |
| | Percentual da população pobre | 1,03 (1,01-1,06) | 0,015 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,96 (1,22-3,14) | 0,006 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 1,03 (1,01-1,04) | 0,003 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,91 (1,17-3,13) | 0,010 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 0,99 (0,97-1,00) | 0,138 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

8.1.4. Dengue

A Tabela 26 mostra que a taxa de internação hospitalar por “Dengue” foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: RT=1,87 (1,59-2,21); $p < 0,001$), não havendo diferença entre homens e mulheres (Bloco I: $p = 0,996$). Além disso, a associação do rompimento com a taxa de internação não foi diferente entre homens e mulheres, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: $p = 0,958$). Os termos de interação de grupo de municípios vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da taxa



de internação hospitalar com os grupos de municípios no período pré-rompimento por “Dengue” não se alterou no ano pós-rompimento ($p=0,478$ e $p=0,709$).

Tabela 26 – Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Dengue” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|------------|--|--------------------|---------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e de sexo na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,87 (1,59 – 2,21) | <0,001 |
| | Homens | 1,00 (0,85 – 1,18) | 0,996 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,86 (1,47 – 2,36) | <0,001 |
| | Homens | 1,00 (0,80 – 1,25) | 0,975 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,01 (0,72 – 1,41) | 0,958 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios na taxa de internação hospitalar | | |
| | Pós-rompimento | 1,84 (1,35 – 2,52) | <0,001 |
| | Grupo 1 | 1,13 (0,73 – 1,72) | 0,588 |
| | Grupo 2 | 0,96 (0,68 – 1,36) | 0,826 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,83 (1,12 – 2,98) | 0,016 |
| | Grupo 1 | 0,96 (0,53 – 1,72) | 0,889 |
| | Grupo 2 | 1,02 (0,64 – 1,64) | 0,931 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,36 (0,58 – 3,18) | 0,478 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 0,88 (0,44 – 1,76) | 0,709 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Análises na Tabela 27 indicaram que a maior taxa de internação por “Dengue” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: RT=1,87 (1,37-2,55); $p<0,001$), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: RT=1,95 (1,43-2,65); $p<0,001$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT=1,92 (1,41-2,60); $p<0,001$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT=1,91 (1,40-2,60); $p<0,001$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: RT=1,87 (1,37-2,55)).



Tabela 27 – Razão de Taxas (RT) de internação hospitalar por “Dengue” ajustado por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|-------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,87 (1,37-2,55) | <0,001 |
| | Razão de renda | 0,99 (0,98-1,01) | 0,486 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,95 (1,43-2,65) | <0,001 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,97 (0,96-0,99) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,92 (1,41-2,60) | <0,001 |
| | Percentual da população pobre | 0,96 (0,95-0,98) | <0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,91 (1,40-2,60) | <0,001 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,98 (0,97-0,99) | 0,004 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,87 (1,37-2,55) | <0,001 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,00 (0,99-1,01) | 0,536 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

9. Associação global do período de rompimento com agravos selecionados de notificação compulsória

Nesta seção, são apresentados resultados das análises dos dados de taxa de notificação de agravos do SINAN. Na Figura 30, são mostradas as taxas de notificação por agravos específicos com as maiores diferenças entre os períodos pós- e pré-rompimento. As variações positivas representam incremento, enquanto as negativas representam redução na taxa pós-rompimento. As Figuras com o detalhamento dos agravos que apresentaram as maiores diferenças em sua taxa segundo o sexo por grupo de municípios se encontram no APÊNDICE J.



De acordo com a Figura 30(a), observa-se que a “Dengue” representa o agravo com a maior diferença positiva (aumento) na taxa de notificação entre os períodos pós- e pré-rompimento da barragem nos municípios diretamente afetados (Grupo 1), seguido dos agravos “Tuberculose” e “Malária”. Paralelamente, foram observadas diferenças negativas (redução) na taxa de notificação por “Leishmaniose Visceral”, “Leishmaniose Tegumentar Americana”, “Esquistossomose” e “Violência Interpessoal/Autoprovocada” entre os períodos pós- e pré-rompimento da barragem em todos os grupos de municípios. Mudanças foram inexpressivas para “Doenças de Chagas”, “Cólera”, “Febre Amarela” e “Febre Tifoide”.

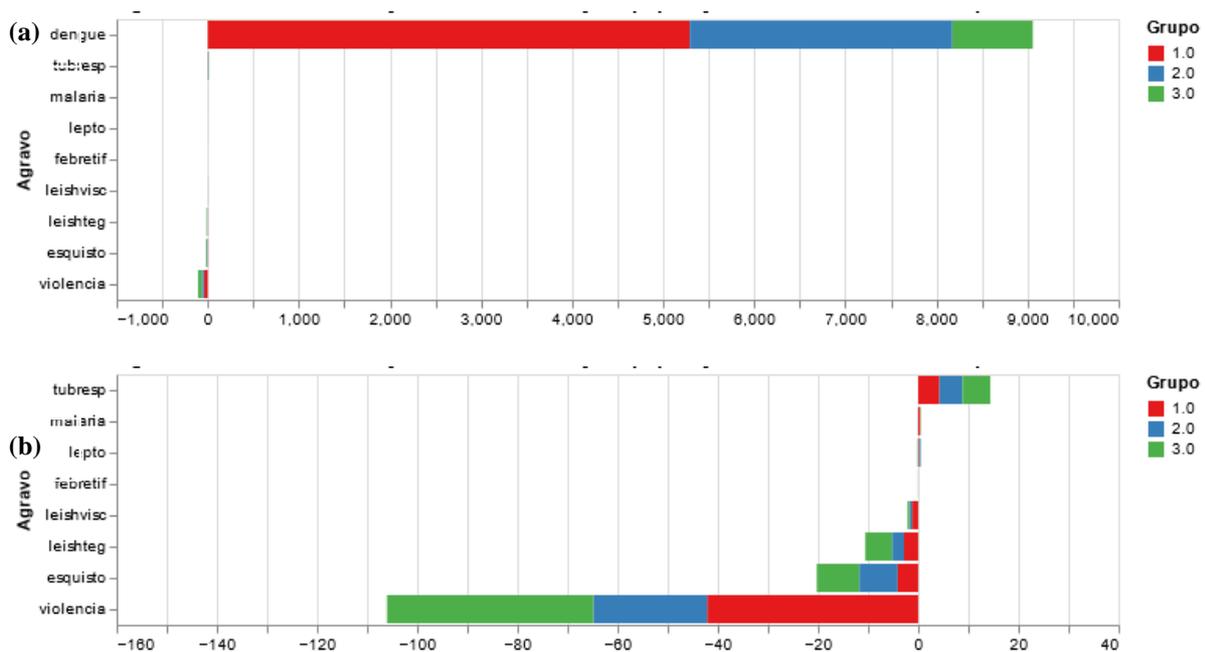


Figura 30 – Maiores diferenças entre as taxas de notificação de agravos (taxa/100.000 habitantes) no ano de 2019 e as taxas de notificação relativas ao período 2013-2018 para a população geral segundo o grupo de municípios estudados (a – análises com a inclusão do agravo “Dengue” e b – análise sem a inclusão do agravo “Dengue”).

Legenda: grupo 1 – Municípios diretamente afetados; grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem; *dengue*: dengue; *tubresp*: tuberculose; *malaria*: malária; *lepto*: leptospirose; *chagas*: doença de Chagas; *colera*: cólera; *febreamarela*: febre amarela; *febretif*: febre tifoide; *leishvisc*: leishmaniose visceral; *leishteg*: leishmaniose tegumentar americana; *esquisto*: esquistossomose; *violencia*: violência interpessoal/autoprovocada.

Na tabela 28, são indicadas a média e desvio-padrão dos agravos notificados no SINAN e disponíveis nos períodos pré- e pós-rompimento bem como Razões de Taxas (RT) para esses agravos obtidos pela comparação dos dois períodos. No ano pós-rompimento, houve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) da taxa de notificação dos



agravos “Dengue”, “Malária” e de casos novos de “Tuberculose”. As notificações dos seguintes agravos não apresentaram diferença estatística no período pós- e pré-rompimento: “Leptospirose (p=0,214), “Leishmaniose Visceral” (p=0,088) e “Intoxicação Exógena” (p=0,156). Embora sem diferença estatisticamente significativa, não podemos descartar que o valor de RT <1 observado para o agravo “Leishmaniose Visceral” se deva a dificuldades na notificação de agravos devidos à sobrecarga dos serviços de saúde municipais no pós-rompimento.

Os seguintes agravos não apresentaram notificação confirmada no ano pós-rompimento e, portanto, não foram apresentados na Tabela 28: a) Esquistossomose, b) Febre Tifoide, c) Leishmaniose Tegumentar Americana, e d) Violência Interpessoal/Autoprovocada. Ressalta-se que o agravo de “Hepatites Virais” também não foi apresentado na Tabela 28 uma vez que os microdados não estão disponíveis no SINAN.

Dessa forma, a análise prosseguiu apenas com os agravos que apresentaram aumento estatisticamente significativo de notificações no ano pós-rompimento (dengue, malária e tuberculose).

Tabela 28 – Medidas sumárias para a taxa de notificação de agravos nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de Razão de Taxas (RT) e (Intervalo de Confiança de 95%) para agravos avaliados.

| Agravos de notificação compulsória** | Taxa de notificação* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------------------------------|----------------------------|--------|-----------------------|---------|---------------------------|------------------|
| | Pré-rompimento (2013-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Dengue | 662,24 | 540,48 | 1816,09 | 1949,03 | 2,75 (2,09 – 3,61) | <0,001 |
| Leishmaniose Visceral*** | 2,49 | 3,48 | 2,57 | 6,81 | 0,70 (0,47 – 1,05) | 0,088 |
| Leptospirose | 0,72 | 1,78 | 1,40 | 4,79 | 1,37 (0,83 – 2,25) | 0,214 |
| Malária | 0,10 | 0,25 | 0,25 | 1,04 | 2,19 (1,11 – 4,32) | 0,024 |
| Tuberculose*** | 9,00 | 6,68 | 12,99 | 13,88 | 1,58 (1,30 – 1,91) | <0,001 |
| Intoxicação Exógena | 53,18 | 63,53 | 63,47 | 77,13 | 1,22 (0,93 – 1,61) | 0,156 |

RT: Razão de Taxas; DP: Desvio Padrão; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

*Taxa por 100.000 habitantes/ano

** cólera, doença de Chagas aguda e febre amarela não foram avaliados pois não apresentaram casos confirmados em todo o período avaliado

***casos incidentes



9.1. Associação do período de rompimento com a notificação de agravos selecionados: efeitos do sexo, grupo de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais

Os resultados apresentados neste subtópico referem-se aos agravos “Dengue”, “Malária” e “Tuberculose” que apresentaram diferença estatisticamente significante entre os períodos pré- e pós-rompimento na análise de efeito médio isolado do rompimento (análise não ajustada), conforme resultado apresentado na Tabela 28. Nas Tabelas 29, 31 e 33, são apresentadas as estimativas de associação do rompimento com a notificação dos agravos analisados considerando o ajuste por sexo e grupo de municípios. Nestas Tabelas, também são apresentadas as estimativas de interação entre sexo e grupo de municípios com o rompimento da barragem. Já nas Tabelas 30, 32 e 34, são apresentadas as estimativas da associação do rompimento com a notificação dos agravos analisados considerando o ajuste pelos indicadores socioeconômicos e ambientais.

9.1.1. Dengue

Tabela 29 – Razão de Taxas (RT) de notificação de “Dengue” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|------------|---|--------------------|---------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento e sexo | | |
| | Pós-rompimento | 2,75 (2,40 – 3,16) | <0,001 |
| | Homens | 1,00 (0,87 – 1,15) | 0,970 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 2,75 (2,26 – 3,35) | <0,001 |
| | Homens | 1,00 (0,82 – 1,21) | 0,973 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,00 (0,76 – 1,32) | 0,991 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios | | |
| | Pós-rompimento | 2,61 (2,02 – 3,37) | <0,001 |
| | Grupo 1 | 2,68 (1,88 – 3,83) | <0,001 |
| | Grupo 2 | 1,68 (1,27 – 2,24) | <0,001 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 2,44 (1,63 – 3,64) | <0,001 |
| | Grupo 1 | 2,15 (1,30 – 3,56) | 0,003 |
| | Grupo 2 | 1,70 (1,14 – 2,54) | 0,010 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,51 (0,74 – 3,07) | 0,256 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 0,98 (0,55 – 1,73) | 0,939 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



A Tabela 29 mostra que a Razão de Taxas (RT) para notificação de “Dengue” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: RT=2,75 (2,40 – 3,16); $p < 0,001$), não havendo diferença no risco entre homens e mulheres (Bloco I: RT=1,00 (0,87 – 1,15); $p = 0,970$). Além disso, a associação do rompimento com a notificação de “Dengue” não foi diferente entre homens e mulheres, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: $p = 0,991$). Ressalta-se, ainda, que a RT para “Dengue” foi maior no Grupo 1 (municípios diretamente afetados) e no Grupo 2 (municípios de 2ª ordem) quando ambos foram comparados ao Grupo 3 (vizinhos de 2ª ordem), independentemente do período avaliado (pré- ou pós-rompimento) (Bloco III: RT=2,68; (1,88 – 3,83); $p < 0,001$). Os termos de interação de grupo de municípios vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da notificação de “Dengue” com os grupos de municípios não se alterou no ano pós-rompimento ($p = 0,256$ e $p = 0,939$).

Tabela 30 – Razão de Taxas (RT) de notificação de “Dengue” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|------------|---|------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 2,76 (2,10-3,63) | <0,001 |
| | Razão de renda | 0,99 (0,98-1,00) | 0,216 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 2,76 (2,10-3,63) | <0,001 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,99 (0,98-1,00) | 0,144 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 2,77 (2,11-3,64) | <0,001 |
| | Percentual da população pobre | 0,99 (0,97-1,01) | 0,196 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 2,75 (2,10-3,62) | <0,001 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,99 (0,98-1,00) | 0,132 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 2,75 (2,09-3,62) | <0,001 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,00 (0,99-1,01) | 0,835 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



Modelos na Tabela 30 indicaram que a taxa de notificação de “Dengue” no ano pós-rompimento praticamente se manteve inalterada após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: RT=2,76 (2,10-3,63); p<0,001), proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: RT=2,76 (2,10-3,63); p<0,001), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT=2,77 (2,11-3,64); p<0,001), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT=2,75 (2,10-3,62); p<0,001) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: RT=2,75 (2,09-3,62); p<0,001).

9.1.2. Malária

Tabela 31 – Razão de Taxas (RT) de notificação de “Malária” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|------------|---|---------------------|--------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e de sexo | | |
| | Pós-rompimento | 2,23 (1,36 – 3,65) | 0,001 |
| | Homens | 1,03 (0,64 – 1,65) | 0,914 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 2,23 (1,11 – 4,48) | 0,025 |
| | Homens | 1,03 (0,57 – 1,85) | 0,931 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,00 (0,37 – 2,68) | 0,999 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios | | |
| | Pós-rompimento | 2,15 (1,09 – 4,22) | 0,027 |
| | Grupo 1 | 1,55 (0,63 – 3,86) | 0,342 |
| | Grupo 2 | 1,58 (0,72 – 3,44) | 0,255 |
| IV | Modelo testando interação de grupo de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,63 (0,39 – 6,75) | 0,502 |
| | Grupo 1 | 1,15 (0,37 – 3,52) | 0,808 |
| | Grupo 2 | 1,56 (0,62 – 3,91) | 0,345 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 2,36 (0,35 – 16,05) | 0,380 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 1,07 (0,19 – 5,88) | 0,941 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

A Tabela 31 mostra que a Razão de Taxas de notificação de “Malária” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: RT=2,23 (1,36 – 3,65); p=0,001), não havendo diferença no risco entre homens e mulheres (Bloco I; RT=1,03 (0,64 – 1,65); p=0,914). Além disso, a associação do rompimento com a notificação de “Malária” não foi diferente entre homens e mulheres,



uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: $p=0,999$). Bloco III mostra que a RT para “Malária” não diferiu para o Grupo 1 (municípios diretamente afetados: $p= 0,342$) ou Grupo 2 (municípios de 2ª ordem: $p=0,255$) quando comparados ao Grupo 3 (vizinhos de 2ª ordem), no período avaliado (pré- ou pós-rompimento). Os termos de interação de grupo de município vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da notificação de “Malária” com os grupos de municípios não se alterou no pós-rompimento ($p=0,380$ e $p=0,941$).

Tabela 32 – Razão de Taxas (RT) de notificação de “Malária” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|------------|---|------------------|------------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 2,18 (1,11-4,28) | 0,024 |
| | Razão de renda | 1,01 (0,97-1,05) | 0,578 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,91 (0,99-3,66) | 0,052 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,91 (0,87-0,95) | <0,001 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,89 (0,98-3,66) | 0,057 |
| | Percentual da população pobre | 0,92 (0,87-0,96) | 0,001 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,95 (1,01-3,77) | 0,046 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,93 (0,90-0,96) | <0,001 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 2,08 (1,08-4,03) | 0,030 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,02 (1,00-1,03) | 0,029 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Modelos na Tabela 32 indicaram que houve pequena atenuação da força de associação entre o período de rompimento e a notificação de casos de “Malária” após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais de razão de renda (Bloco I: RT=2,18 (1,11-4,28); $p=0,024$),



proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT=1,95 (1,01-3,77); p=0,046) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: RT=2,08 (1,08-4,03); p=0,030). Associações entre o rompimento e a maior prevalência de “Malária” foram limítrofes após ajuste por proporção de pessoas com baixa renda (Bloco II: RT=1,91 (0,99-3,66); p=0,052) e percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT=1,89 (0,98-3,66); p=0,057).

9.1.3. Tuberculose

Tabela 33 – Razão de Taxas (RT) de notificação de casos novos de “Tuberculose” com ajuste para sexo e grupo de municípios e testes de interações respectivos.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|------------|---|--------------------|--------------|
| I | Modelo avaliando associação de rompimento e de sexo | | |
| | Pós-rompimento | 1,57 (1,38 – 1,79) | <0,001 |
| | Homens | 1,01 (0,89 – 1,15) | 0,881 |
| II | Modelo testando interação de sexo com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,57 (1,31 – 1,89) | <0,001 |
| | Homens | 1,01 (0,86 – 1,18) | 0,907 |
| | Pós-rompimento x Homens | 1,00 (0,77 – 1,30) | 0,998 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento e dos grupos de municípios | | |
| | Pós-rompimento | 1,58 (1,30 – 1,92) | <0,001 |
| | Grupo 1 | 0,85 (0,66 – 1,10) | 0,216 |
| | Grupo 2 | 0,92 (0,75 – 1,14) | 0,463 |
| IV | Modelo testando interação de grupos de municípios com rompimento | | |
| | Pós-rompimento | 1,60 (1,18 – 2,19) | 0,003 |
| | Grupo 1 | 0,81 (0,59 – 1,12) | 0,199 |
| | Grupo 2 | 0,96 (0,74 – 1,26) | 0,775 |
| | Pós-rompimento x Grupo 1 | 1,14 (0,68 – 1,90) | 0,619 |
| | Pós-rompimento x Grupo 2 | 0,90 (0,58 – 1,39) | 0,627 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

A Tabela 33 mostra que a RT para notificação de casos novos de “Tuberculose” na região estudada foi maior no ano pós-rompimento em comparação ao período pré-rompimento para o conjunto dos municípios (Bloco I: RT=1,57 (1,38 – 1,79); p<0,001), não havendo diferença no risco entre homens e mulheres (Bloco I; RT=1,01 (0,89 – 1,15); p=0,881). Além disso, a associação do rompimento com a notificação de casos novos de “Tuberculose” não foi



diferente entre homens e mulheres, uma vez que o termo de interação de sexo e rompimento não foi estatisticamente significativo (Bloco II: $p=0,998$). Bloco III mostra que a RT para “tuberculose” não diferiu para o Grupo 1 (municípios diretamente afetados: $p= 0,216$) ou Grupo 2 (municípios de 2ª ordem: $p=0,463$) quando comparados ao Grupo 3 (vizinhos de 2ª ordem), no período avaliado (pré- ou pós-rompimento). Os termos de interação de grupo de municípios vs. rompimento não foram estatisticamente significantes (Bloco IV), indicando que a associação observada da notificação de casos novos de “Tuberculose” com os grupos de municípios não se alterou no pós-rompimento ($p=0,619$ e $p=0,627$).

Tabela 34 – Razão de Taxas (RT) de notificação de casos novos de “Tuberculose” ajustada por indicadores socioeconômicos e ambientais selecionados.

| Bloco | Variável | RT (IC95%) | p-valor |
|--------------|---|-------------------|----------------|
| I | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por razão de renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,58 (1,30-1,91) | <0,001 |
| | Razão de renda | 1,00 (0,99-1,01) | 0,837 |
| II | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de pessoas com baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,56 (1,28-1,90) | <0,001 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda | 0,99 (0,98-1,00) | 0,078 |
| III | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único | | |
| | Pós-rompimento | 1,57 (1,29-1,91) | <0,001 |
| | Percentual da população pobre | 1,00 (0,99-1,01) | 0,539 |
| IV | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | | |
| | Pós-rompimento | 1,55 (1,28-1,89) | <0,001 |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda | 0,99 (0,99-1,00) | 0,058 |
| V | Modelo avaliando associação do rompimento ajustado por taxa de emprego no setor formal | | |
| | Pós-rompimento | 1,57 (1,29-1,91) | <0,001 |
| | Taxa de emprego no setor formal | 1,00 (1,00-1,01) | 0,215 |

RT: Razão de Taxas; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

Modelos na Tabela 34 indicaram que a notificação de casos novos de “Tuberculose” no ano pós-rompimento não se alterou após ajustes pelos indicadores socioeconômicos e ambientais avaliados, ou seja, razão de renda (Bloco I: RT=1,58 (1,30-1,91); $p<0,001$), proporção de



pessoas com baixa renda (Bloco II: RT=1,56 (1,28-1,90); $p<0,001$), percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único (Bloco III: RT=1,57 (1,29-1,91); $p<0,001$), proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (Bloco IV: RT=1,55 (1,28-1,89); $p<0,001$) e taxa de emprego no setor formal (Bloco V: RT=1,57 (1,29-1,91); $p<0,001$).

10. Considerações gerais sobre a associação do período de rompimento com a mortalidade, internação hospitalar e notificação de agravos selecionados

O sistema de vigilância epidemiológica tem um papel primordial nas atividades de prevenção e controle das doenças, mas o seu bom funcionamento depende principalmente do registro e das informações obtidas sobre as doenças e agravos. Para que a vigilância epidemiológica seja efetiva, são necessárias informações acuradas e oportunas. Portanto, algumas ponderações devem ser realizadas sobre a interpretação dos resultados sobre a associação do período de rompimento, sexo, grupo de municípios e indicadores socioeconômicos e ambientais com a taxa de mortalidade, taxa de internação hospitalar e taxa de notificação de agravos selecionados.

Os resultados finais resumidos para o SIM, SIH e SINAN encontram-se na Tabela 35. Para o SIM, foi possível observar que não houve associação significativa entre o rompimento e a taxa de mortalidade por todas as causas, total de causas naturais e causas externas nas análises não ajustadas e ajustadas. As taxas de mortalidade por causas externas relacionadas a acidentes de transporte e homicídio foram significativamente maiores no pós-rompimento comparado ao período pré-rompimento quando ajustadas por sexo. Maiores taxas de mortalidade no período pós-rompimento da barragem em comparação com o período pré-rompimento foram observadas para causas básicas selecionadas agrupadas nos Capítulos correspondentes da CID-10, a saber: I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias, XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo e XIV – Doenças do aparelho geniturinário e a causa “eventos/fatos cuja intenção é indeterminada”. As medidas de associações para estas causas sofreram pouca alteração de magnitude após ajuste por alguns indicadores socioeconômicos e ambientais. Para o SIH, as razões entre as taxas de internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIV – Doenças do aparelho geniturinário, Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas, por leishmaniose tegumentar americana e dengue no pós-rompimento comparado ao período pós-rompimento foram > 1 e sofreram



poucas mudanças independentemente do ajuste dos modelos por sexo, grupo de municípios e indicadores socioeconômicos. Para o SINAN, os modelos não ajustados e ajustados mostram consistentemente maior taxa de notificação de dengue, malária e tuberculose no pós-rompimento comparado ao período pré-rompimento. Observou-se manutenção da magnitude das estimativas para a maioria das associações, porém com atenuação da força de associação após ajuste por “proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda” e as associações tornaram-se limítrofes após ajustes individuais por “proporção de pessoas com baixa renda” e “percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único”. Portanto, observou-se que, de forma geral, a associação entre o rompimento da barragem e as taxas de certas causas ou de grupos de causas selecionadas agrupadas em capítulos mantiveram-se inalteradas. Ou seja, sugerem que as variáveis consideradas para o ajuste do modelo não explicam, individualmente, os aumentos observados para estas taxas no período pós- versus pré-rompimento.

Com relação aos indicadores socioeconômicos e ambientais apresentados nesta seção, não foi possível analisar o ajuste pelos seguintes indicadores devido a sua baixa variabilidade entre os municípios: IMRS – Dimensão Educação; IMRS – Dimensão Saúde; IMRS – Dimensão Saneamento e Meio Ambiente; IDHM; Índice de Gini; e PIB *per capita*. Ou seja, os municípios são muito similares em relação a esses indicadores, o que os torna pouco úteis para discriminar diferenças. Vale ainda ressaltar que o indicador IMRS é uma média dos anos de 2017, 2018 e 2019 e, portanto, não permite detectar alterações que possam ter ocorrido durante esses três anos. Ressaltamos ainda que o indicador “Taxa de emprego no setor formal” apresentou valores superiores a 100% para diferentes municípios, contrastando com indicadores gerais do país sobre emprego e informalidade (COSTA, 2020) e gerando assim grande dificuldade de interpretação dos resultados de associação observados entre este indicador e os desfechos avaliados.

Para os indicadores que apresentaram variabilidade entre os municípios, foi observada alta correlação, como indicado na seção 5.0 e, portanto, não foi realizado o ajuste concomitante por tais indicadores em modelos múltiplos para causas básicas/diagnósticos principais avaliados no SIM, SIH e agravos no SINAN. Interações entre os indicadores socioeconômicos e ambientais e a variável indicadora de rompimento foram também testadas, mas nenhuma delas apresentou resultado estatisticamente significativo. Dessa forma, sugere-se que o rompimento não modificou a influência da condição socioeconômica preexistente na variação da morbimortalidade.



Projeto Brumadinho UFMG

Tabela 35 – Associação do rompimento da barragem com a taxa de mortalidade padronizada (SIM), taxa de internação hospitalar (SIH) e taxa de notificação de agravos (SINAN) após ajuste para sexo, grupo de municípios ou indicadores socioeconômicos e ambientais.

| | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 | Modelo 6 | Modelo 7 | Modelo 8 |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| SIM | SMR (IC95%) |
| Todas as causas (Capítulos I a XX) | 1,19 (0,79–1,79) | 1,19 (0,97–1,46) | 1,19 (0,82–1,73) | 1,19 (0,82–1,74) | 1,18 (0,85–1,62) | 1,18 (0,84–1,66) | 1,18 (0,86–1,61) | 1,19 (0,84–1,70) |
| Causas naturais (Capítulos I a XIX) | 1,20 (0,80–1,81) | 1,21 (0,98–1,48) | 1,21 (0,83–1,75) | 1,21 (0,83–1,76) | 1,19 (0,86–1,64) | 1,19 (0,85–1,68) | 1,19 (0,87–1,63) | 1,21 (0,85–1,72) |
| Causas externas (Capítulo XX) | 1,15 (0,75–1,74) | 1,15 (0,93–1,41) | 1,15 (0,78–1,70) | 1,15 (0,77–1,70) | 1,11 (0,79–1,55) | 1,14 (0,79–1,63) | 1,11 (0,80–1,55) | 1,14 (0,79–1,66) |
| Capítulo I | 1,68 (1,06–2,66) | 3,17 (2,37–4,22) | 1,65 (1,08–2,53) | 1,60 (1,04–2,45) | 1,48 (1,02–2,15) | 1,56 (1,05–2,32) | 1,48 (1,03–2,14) | 1,60 (1,07–2,37) |
| Capítulo XII | 2,01 (1,15–3,51) | 3,17 (2,17–4,62) | 1,80 (1,08–2,99) | 1,88 (1,12–3,14) | 1,68 (1,07–2,65) | 1,82 (1,12–2,98) | 1,70 (1,08–2,67) | 1,80 (1,12–2,91) |
| Capítulo XIV | 1,80 (1,10–2,94) | 2,72 (1,97–3,75) | 1,74 (1,10–2,76) | 1,74 (1,10–2,74) | 1,54 (1,02–2,35) | 1,66 (1,07–2,57) | 1,53 (1,01–2,32) | 1,70 (1,10–2,61) |
| Acidentes de transporte | 1,35 (0,86–2,10) | * | 1,35 (0,89–2,05) | 1,33 (0,88–2,02) | 1,23 (0,85–1,78) | 1,29 (0,87–1,91) | 1,22 (0,85–1,76) | 1,32 (0,88–1,99) |
| Homicídio | 1,38 (0,88–2,18) | 1,72 (1,25–2,36) | 1,37 (0,89–2,11) | 1,38 (0,89–2,14) | 1,28 (0,87–1,89) | 1,32 (0,88–1,99) | 1,26 (0,87–1,84) | 1,36 (0,89–2,07) |
| Eventos/fatos intenção indeterminada | 1,71 (1,05–2,79) | 2,39 (1,71–3,35) | 1,66 (1,06–2,61) | 1,68 (1,07–2,65) | 1,40 (0,93–2,12) | 1,52 (0,98–2,35) | 1,36 (0,91–2,04) | 1,68 (1,08–2,61) |
| SIH | RT (IC95%) |
| Todas as causas (Capítulos I a XX) | 1,00 (0,93–1,08) | 1,00 (0,97–1,04) | 1,00 (0,93–1,08) | 1,00 (0,93–1,08) | 1,00 (0,93–1,08) | 1,00 (0,93–1,08) | 1,00 (0,93–1,08) | 1,00 (0,93–1,08) |
| Causas naturais (Capítulos I a XVIII) | 0,99 (0,92–1,07) | 0,99 (0,96–1,03) | 0,99 (0,92–1,07) | 0,99 (0,92–1,07) | 0,99 (0,92–1,07) | 0,99 (0,92–1,07) | 0,99 (0,92–1,07) | 0,99 (0,92–1,07) |
| Causas externas (Capítulos XIX e XX) | 1,08 (1,01–1,16) | 1,08 (1,04–1,12) | 1,08 (1,01–1,16) |
| Capítulo XIV | 1,18 (1,02–1,36) | 1,18 (1,09–1,29) | 1,18 (1,02–1,36) | 1,18 (1,02–1,36) | 1,19 (1,04–1,37) | 1,18 (1,03–1,37) | 1,19 (1,03–1,37) | 1,18 (1,02–1,36) |
| Capítulo XIX | 1,08 (1,01–1,16) | 1,09 (1,01–1,16) | 1,08 (1,01–1,16) | 1,08 (1,01–1,16) |
| Leish. Tegumentar Americana | 1,90 (1,15–3,14) | 1,84 (1,31–2,58) | 1,85 (1,12–3,05) | 1,89 (1,14–3,14) | 1,95 (1,21–3,14) | 1,92 (1,18–3,11) | 1,96 (1,22–3,14) | 1,91 (1,17–3,13) |
| Dengue | 1,86 (1,36–2,55) | 1,87 (1,59–2,21) | 1,84 (1,35–2,52) | 1,87 (1,37–2,55) | 1,95 (1,43–2,65) | 1,92 (1,41–2,60) | 1,91 (1,40–2,60) | 1,87 (1,37–2,55) |
| SINAN | RT (IC95%) |
| Dengue | 2,75 (2,09–3,61) | 2,75 (2,40–3,16) | 2,61 (2,02–3,37) | 2,76 (2,10–3,63) | 2,76 (2,10–3,63) | 2,77 (2,11–3,64) | 2,75 (2,10–3,62) | 2,75 (2,09–3,62) |
| Malária | 2,19 (1,11–4,32) | 2,23 (1,36–3,65) | 2,15 (1,09–4,22) | 2,18 (1,11–4,28) | 1,91 (0,99–3,66) | 1,89 (0,98–3,66) | 1,95 (1,01–3,77) | 2,08 (1,08–4,03) |
| Tuberculose | 1,58 (1,30–1,91) | 1,57 (1,38–1,79) | 1,58 (1,30–1,92) | 1,58 (1,30–1,91) | 1,56 (1,28–1,90) | 1,57 (1,29–1,91) | 1,55 (1,28–1,89) | 1,57 (1,29–1,91) |

SIM: Sistema de Informação sobre Mortalidade; SIH: Sistema de Informação Hospitalar; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação; Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias; Capítulo XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo; Capítulo XIV – Doenças do aparelho geniturinário; Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas; Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade; SMR: *Standardized Mortality Ratio*; RT: Razão de Taxas

*Ausência de convergência para este modelo

Modelo 1: rompimento da barragem

Modelo 2: rompimento da barragem + sexo

Modelo 3: rompimento da barragem + grupo de municípios

Modelo 4: rompimento da barragem + razão de renda

Modelo 5: rompimento da barragem + proporção de pessoas com baixa renda

Modelo 6: rompimento da barragem + percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único

Modelo 7: rompimento da barragem + proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda

Modelo 8: rompimento da barragem + taxa de emprego no setor formal



Nas tabelas 6, 19 e 28, nota-se que, para algumas causas ou grupo de causas selecionadas agrupadas em Capítulos da CID-10 correspondentes, há indicativo de aumento da Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) ou Razão de Taxas (RT) concomitantemente a menores taxas médias de mortalidade, internação ou notificação no ano pós-rompimento quando comparadas ao período pré-rompimento. Também, há casos de taxas médias não se alterarem entre os períodos pré- e pós-rompimento e, mesmo assim, apresentarem valores de SMR e RT >1. Ressalta-se que tais resultados não devem ser comparados por se tratarem de medidas epidemiológicas distintas, as taxas médias de mortalidade, internação ou notificação são medidas descritivas e não comparam subgrupos, diferente das medidas de associação SMR e RT, que relativizam as taxas em grupos distintos. Neste trabalho, as taxas médias foram calculadas a partir da razão entre o número de óbitos esperados, internações hospitalares ou notificação e a população residente em cada período separadamente. Já a SMR e a RT foram obtidas através de modelos estatísticos em que os desfechos foram o número de óbitos esperados, internações hospitalares ou notificação e preditores lineares formados pela variável indicadora de rompimento, além de termos *offset* sendo o logaritmo natural do número de óbitos esperados no caso da SMR, e a população residente para RT com internações ou notificações.

Considerações também devem ser feitas sobre os resultados das análises com dados do SIH-SUS uma vez que não inclui internações ocorridas no Sistema de Saúde Suplementar. Estudos sugerem que a piora dos indicadores socioeconômicos entre 2010 e 2019, como o aumento do desemprego, poderia ter resultado em um aumento da população SUS-dependente (SMITH, 2020). Segundo reportagem do Jornal Hoje em Dia, em Minas, o número de beneficiários de planos privados de saúde reduziu em 3,3% entre 2015 e 2021, percentual maior do que a média do Brasil, que foi de 2,8%. A estimativa é que o SUS passou a ser a única forma de atendimento médico-hospitalar para mais 172.675 mineiros entre 2015 e 2016 apenas (MORENO, 2021). Dados da Agência Nacional de Saúde (ANS) mostram que quase 38 mil usuários deixaram de ter o convênio de assistência médica particular, no período de um ano, só em Belo Horizonte (OLIVEIRA, 2015). Dessa forma, é possível que parte do risco aumentado de internações no ano pós-rompimento seja atribuído ao aumento de usuários do SUS e não ao rompimento da barragem. No entanto, acredita-se que esta possibilidade seja pequena uma vez que dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS 2013 e 2019) indicam variação muito pequena no percentual de cobertura exclusiva pelo SUS entre 2013 e 2019, a



saber: Minas Gerais (2013 = 71,2%; 2019 = 71,7%) e Belo Horizonte (2013 = 54,3%; 2019 = 53,3%) (BRASIL, 2021e).

Destaca-se, ainda, que a base de dados do SINAN apresenta limitações em relação ao conjunto de agravos notificados. Conforme observado na lista nacional de doenças de notificação compulsória (BRASIL, 2016a), nem todo evento em saúde é notificado e, portanto, eventos em saúde possivelmente impactados por rompimento de barragens, como transtornos mentais e comportamentais, não são avaliados pelo SINAN. Em 2014, o Ministério da Saúde do Brasil atualizou a definição de caso usada pela vigilância para notificação de pacientes suspeitos de dengue, o que pode ter alterado as médias de casos notificados (BRASIL, 2014c; NASCIMENTO *et al.*, 2017). Adicionalmente, há eventos em saúde que não são notificados para toda a população, a exemplo de alguns tipos de violência interpessoal que não são notificados para homens adultos (BRASIL, 2016b), o que impede a avaliação da real dimensão da ocorrência da violência interpessoal entre os períodos pré- e pós-rompimento. Finalmente, a notificação de casos pode ter sido impactada negativamente pela sobrecarga no sistema de saúde, uma vez que os atendimentos na atenção básica apresentaram aumento de 63% no primeiro quadrimestre de 2019 conforme dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2020).

Com relação à completude, ou seja, grau de preenchimento de campo analisado, estudos sobre a base SINAN apresentam resultados diferentes conforme o agravo analisado e a localidade (MELO *et al.*, 2018). Estudo no Recife verificou uma proporção de 29% de subnotificação de tuberculose entre 2001 e 2010 (SANTOS *et al.*, 2018). Análises da completude dos campos de notificações de dengue em um município de pequeno porte no Brasil, entre 2007 a 2015 classificou a qualidade dos dados como regular e muito ruim (MARQUES, SIQUEIRA, PORTUGAL, 2020). Resultados de análise no Distrito Federal também apontam números consideráveis de casos de dengue “inconclusivos”, ou seja, casos que não foram nem descartados e nem diagnosticados (ALMEIDA *et al.*, 2021). Estudo sobre notificação de violências contra as mulheres verificou baixa correlação entre a taxa de homicídio, por 100.000 habitantes, e a taxa de notificação de violência contra as mulheres (100.000 mulheres), sugerindo sub-registros de homicídio no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) e de notificação de violência contra as mulheres no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (SOARES, 2021). Estudo estimou que a subnotificação no país de casos de leishmaniose visceral no SINAN, ao comparar com o SIH e SIM, foi 42,2% e 45,0%,



respectivamente (MAIA-ELKHOURY *et al.*, 2007). Concluindo, não podemos descartar que tenha havido subnotificação de casos no SINAN para as diversas causas analisadas no presente projeto para os municípios e períodos incluídos, o que pode ter dificultado identificar variações confiáveis e consistentes nas ocorrências pré- e pós rompimento nas três bases de dados consideradas (SINAN, SIH e SUS).

11. Análise espacial para a taxa de mortalidade segundo causas selecionadas e agrupadas nos capítulos da CID-10

Nesta seção, são apresentados: i) mapas com valores observados das taxas de mortalidade padronizadas por idade segundo causas selecionadas e agrupadas por capítulos da CID- 10 correspondentes para a população total para os anos compreendidos entre 2010 e 2019; ii) mapas com valores observados das taxas médias no período pré- e pós-rompimento para a população geral nos municípios avaliados; iii) mapas com Índices de Moran Local para a população geral dos municípios avaliados; e iv) mapas com resultados dos modelos CAR com valores de SMR de cada município em relação à SMR da região de estudo.

11.1. Algumas doenças infecciosas e parasitárias (Capítulo I)

Na Figura 31, são mostrados os mapas das taxas observadas padronizadas anuais de mortalidade para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias”. Evidencia-se que a distribuição das taxas de mortalidade por causas agrupadas neste capítulo é heterogênea no espaço e tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré- e pós-rompimento e Índices de Moran Local para este mesmo capítulo de causas básicas de óbito são mostradas na Figura 32.



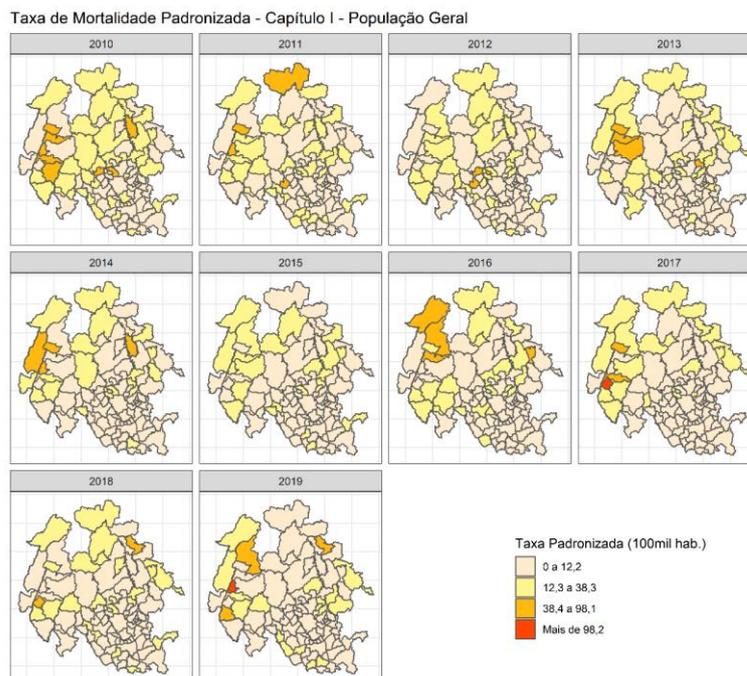


Figura 31 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011

A Figura 32 (a) evidencia taxas de mortalidade mais elevadas (em vermelho) por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” no ano pós-rompimento nos municípios de Cedro do Abaeté e Monjolos (vizinhos de 2ª ordem) para a população geral. O índice de Moran Global para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré-rompimento foi de 0,174 ($p=0,001$) e no período pós-rompimento foi de 0,095 ($p = 0,045$).

A Figura 32 (b) podem ser observados dois *clusters* no período pré-rompimento. Um deles, formado por municípios que apresentavam taxas mais elevadas e com vizinhos com taxas elevadas mais ao sudeste, compreendendo os municípios Sabará, Belo Horizonte, Nova Lima e Rio Acima, e o outro com taxas baixas e vizinhos com taxas baixas ao centro, formado por Pará de Minas, Onça de Pitangui e Pitangui. Já no período pós-rompimento, foram identificados dois clusters baixo-baixo, sendo o primeiro formado pelos municípios São José da Varginha, Pequi e Maravilhas, e o segundo formado por Santana de Pirapama, Jequitibá e Baldim.

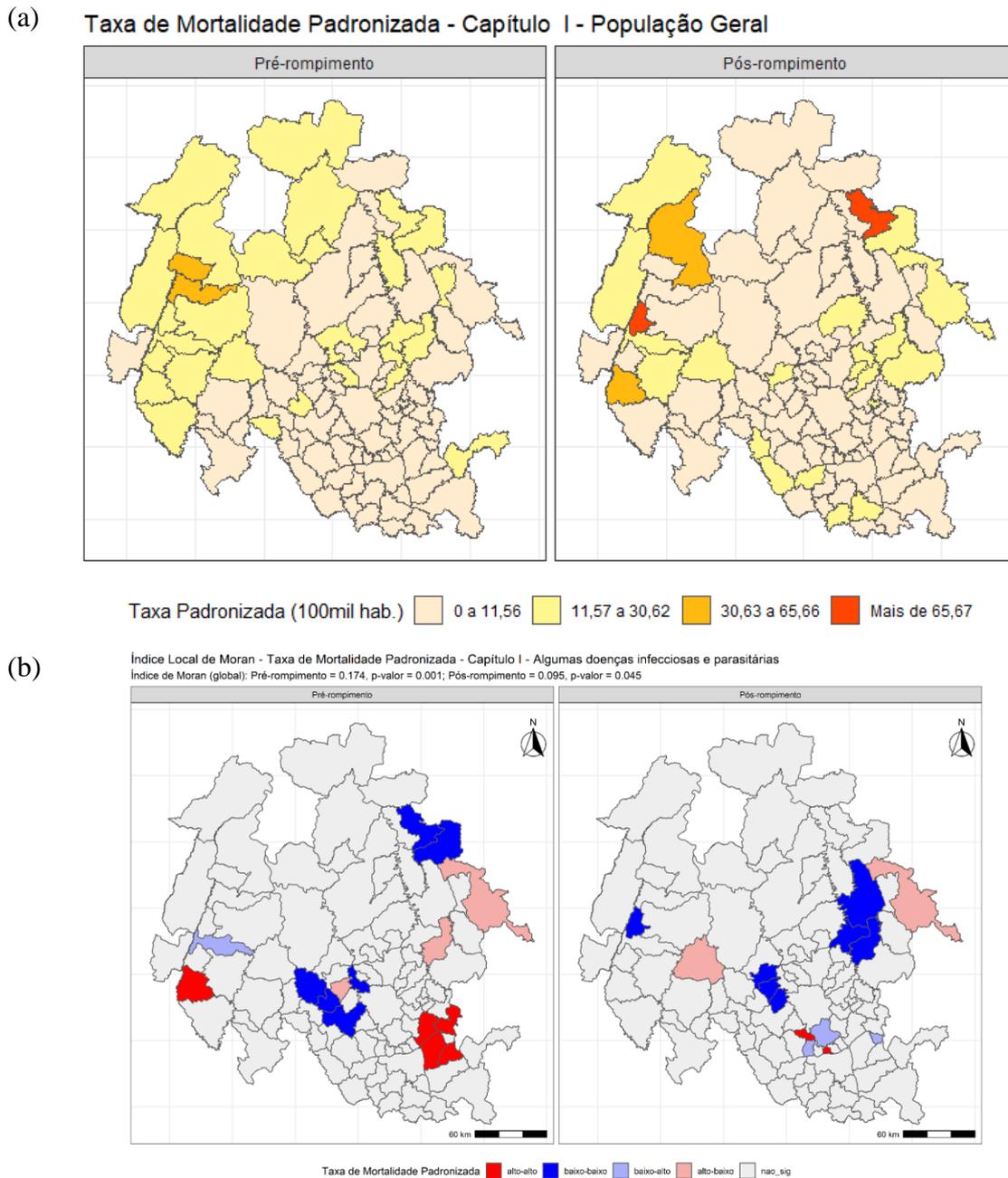


Figura 32 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem.

O modelo espacial de melhor ajuste para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” compreendeu a soma dos efeitos aleatórios espaciais não estruturado (taxas variam entre municípios) e estruturado (efeito de vizinhança). O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito de interação com o tempo, além do efeito aleatório temporal tiveram alta variabilidade e pouca



contribuição para o ajuste, sendo retirados do modelo. Além disso, o modelo considerou o efeito global do rompimento (efeito fixo). O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias” foi de 1,19 (1,08-1,30), logo a SMR por este agravo aumentou em 19% após o rompimento em toda a região.

A Figura 33 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Corinto, Pitangui, Dolores do Indaia, Sete Lagoas, Matozinhos, Ribeirão das Neves, Ibitiré, Nova Serrana, Vespasiano e Congonhas.

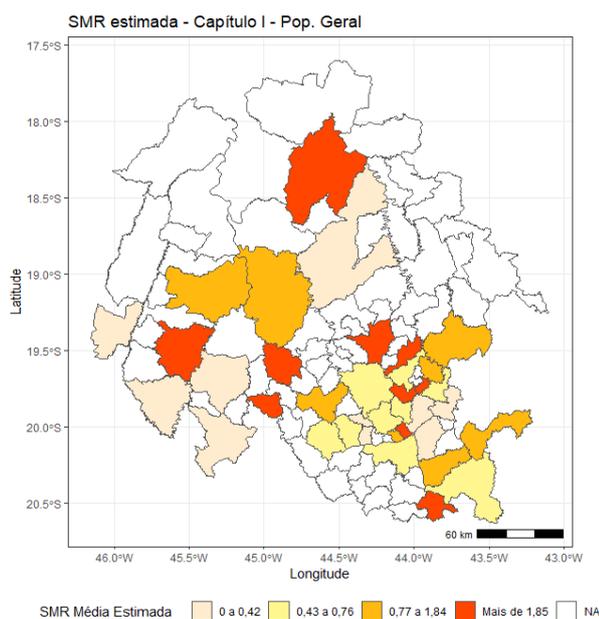


Figura 33 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo I “Algumas doenças infecciosas e parasitárias”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



11.2. Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas (Capítulo IV)

Na Figura 34, são mostrados os mapas das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas”. Evidencia-se que a distribuição das taxas de mortalidade por estas causas é heterogênea no espaço e tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré- e pós-rompimento e Índices de Moran Local para estas causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV são mostradas na Figura 35.

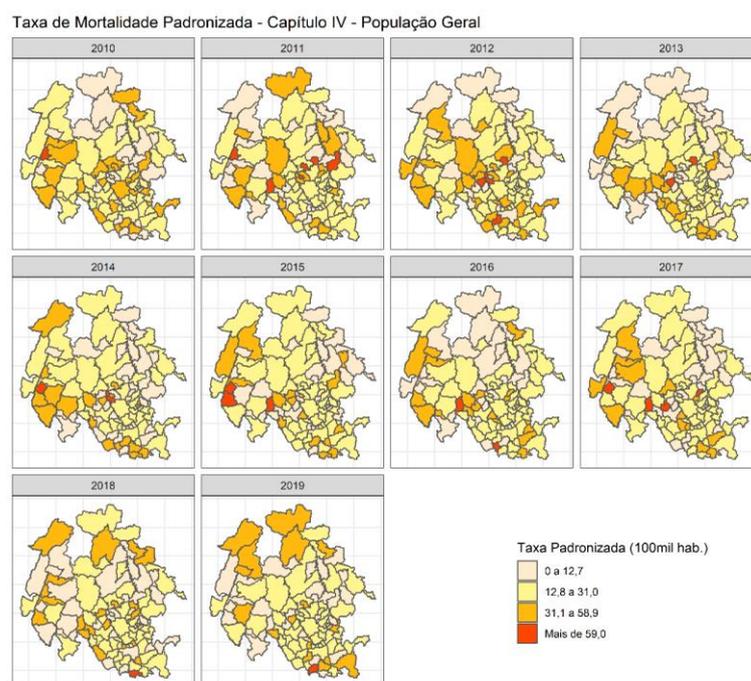


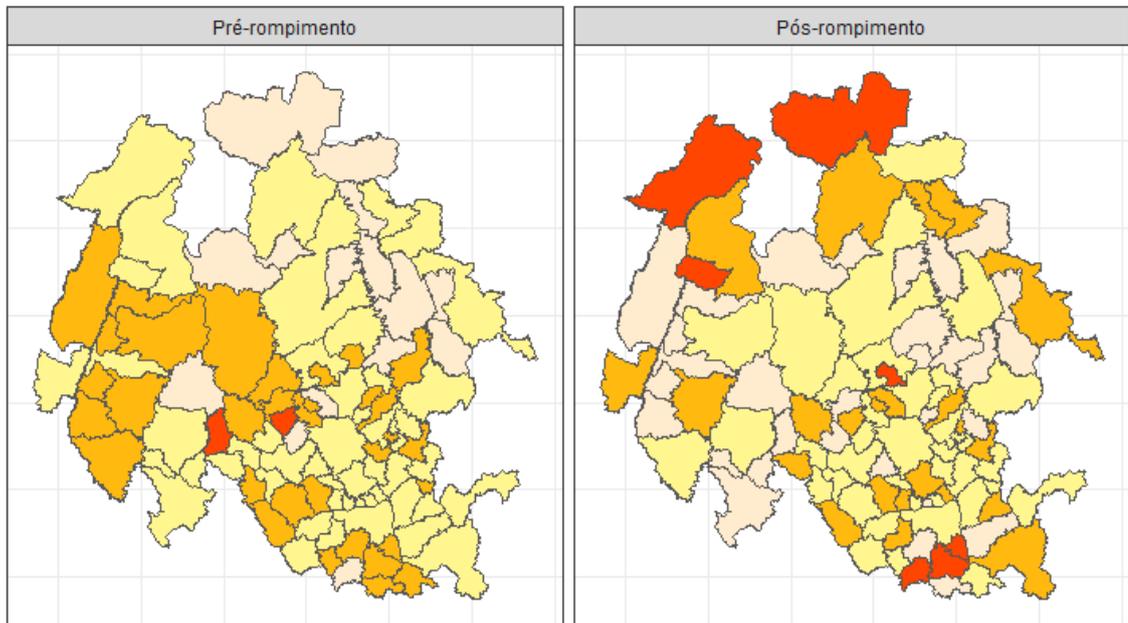
Figura 34 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Tainãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011

A Figura 35 (a) evidencia taxas de mortalidade mais elevadas (em vermelho) por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas” para a população geral no ano pós-rompimento nos municípios Lassance (vizinho de 2ª ordem), São Gonçalo do Abaeté (vizinho de 2ª ordem), Biquinhas (vizinho de 2ª ordem),



Caetanópolis (vizinho de 1ª ordem), Moeda (vizinho de 1ª ordem), Belo Vale (vizinho de 1ª ordem) e Piedade dos Gerais (vizinho de 2ª ordem).

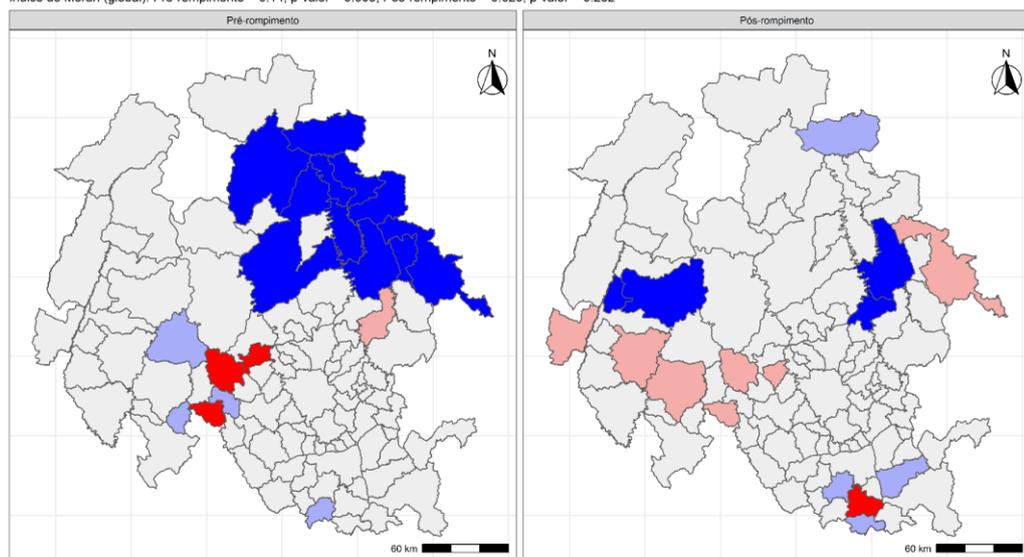
(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo IV - População Geral



Taxa Padronizada (100mil hab.) 0 a 12,79 12,80 a 24,71 24,72 a 39,19 Mais de 39,20

(b)

Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo IV - Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas
Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0.14, p-valor = 0.008; Pós-rompimento = 0.026, p-valor = 0.282



Taxa de Mortalidade Padronizada alto-alto baixo-baixo baixo-alto alto-baixo nao_sig

Figura 35 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011



O índice de Moran Global para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré-rompimento foi de 0,14 ($p=0,008$) e no período pós-rompimento foi de 0,026 ($p = 0,282$). Na Figura 35 (b) pode ser observado um *cluster* no período pré-rompimento, formado por municípios que apresentaram taxas mais elevadas e com vizinhos com taxas elevadas mais ao Nordeste, compreendendo uma faixa limitada pelos municípios de Curvelo, Corinto, Augusto de Lima, Monjolos, Gouveia, Conceição do Mato Dentro, Congonhas do Norte, com exceção do município de Inimutaba. Já no período pós-rompimento, não foram identificados *clusters* estatisticamente significantes (índice de Moran Global), embora alguns municípios tenham apresentado índices de Moran Local estatisticamente significantes, como Abaeté, Santana de Pirapama, Jequitibá, Cedro de Abaeté e Belo Vale.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas”, o modelo de melhor ajuste compreendeu a soma dos efeitos aleatórios espaciais com um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios) e estruturado (efeito de vizinhança). O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito de interação com o tempo, além do efeito aleatório temporal tiveram alta variabilidade, e pouca contribuição para o ajuste, sendo retirados do modelo. Além disso, o modelo considerou o efeito global do rompimento (efeito fixo). O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas” foi de 1,22 (1,16-1,29), logo, a SMR por este agravo aumentou em 22% após o rompimento em toda a região.

A Figura 36 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Pará de Minas, Corinto, Dores do Indaiá, Matozinhos, Pedro Leopoldo, São Gotardo, Luz, Santo Antônio do Monte, Carmo do Cajuru, Vespasiano e Congonhas.



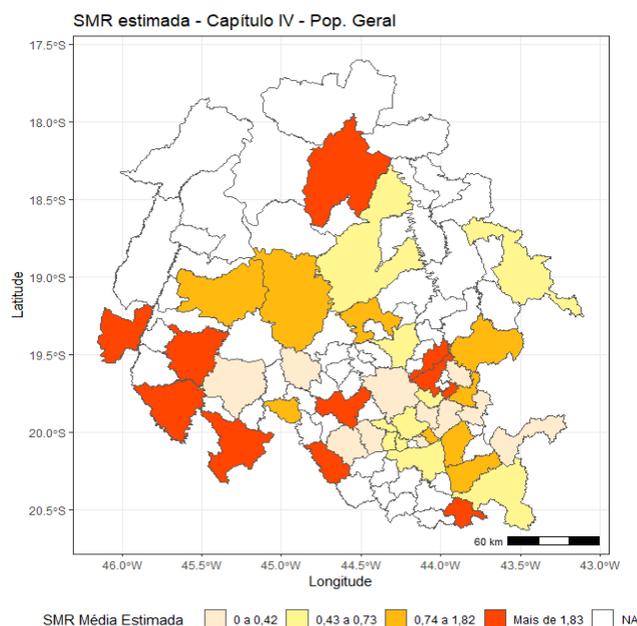


Figura 36 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1))>0,80$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IV “Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

11.3. Transtornos mentais e comportamentais (Capítulo V)

Na Figura 37, são mostrados os mapas das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais”. Evidencia-se que a distribuição das taxas de mortalidade por este conjunto de causas é heterogênea no espaço e tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré- e pós-rompimento e Índices de Moran Local para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V são mostradas na Figura 38.



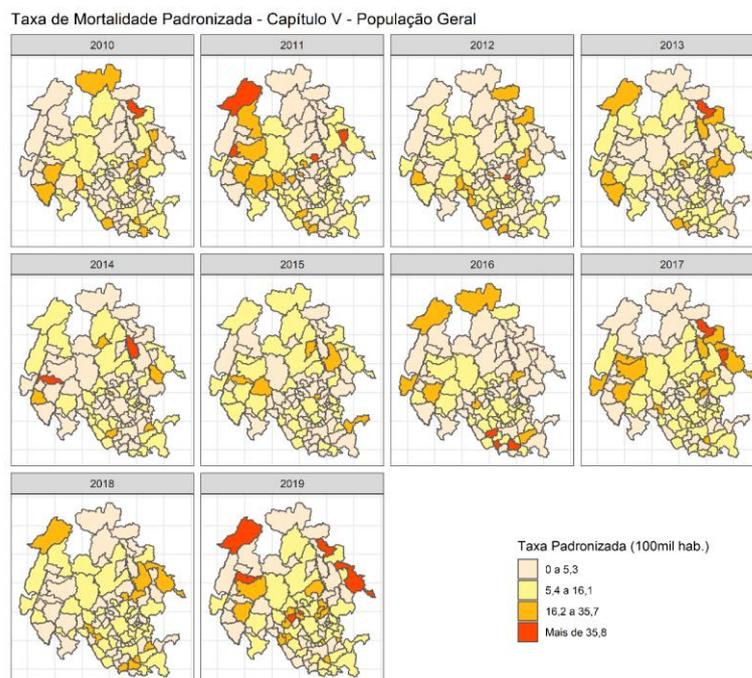
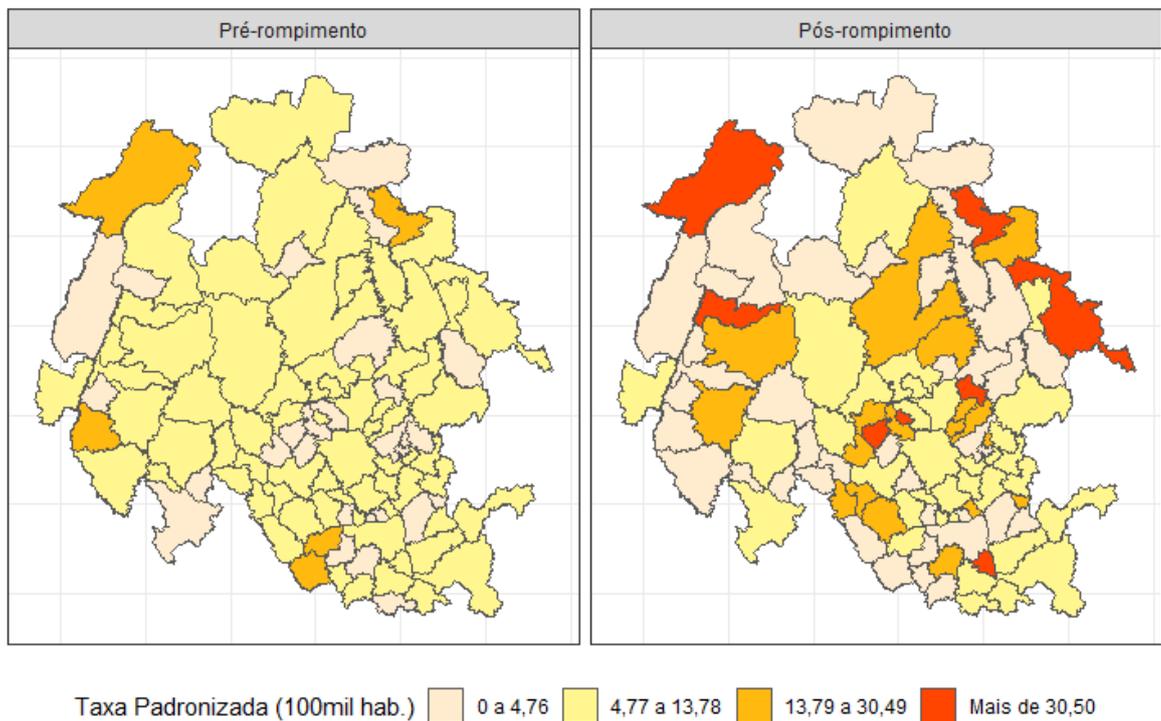


Figura 37 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 38 (a) evidencia taxas de mortalidade mais elevadas (em vermelho) por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” para a população geral no ano pós-rompimento nos municípios de São Gonçalo do Abaeté (vizinho de 2ª ordem), Paineiras (vizinho de 1ª ordem), Monjolos (vizinho de 2ª ordem), Conceição do Mato Dentro (vizinho de 2ª ordem), Funilândia (vizinho de 2ª ordem), Pequi (diretamente afetado), Cachoeira da Prata (vizinho de 1ª ordem) e Moeda (vizinho de 1ª ordem).

O Índice de Moran Global para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré-rompimento foi de 0,072 ($p=0,096$) e no período pós-rompimento foi de 0,001 ($p=0,429$). Portanto, não foram identificados *clusters* estatisticamente significantes (Índice de Moran Global) no período pré- e pós-rompimento. Porém, nos dois períodos, alguns municípios apresentaram índices de Moran Local estatisticamente significantes (Figura 38 (b)).

(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo V - População Geral



(b) Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo V - Transtornos mentais e comportamentais

Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0.072, p-valor = 0.096; Pós-rompimento = 0.001, p-valor = 0.429

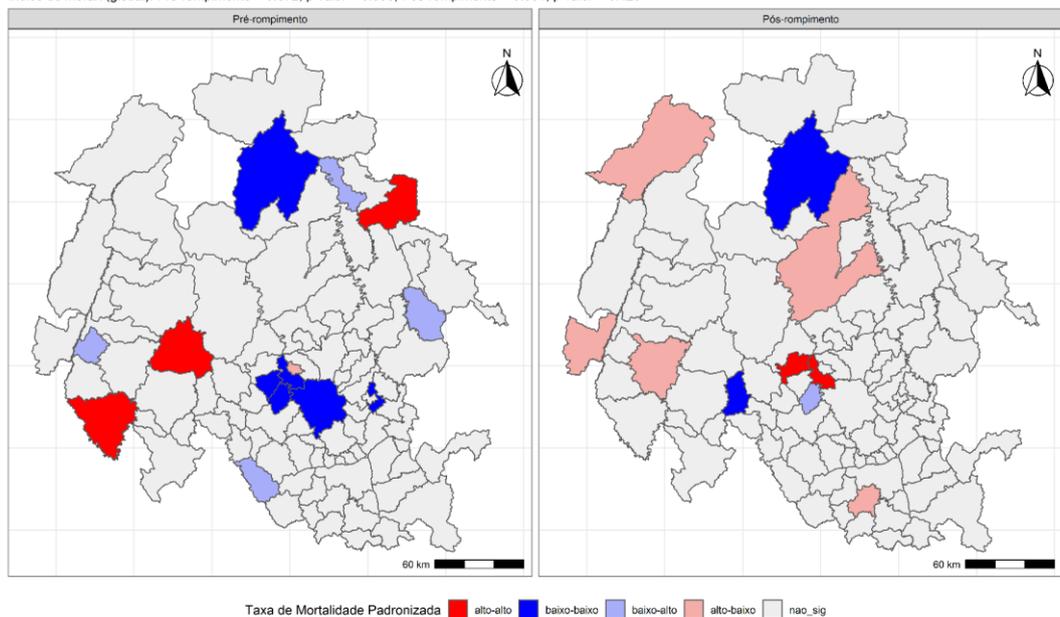


Figura 38 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais”, o modelo de melhor ajuste compreendeu apenas um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios), e o efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais” foi de 1,11 (1,02-1,21), logo, a SMR por este agravo aumentou em 11% após o rompimento em toda a região.

A Figura 39 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Paraopeba, Corinto, Ribeirão das Neves, e Congonhas.

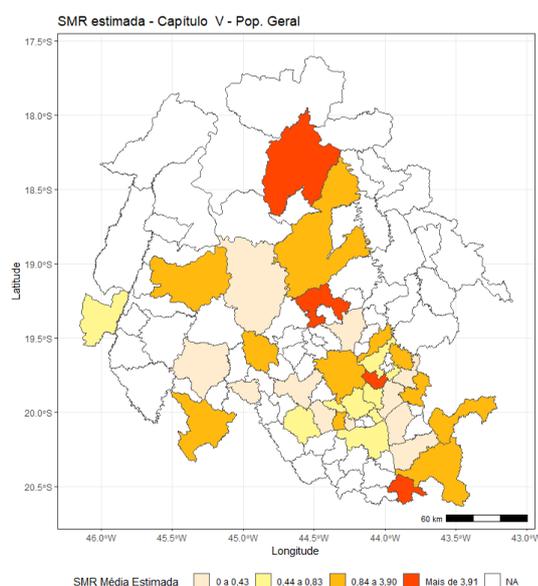


Figura 39 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo V “Transtornos mentais e comportamentais”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



11.4. Doenças do aparelho circulatório (Capítulo IX)

Na Figura 40, são mostrados os mapas das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório”. Observa-se que as taxas de mortalidade padronizadas para este conjunto de causas são heterogêneas no espaço e no tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 41, é indicado o mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas e Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório”.

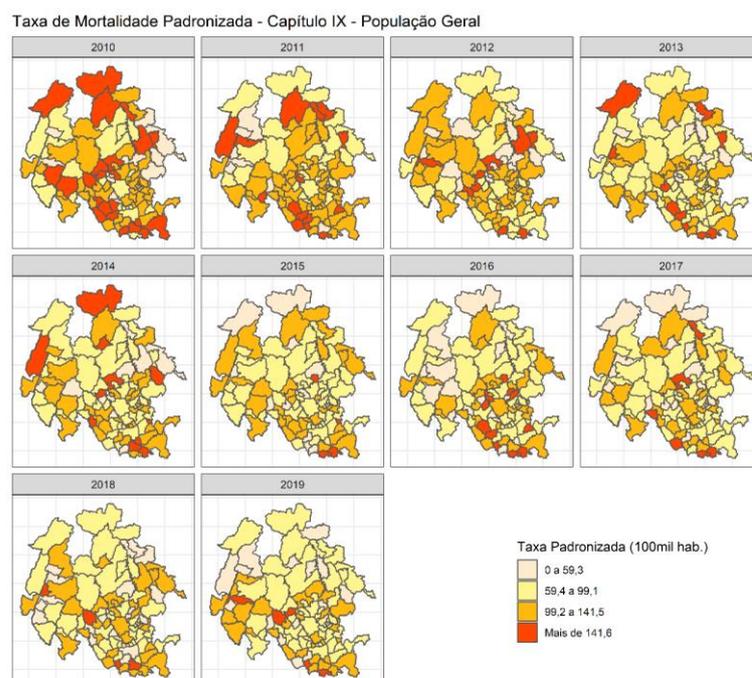


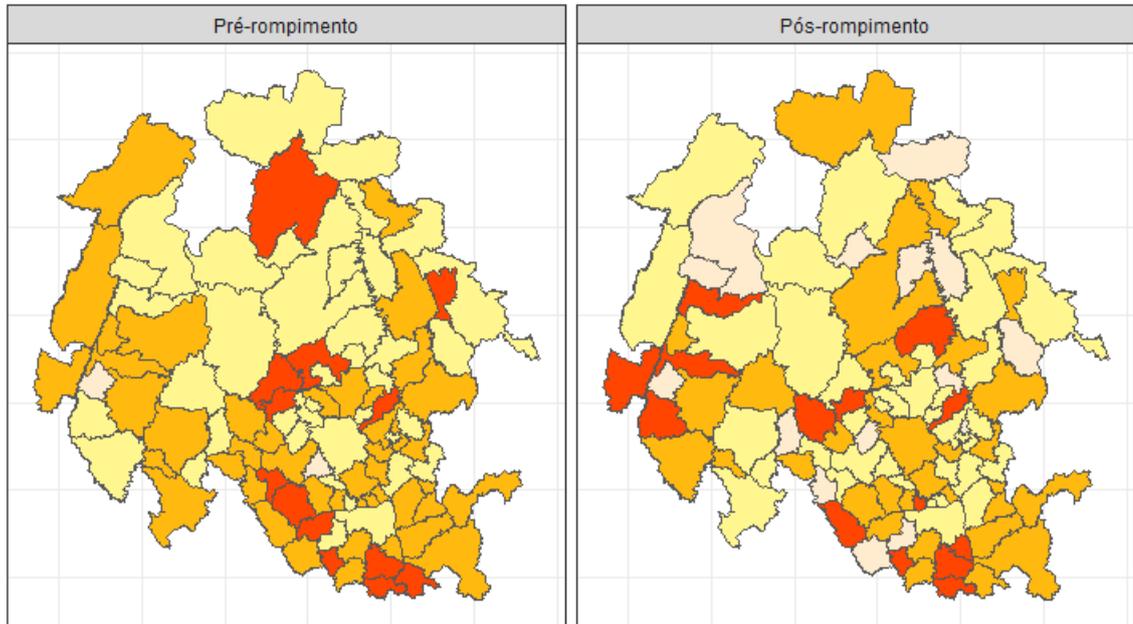
Figura 40 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 41(a) observa-se que, no ano pós-rompimento, os municípios diretamente afetados, São Joaquim de Bicas e Maravilhas, apresentaram taxas de mortalidade padronizadas elevadas (em vermelho). Já os municípios vizinhos de 1ª ordem que apresentaram taxas de mortalidade elevadas após o rompimento foram: Cordisburgo, Matozinhos, Moeda, Belo



Vale, Pitangui, Quartel Geral e Paineiras. E municípios vizinhos de 2ª ordem foram: Jeceaba, Crucilândia, Estrela do Indaiá e São Gotardo.

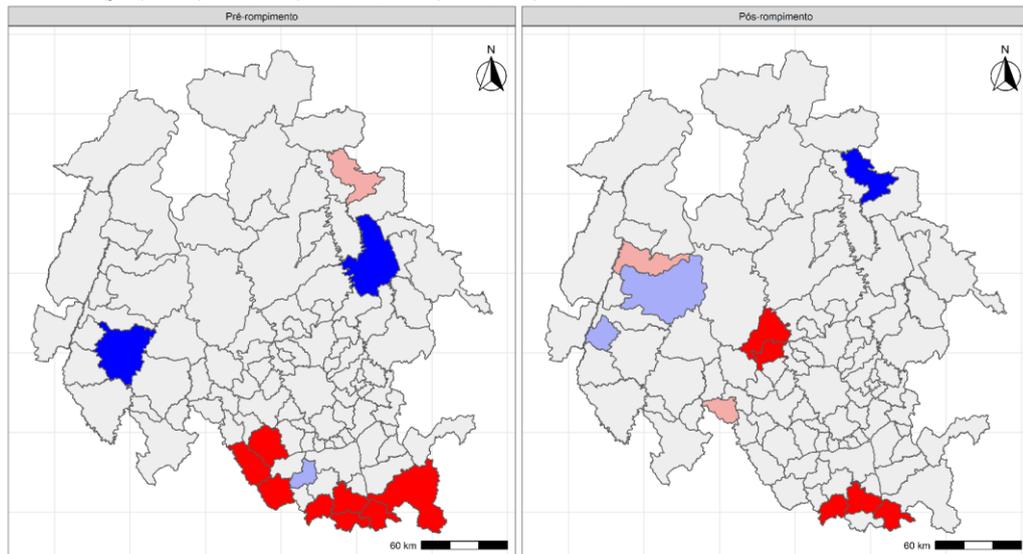
(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo IX - População Geral



Taxa Padronizada (100mil hab.) 0 a 56,99 57,00 a 91,69 91,70 a 119,16 Mais de 119,17

(b)

Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo IX - Doenças do aparelho circulatório
Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0.176, p-valor = 0.002; Pós-rompimento = -0.02, p-valor = 0.561



Taxa de Mortalidade Padronizada alto-alto baixo-baixo baixo-alto alto-baixo nao_sig

Figura 41 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” selecionadas para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



O índice de Moran Global indicou haver correlação espacial para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” no período pré-rompimento ($I=0,176$; $p=0,002$). Já no ano pós-rompimento, não houve correlação espacial para as taxas de mortalidade padronizadas ($I=0,02$; $p=0,561$). Na Figura 41 (b), foram observados dois *clusters* no período pré-rompimento, indicando haver municípios e seus vizinhos com taxas elevadas de mortalidade na região sul, formado por Ouro Preto, Congonhas, Jeceaba, Belo Vale e Piedade dos Gerais, e na região sudoeste, formado pelos municípios Itaguara, Carmo do Cajuru e Itaúna. No período pós-rompimento, não foi observada a formação de *clusters*, apesar de alguns municípios apresentarem Índices de Moran Local significantes, como Congonhas, Belo Vale, Piedade dos Gerais, Papagaios e Maravilhas.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório”, o modelo de melhor ajuste compreendeu apenas um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios), e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” foi de 1,24 (1,20-1,27), logo, a SMR por este agravo aumentou em 24% após o rompimento em toda a região.

A Figura 42 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Corinto, São Gotardo, Luz, Dolores do Indaiá, Santo Antônio do Monte, Carmo do Cajuru, Pará de Minas, Congonhas, Matozinhos, Pedro Leopoldo e Vespasiano.



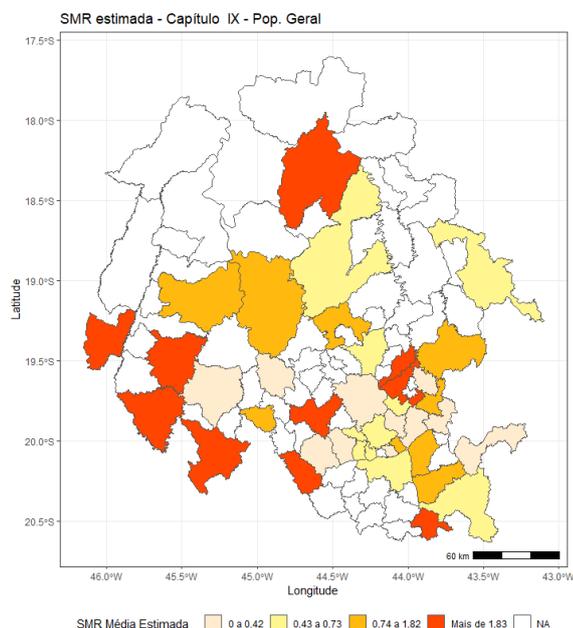


Figura 42 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

11.5. Doenças do aparelho respiratório (Capítulo X)

Na Figura 43, são mostrados os mapas das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório”. Nesta Figura, observa-se que as taxas de mortalidade padronizadas para este conjunto de causas são heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 44, são indicadas as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas e Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório”.



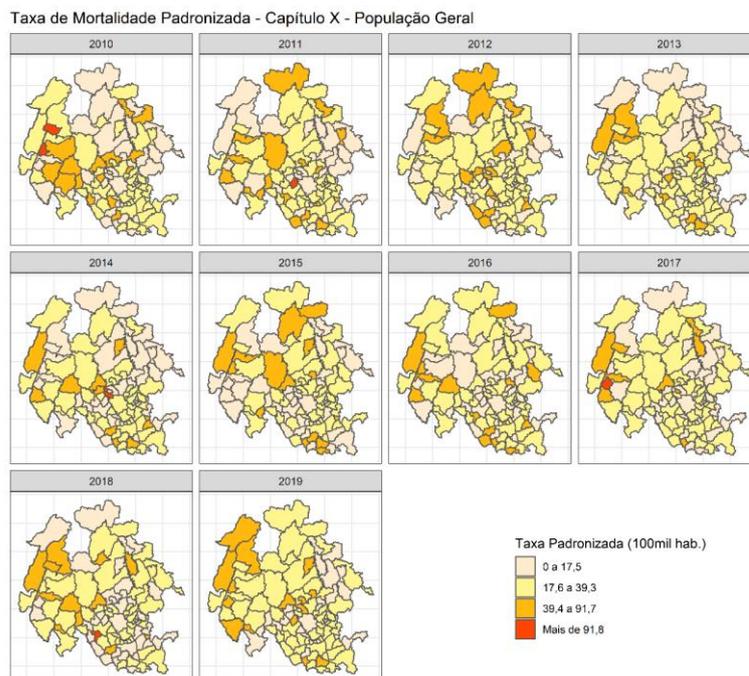


Figura 43 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

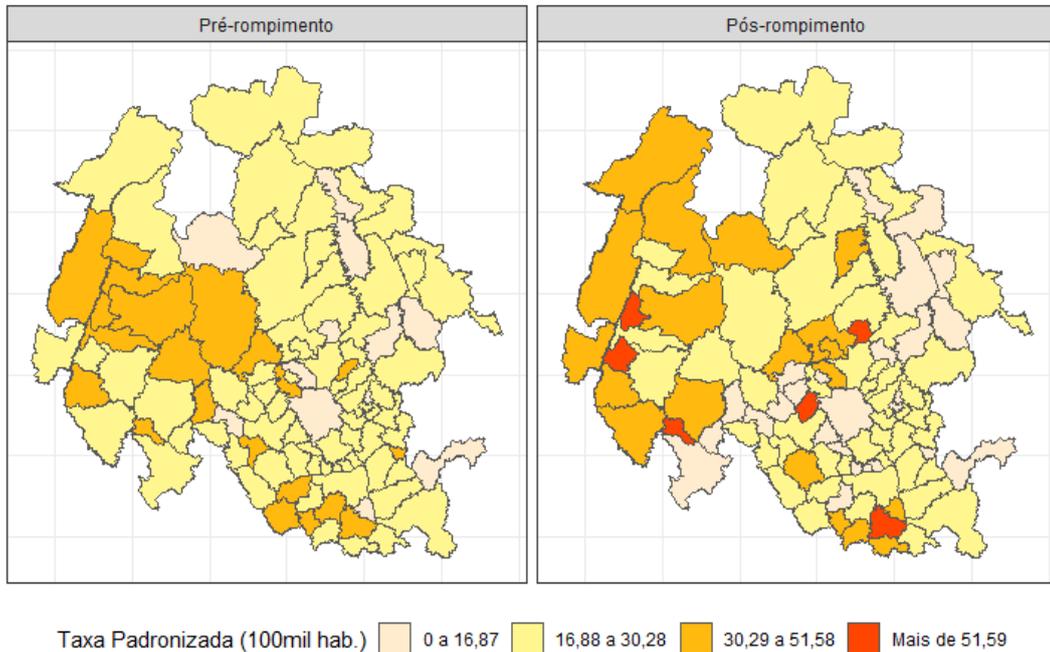
Na Figura 44(a) observa-se que não houve municípios com taxas de mortalidade médias padronizadas elevadas (em vermelho) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X no período pré-rompimento. Já no ano pós-rompimento, o município diretamente afetado, São José da Varginha, apresentou taxa de mortalidade padronizada elevada. Também, os municípios Araçai (vizinho de 1ª ordem), Belo Vale (vizinho de 1ª ordem), Cedro do Abaeté (vizinho de 2ª ordem), Moema (vizinho de 2ª ordem) e Serra da Saudade (vizinho de 2ª ordem) apresentaram taxas de mortalidade elevadas no ano pós-rompimento.

O Índice de Moran Global indicou haver correlação espacial para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” no período pré-rompimento ($I=0,188$; $p=0,001$) e no período pós-rompimento ($I=0,168$; $p=0,002$). Na Figura 44 (b), observa-se que, no período pré-rompimento, houve um *cluster* de municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade média padronizadas elevadas na região noroeste, formado pelos municípios Martinho Campos, Abaeté, Quartel Geral, Cedro do Abaeté, Paineiras, Biquinhas e Tiros. Nesse mesmo período, foi observado um outro *cluster* de municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade média padronizadas baixas na região nordeste, composta por Inimutaba, Presidente Juscelino,



Santana de Pirapama, Congonhas do Norte, Gouveia, Santana do Riacho, Jaboticatubas, Baldim, Jequitibá e Cordisburgo. No ano pós-rompimento, houve manutenção desses *clusters* mencionados, porém com diminuição considerável do número de municípios que os compunham.

(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo X - População Geral



(b) Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo X - Doenças do aparelho respiratório

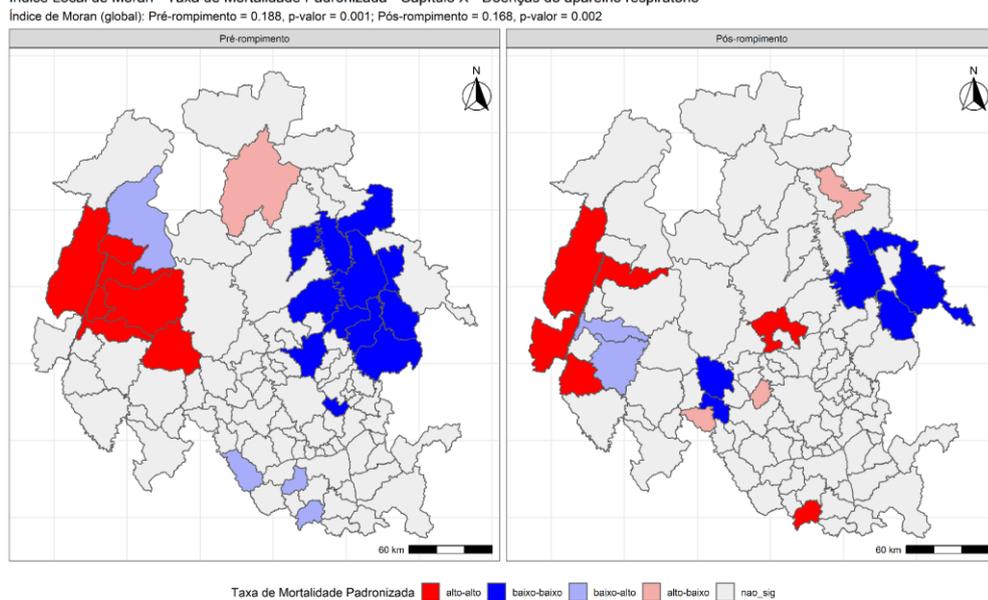


Figura 44 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório”, o modelo de melhor ajuste compreendeu apenas um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios) e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório” foi de 1,24 (1,18-1,31), logo, a SMR por este agravo aumentou em 24% após o rompimento em toda a região.

A Figura 45 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Pará de Minas, Corinto, Abaeté, Dolores do Indaiá, Matozinhos, Pedro Leopoldo, São Gotardo, Luz, Santo Antônio do Monte, Carmo do Cajuru e Congonhas.

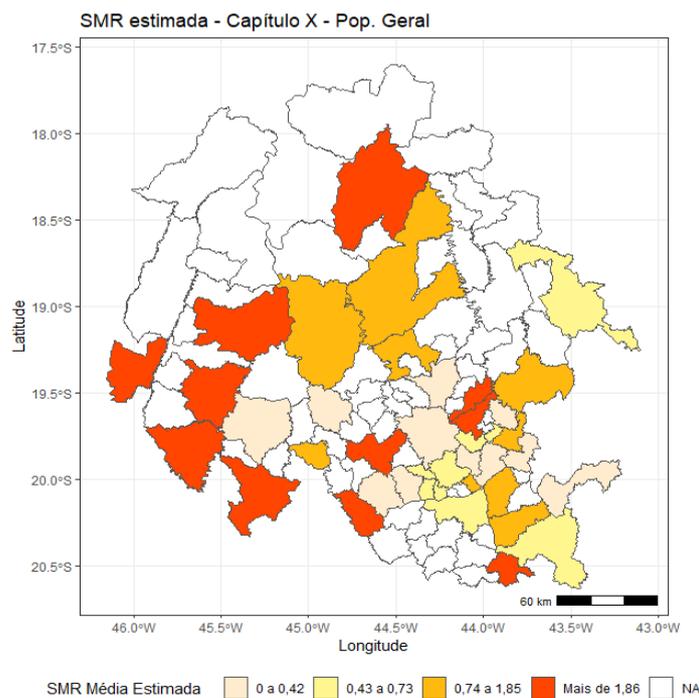


Figura 45 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR>1)>0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



11.6. Doenças da pele e do tecido subcutâneo (Capítulo XII)

Na Figura 46, são mostradas as taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo”. Na Figura 46, observa-se que as taxas de mortalidade padronizadas para este conjunto de causas são heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 47, é indicado o mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas e Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII.

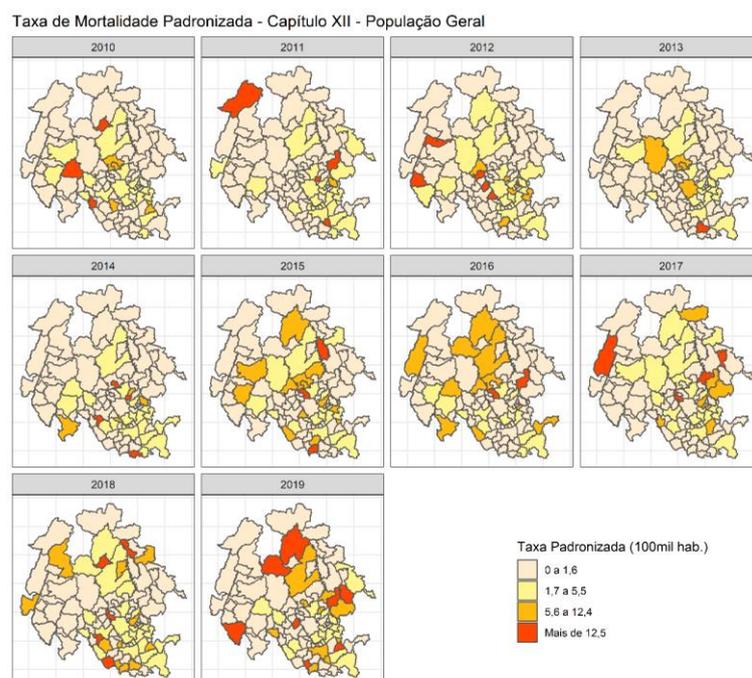


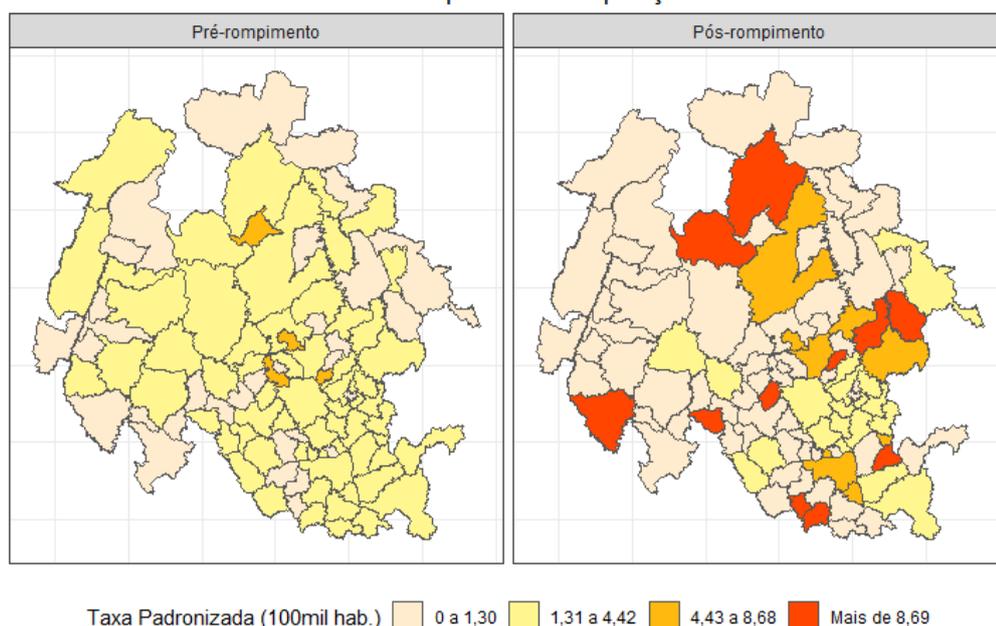
Figura 46 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 47(a) observa-se que não houve municípios com taxas de mortalidade médias padronizadas elevadas (em vermelho) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” no período pré-rompimento. Já no ano pós-rompimento, o município diretamente afetado, São José da Varginha, apresentou taxa de mortalidade elevada (em vermelho). Também, os municípios Baldim (vizinho de 2ª ordem),



Corinto (vizinho de 1ª ordem), Crucilândia (vizinho de 2ª ordem), Felixlândia (vizinho de 1ª ordem), Luz (vizinho de 2ª ordem), Nova Serrana (vizinho de 2ª ordem), Piedade dos Gerais (vizinho de 2ª ordem), Prudente de Moraes (vizinho de 2ª ordem), Rio Acima (vizinho de 2ª ordem) e Santana do Riacho (vizinho de 2ª ordem), apresentaram taxas de mortalidade elevadas no ano pós-rompimento.

(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo XII - População Geral



(b) Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo XII - Doenças da pele e do tecido subcutâneo
Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0.104, p-valor = 0.034; Pós-rompimento = 0.011, p-valor = 0.367

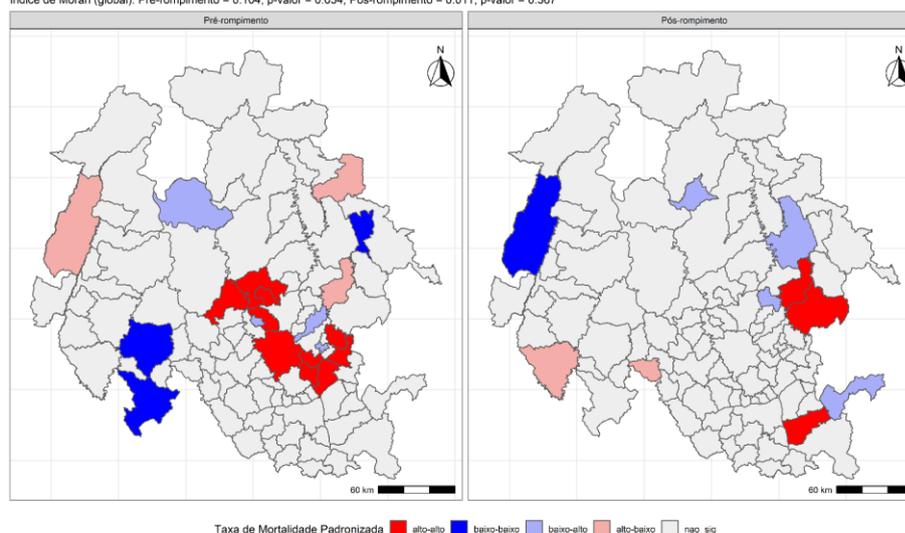


Figura 47 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



O Índice de Moran Global indicou haver correlação espacial para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” no período pré-rompimento ($I=0,104$; $p=0,034$), mas não para o ano pós-rompimento ($I=0,011$; $p=0,367$). Na Figura 47 (b), observa-se que, no período pré-rompimento, houve um *cluster* de municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade média padronizadas elevadas na região central, abrangendo os municípios Santa Luzia, Lagoa Santa, Belo Horizonte, Ribeirão das Neves, Esmeraldas, Inhaúma, Caetanópolis, Paraopeba e Papagaios. No ano pós-rompimento, não foram observados *clusters*, embora alguns municípios tenham apresentado Índices de Moran Local estatisticamente significantes, como Jaboticatubas e Baldim.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo”, o modelo de melhor ajuste compreendeu um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios), e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo” foi de 1,20 (1,04-1,39), logo, a SMR por este agravo aumentou em 20% após o rompimento em toda a região.

A Figura 48 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Esmeraldas e Contagem.



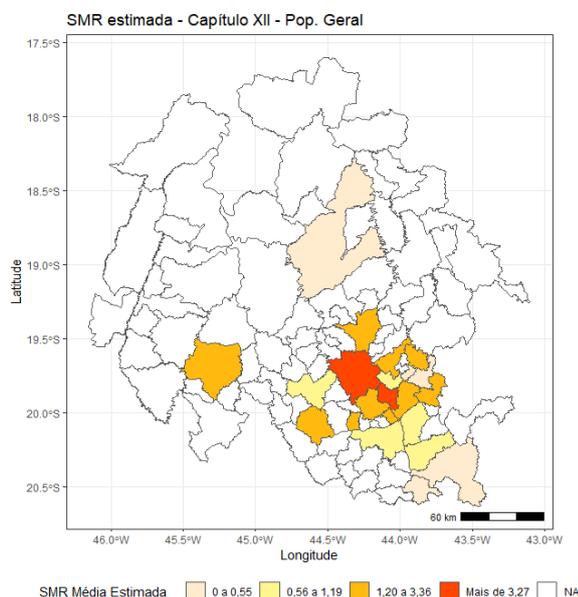


Figura 48 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

11.7. Doenças do aparelho geniturinário (Capítulo XIV)

Na Figura 49, são mostrados os mapas das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário”. Assim como nos anteriores, observa-se que as taxas de mortalidade padronizadas são heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 50, é indicado o mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas e Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV.



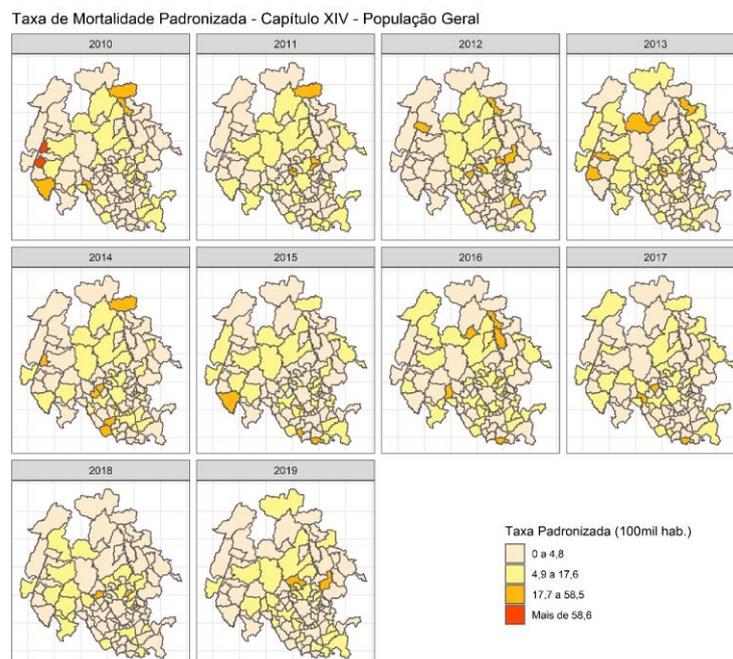


Figura 49 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 50 (a), observa-se que nenhum município tinha taxas de mortalidade padronizadas consideradas com sendo muito altas no período pré-rompimento. No pós-rompimento, vê-se que as cidades de Baldim (vizinho de 2ª ordem), Paraopeba (diretamente afetado), Conceição do Pará (vizinho de 1ª ordem) e Confins (vizinho de 2ª ordem) possuem taxas de mortalidade muito altas. Na Figura 50 (b), observa-se que o Índice de correlação de Moran I não foi estatisticamente significativo ($p > 0,1$) tanto no período pré-rompimento quanto no ano pós-rompimento.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário”, o modelo de melhor ajuste compreendeu um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios), e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” foi de 1,22 (1,07-1,39), logo, a SMR por este agravo aumentou em 22% após o rompimento em toda a região.



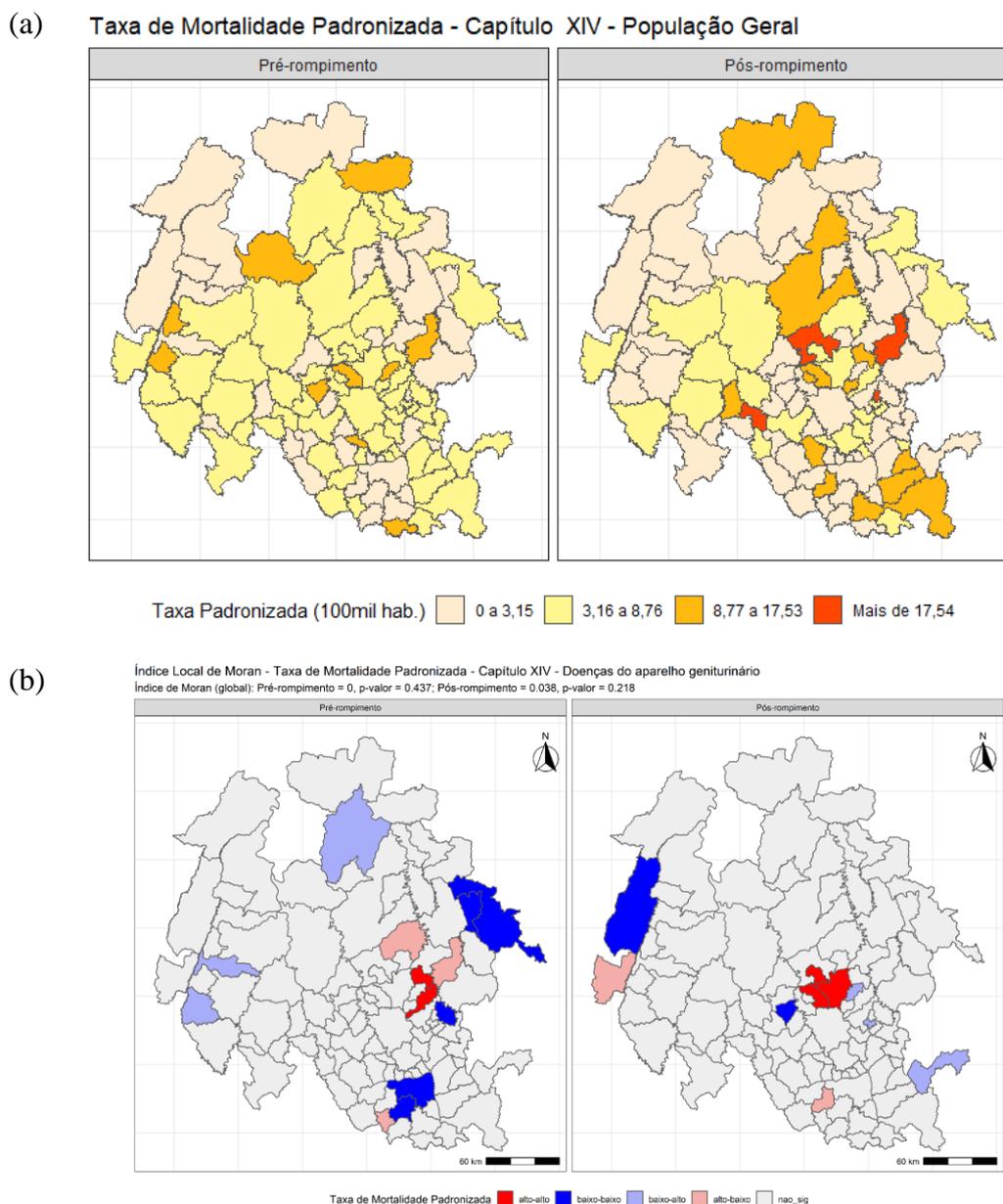


Figura 50 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Tainãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 51 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de



municípios, sendo eles: Esmeraldas, Corinto, Dores do Indaiá, Pedro Leopoldo, Belo Horizonte, Santa Luzia, Sabará, Ouro Preto e Congonhas.

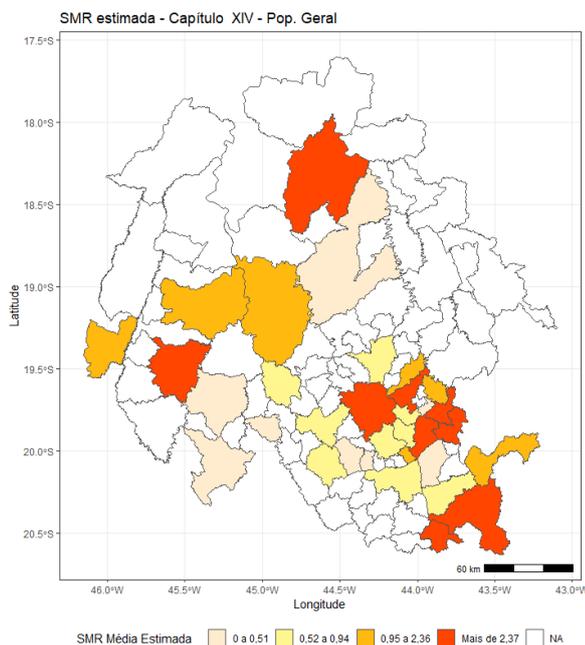


Figura 51 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

11.8. Algumas afecções originadas no período perinatal (Capítulo XVI)

Na Figura 52, são mostrados os mapas das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”. Assim como nos anteriores, observa-se que as taxas de mortalidade padronizadas são heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período.



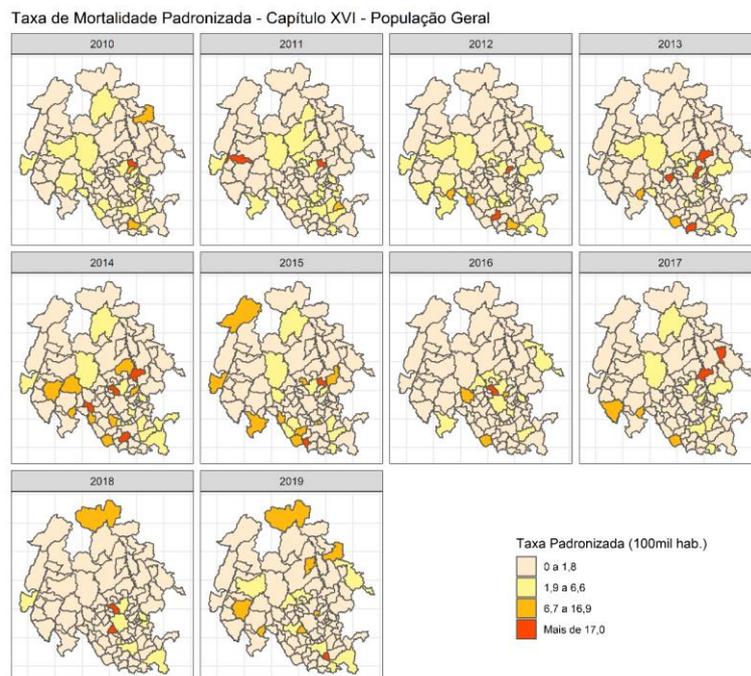
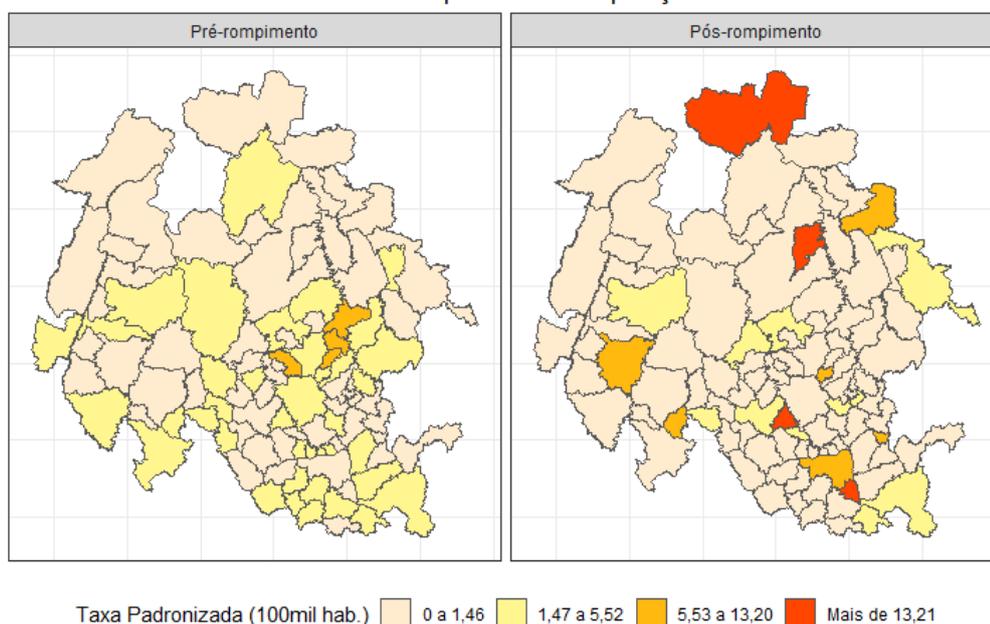


Figura 52 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Tainãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 53, ressaltamos as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas e Índices de Moran Local nos períodos pré- e pós-rompimento para o capítulo XVI. Na Figura 53 (a), verifica-se que nenhum município tinha taxas de mortalidade padronizadas consideradas com sendo muito altas no período pré-rompimento. No ano pós-rompimento, observa-se que as cidades de Lassance (vizinho de 2ª ordem), Inimutaba (vizinho de 2ª ordem), Florestal (diretamente afetado) e Moeda (vizinho de 1ª ordem) possuíam taxas de mortalidade muito altas. Na Figura 53 (b), verifica-se que o Índice de Moran Local não foi estatisticamente significativo ($p > 0,1$) no ano pós-rompimento. No pré-rompimento, tem-se uma correlação estatisticamente significativa, porém baixa ($I=0,16$; $p=0,002$), com a formação de dois *clusters*. O primeiro, formado por municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade altas e composto pelos municípios Sete Lagoas, Funilândia, Prudente de Morais, Capim Branco e Matozinhos. O outro *cluster*, com municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade baixas, era composto pelos municípios Curvelo, Presidente Juscelino, Monjolos e Gouveia.

(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo XVI - População Geral



(b)

Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo XVI - Algumas afecções originadas no período perinatal
 Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0.16, p-valor = 0.002; Pós-rompimento = -0.034, p-valor = 0.655

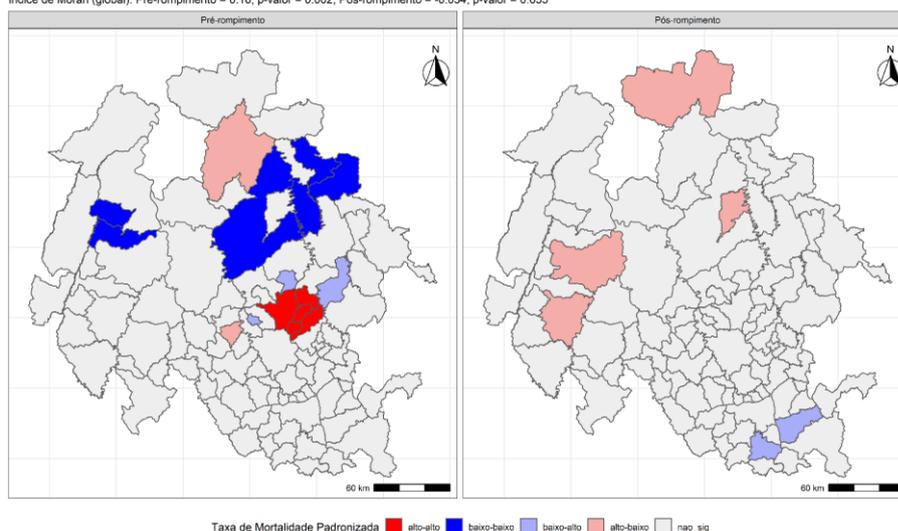


Figura 53 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”, o modelo de melhor ajuste compreendeu um termo espacial não estruturado (taxas com variação entre municípios vizinhos), e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a



mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal” foi de 0,98 (0,73-1,27), logo não houve efeito do rompimento sobre a mortalidade por este agravo na região.

A Figura 54 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Esmeraldas, Betim, Igarapé, Contagem, Ribeirão das Neves, Itabirito, Nova Serrana e São Gotardo.

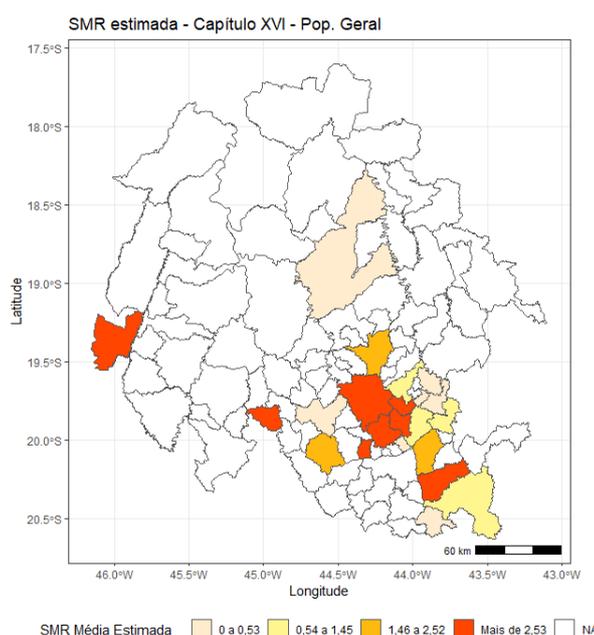


Figura 54 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

11.9. Causas externas de morbidade e mortalidade (Capítulo XX)

Na Figura 55, são mostradas as taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para causas selecionadas e agrupadas no



Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade”. Assim como nos anteriores, observa-se que as taxas de mortalidade padronizadas são heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré- e pós-rompimento e Índices de Moran Local para este mesmo grupo de causas são mostradas na Figura 56.

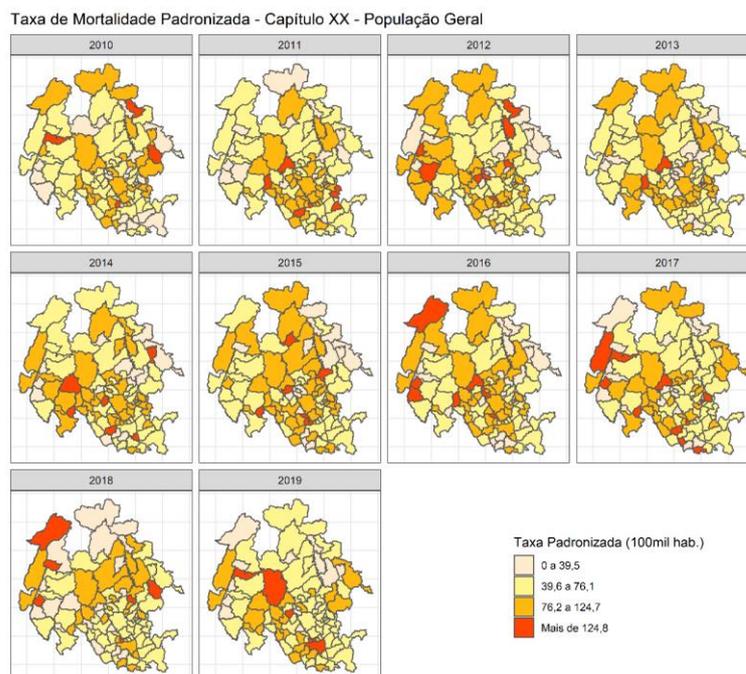
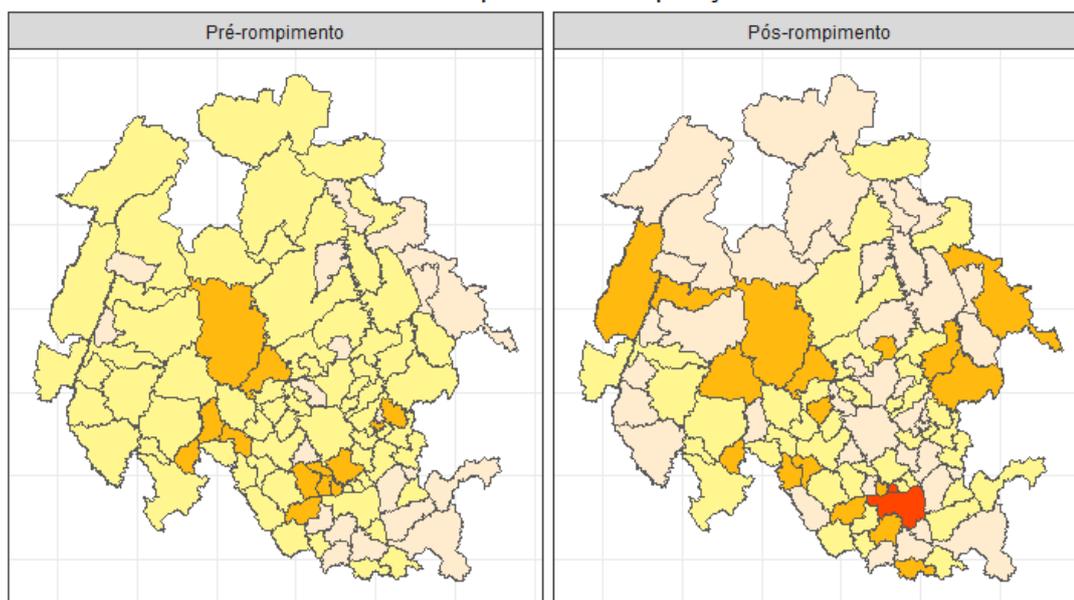


Figura 55 – Mapa das taxas observadas de mortalidade anual padronizadas para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 56 (a) evidencia taxas de mortalidade mais elevadas (em vermelho) por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade” para a população geral no ano pós-rompimento nos municípios de Brumadinho e São Joaquim de Bicas (diretamente afetados).



(a) Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo XX - População Geral



Taxa Padronizada (100mil hab.) 0 a 55,18 55,19 a 88,58 88,59 a 151,66 Mais de 151,67

(b) Índice Local de Moran - Taxa de Mortalidade Padronizada - Capítulo XX - Causas externas de morbidade e mortalidade
Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0,171, p-valor = 0,002; Pós-rompimento = 0,149, p-valor = 0,002

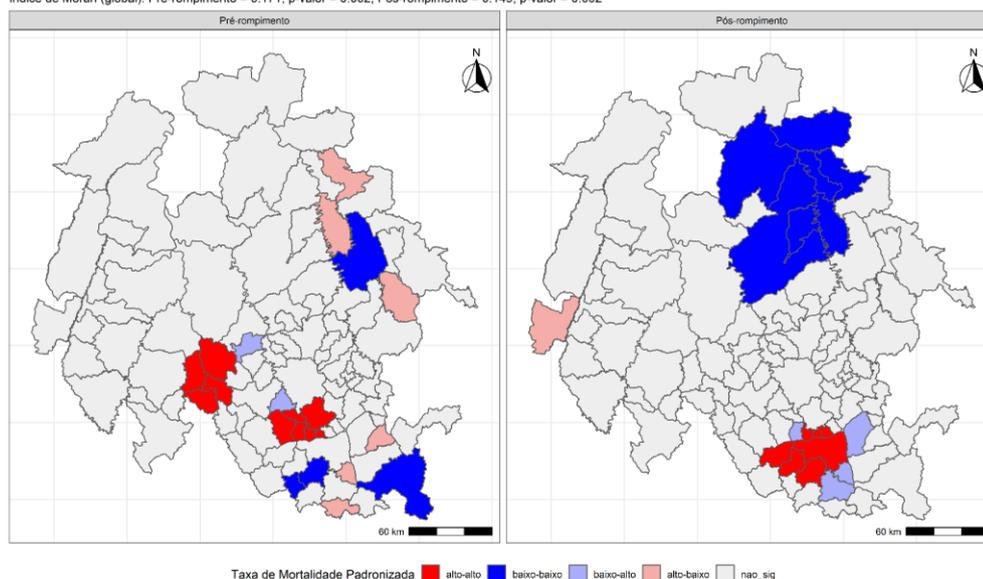


Figura 56 – Mapa das taxas médias observadas de mortalidade padronizadas (a) e Índices de Moran Local (b) para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

O índice de Moran Global para as taxas médias observadas de mortalidade padronizadas no período pré-rompimento foi de 0,171 (p=0,002) e no período pós-rompimento foi de 0,149 (p=0,002). Na Figura 56 (b) podem ser observados dois *clusters* no período pré-rompimento,



ambos formados por municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade altas. O primeiro, localizado a Oeste, abrange os municípios de Nova Serrana, Conceição do Pará, Leandro Ferreira e Pitangui. O segundo, localizado ao centro da região de estudo, é formado por Betim, Mateus Leme, Juatuba, Igarapé, São Joaquim de Bicas e Mário Campos. No período pós-rompimento, também há formação de dois *clusters*. Ao Norte, formou-se um cluster baixo-baixo com os municípios Corinto, Augusto de Lima, Monjolos, Santo Hipólito, Curvelo, Inimutaba e Presidente Juscelino. Ao Sul, formou-se um cluster alto-alto com os municípios de Brumadinho, Sarzedo, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Bonfim, Rio Manso e Itatiaiuçu.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade”, o modelo de melhor ajuste compreendeu um termo espacial não estruturado (taxas heterogêneas entre municípios), e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade” foi de 1,08 (1,05-1,12), logo, a SMR por este agravo aumentou em 8% após o rompimento em toda a região.

A Figura 57 mostra as SMR médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a SMR seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à média da região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram SMR diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores no SMR em comparação ao total de municípios, sendo eles: Curvelo, Pompéu, Nova Serrana, Carmo do Cajuru, São Joaquim de Bicas, Ibirité, Contagem, Matozinhos, Pedro Leopoldo e São José da Lapa.



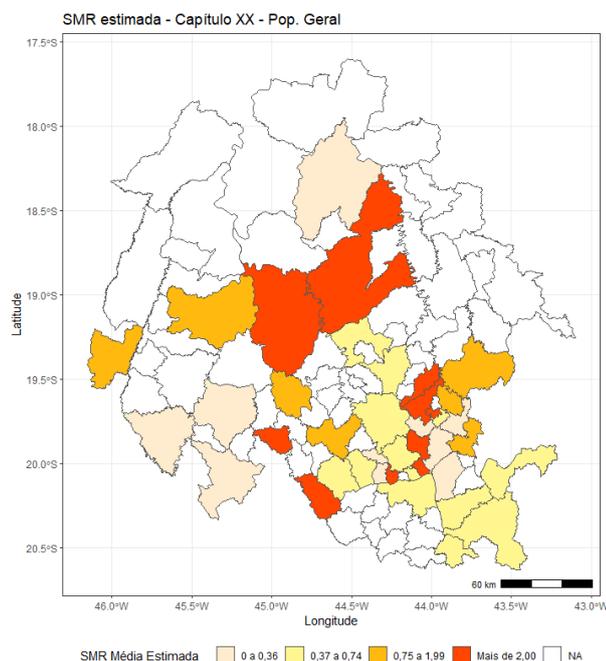


Figura 57 – Mapa das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(SMR > 1) > 0,80)$) para a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas no Capítulo XX “Causas externas de morbidade e mortalidade”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

12. Análise espacial para taxa de internação hospitalar por causas selecionadas específicas e agrupadas nos capítulos da CID-10

Nesta seção, são apresentados: i) mapas com valores observados das taxas de internação hospitalar segundo diagnósticos principais selecionados e agrupados por capítulos da CID- 10 correspondentes ou diagnósticos principais específicos para a população total para os anos compreendidos entre 2010 e 2019; ii) mapas com valores observados das taxas médias no período pré- e pós-rompimento para a população geral nos municípios avaliados; iii) mapas com Índices de Moran Local para a população geral dos municípios avaliados; e iv) mapas com resultados dos modelos CAR com valores de Razão de Taxas (RT) de cada município em relação à RT da região de estudo.



12.1. Doenças do Aparelho Geniturinário (Capítulo XIV)

Na Figura 58, são mostradas as taxas anuais de internação hospitalar observadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário”. Assim como nos anteriores, observa-se que as taxas foram heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 59, foram indicadas as taxas médias de internação hospitalar observadas e Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV.

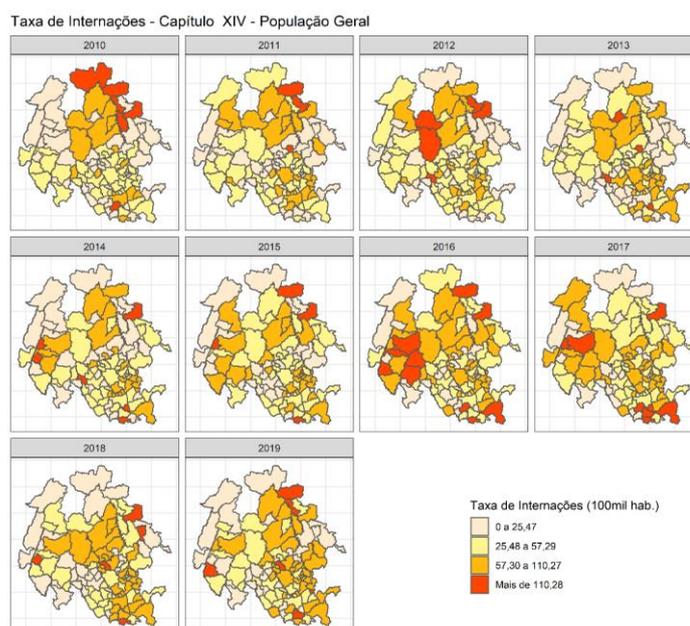


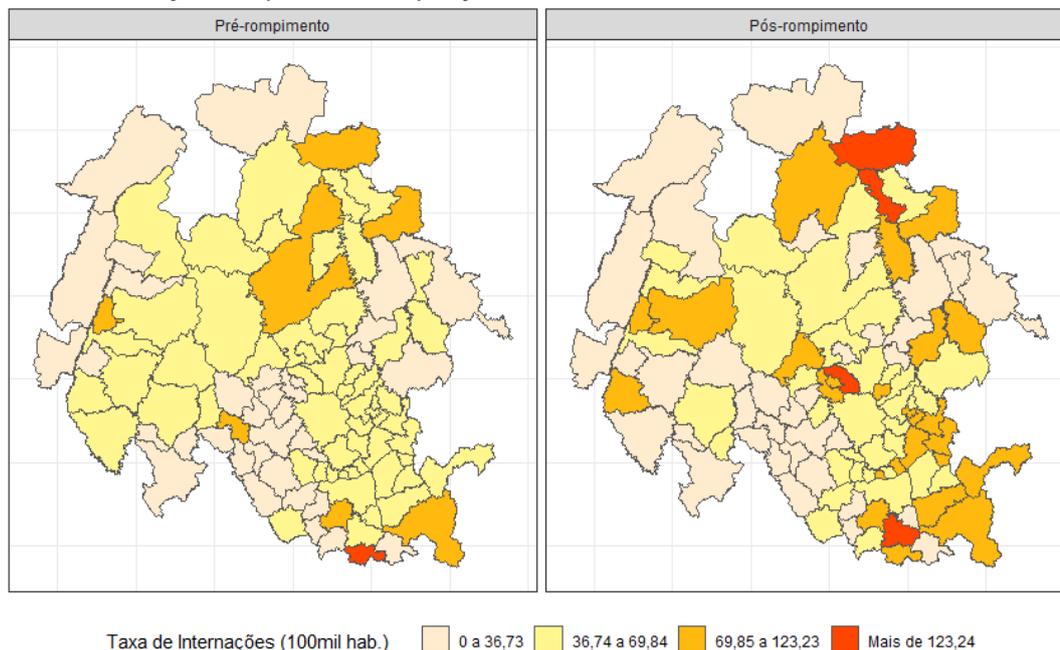
Figura 58 – Mapa das taxas anuais de internação por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 59 (a) observa-se que, no ano pós-rompimento, os municípios Augusto de Lima (vizinho de 2ª ordem), Santo Hipólito (vizinho de 1ª ordem), Inhaúma (vizinho de 1ª ordem) e Belo Vale (vizinho de 1ª ordem) apresentaram taxas de internação elevadas. Na Figura 59 (b), observa-se que o Índice de correlação de Moran I foi estatisticamente significativo apenas no ano pós-rompimento ($I = 0,167$; $p = 0,002$), sendo observada a formação de um *cluster* de



municípios e seus vizinhos com taxas de internação baixas, composto por São Gonçalo do Pará, Conceição do Pará e Pará de Minas.

(a) Taxa de Internações - Capítulo XIV - População Geral



(b)

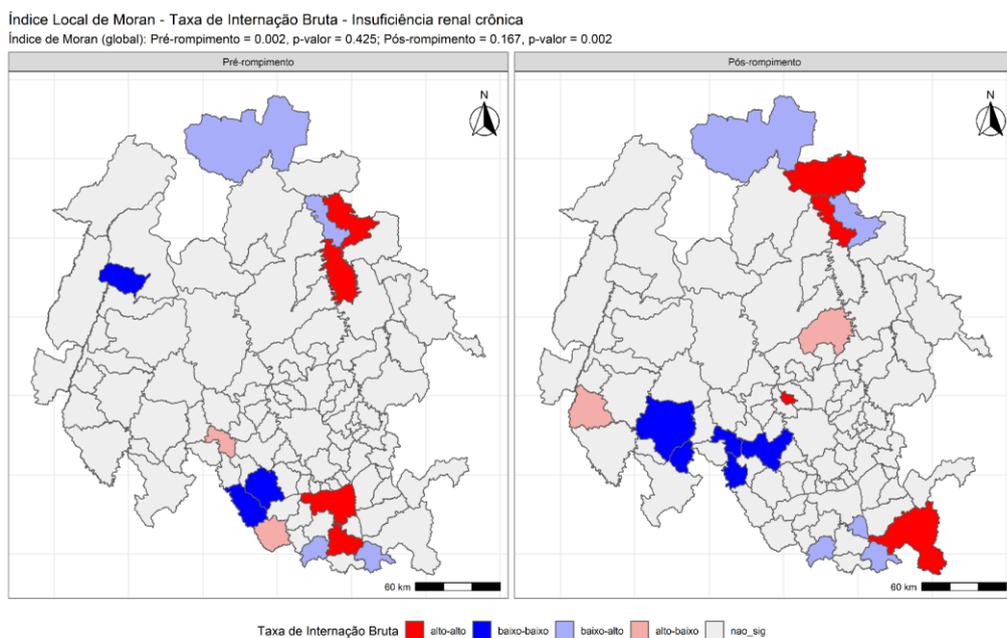


Figura 59 – Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



Quanto aos modelos espaciais ajustados para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário”, o modelo de melhor ajuste compreendeu um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios), um termo de interação espaço-tempo (efeito adicional no risco após o rompimento) e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre internações por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” foi de 1,10 (1,03-1,17), logo, a Razão de Taxas (RT) média estimada por este agravo aumentou em 10% após o rompimento em toda a região.

Figura 60 (esquerda) mostra as RT médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. À direita está o mapa com as RT adicionais estatisticamente significantes no pós-rompimento. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT diferente da região de estudo. Em laranja, estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativamente maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: Abaeté, Quartel Geral, Santo Hipólito, Paraopeba, Cachoeira da Prata, Esmeraldas, Confins, São José da Lapa, Vespasiano, Belo Horizonte, Sabará, Jeceaba e Belo Vale.



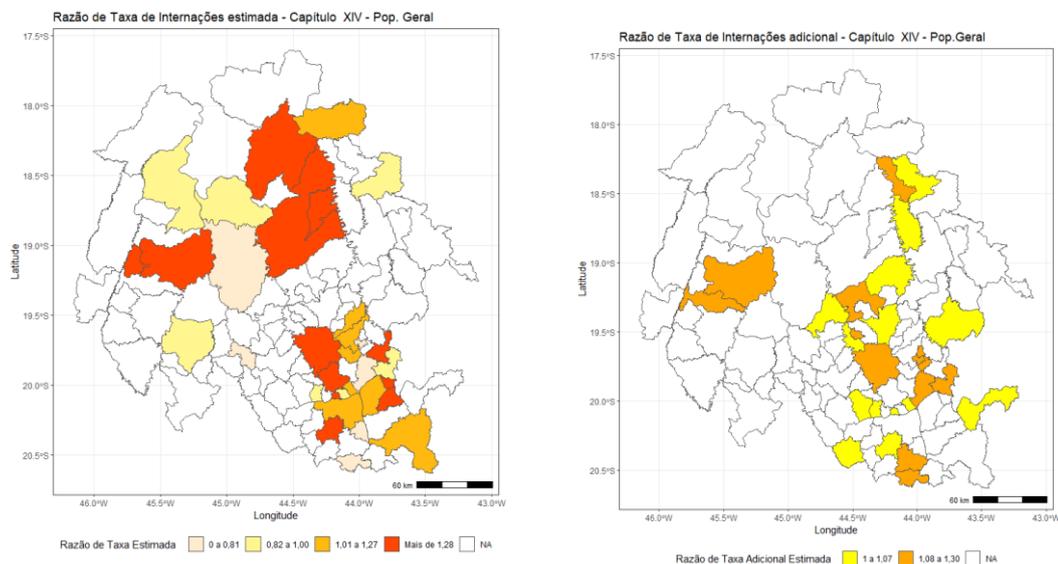


Figura 60 – Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT > 1)) > 0,80$) para internações por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário” (esquerda) e RT adicional estatisticamente significativa após o rompimento (direita). Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

12.2. Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas (Capítulo XIX)

Na Figura 61, são mostradas as taxas anuais de internação hospitalar observadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas”. Assim como nos anteriores, observa-se que as taxas foram heterogêneas no espaço e ao longo do tempo para cada um dos municípios estudados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 62, foram indicadas as taxas médias de internação hospitalar observadas e Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX.



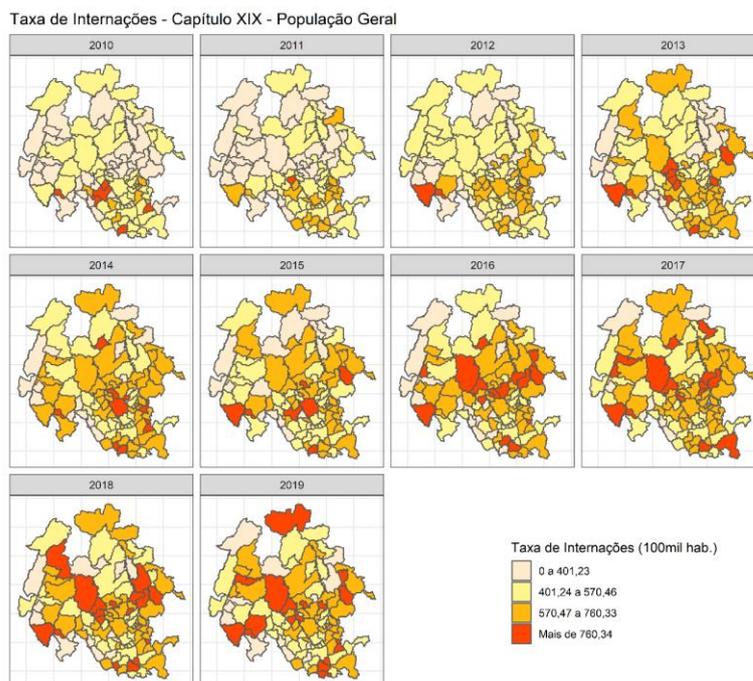
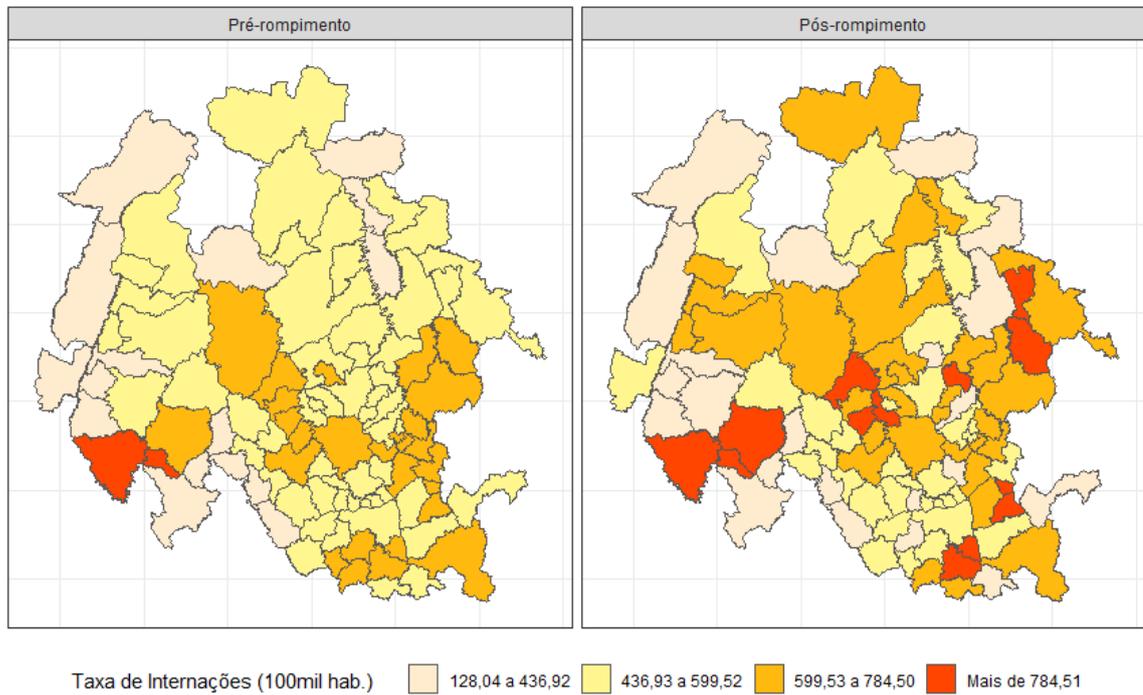


Figura 61 – Mapa das taxas anuais de internação por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 62 (a) observa-se que, no ano pós-rompimento, os seguintes municípios apresentaram taxas de mortalidade elevadas (vermelho): Luz (vizinho de 2ª ordem), Moema (vizinho de 2ª ordem), Bom Despacho (vizinho de 1ª ordem), Papagaios (diretamente afetado), Pequi (diretamente afetado), Fortuna de Minas (diretamente afetado), Funilândia (vizinho de 2ª ordem), Santana do Riacho (vizinho de 2ª ordem), Congonhas do Norte (vizinho de 2ª ordem), Raposos (vizinho de 2ª ordem), Rio Acima (vizinho de 2ª ordem), Moeda (vizinho de 1ª ordem) e Belo Vale (vizinho de 1ª ordem).



(a) Taxa de Internações Capítulo XIX - População Geral



(b) Índice Local de Moran - Taxa de Internações - Capítulo XIX
 Índice de Moran (global): Pré-rompimento = 0,359, p-valor = 0; Pós-rompimento = 0,2, p-valor = 0

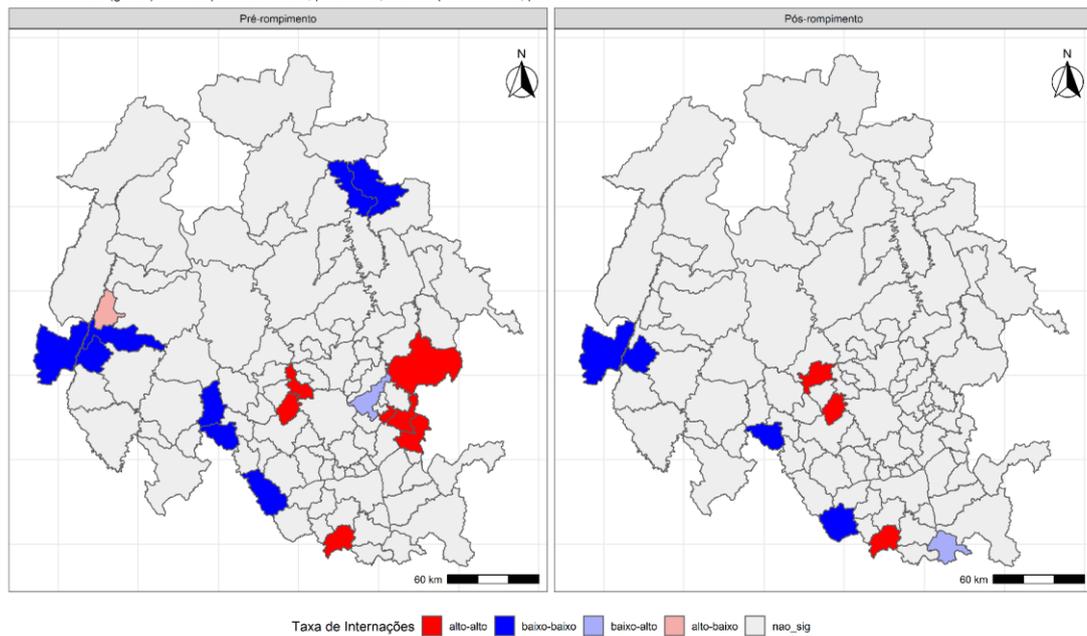


Figura 62 – Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



Na Figura 62 (b), observa-se que o Índice de correlação de Moran I foi estatisticamente significativo no período pré-rompimento ($I = 0,359$; $p < 0,001$) e no ano pós-rompimento ($I = 0,200$; $p < 0,001$). No entanto, observou-se formação de *clusters* apenas no período pré-rompimento. Um deles era formado por municípios e seus vizinhos com taxas de mortalidade baixas, composto pelos municípios Quartel Geral, Serra da Saudade e São Gotardo. O outro, formado por municípios e seus vizinhos com taxas altas, abrangia os municípios Jaboticatubas, Santa Luzia, Vespasiano e Sabará.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas”, o modelo de melhor ajuste compreendeu os dois termos espaciais, não estruturado (taxas variam entre municípios) e estruturado (taxas vizinhas similares), um termo de interação espaço-tempo (efeito adicional no risco após o rompimento) e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” foi de 1,04 (1,02-1,06), logo, a Razão de Taxas (RT) média estimada por este agravo aumentou em 4% após o rompimento em toda a região.

A Figura 63 (esquerda) mostra as RT médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. À direita está o mapa com as RT adicionais estatisticamente significantes no pós-rompimento. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT diferente da região de estudo. Em laranja, estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativas maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: Luz, São Gotardo, Abaeté, Nova Serrana, Esmeraldas, Capim Branco, Prudente de Moraes, Jequitibá, Congonhas do Norte, Mário Campos, Nova Lima e Raposos.



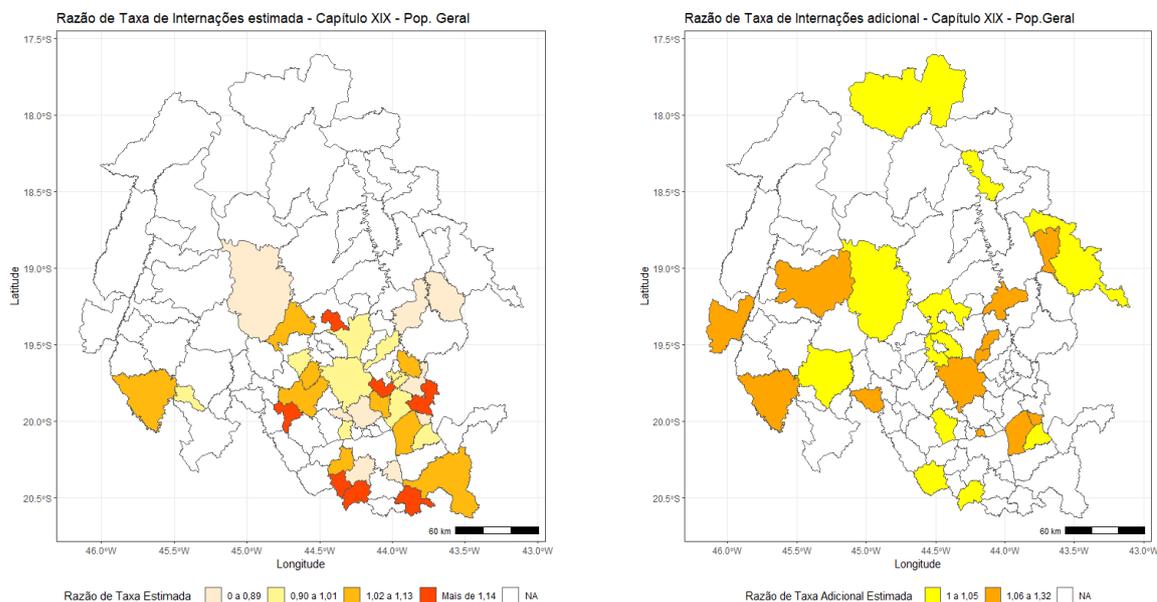


Figura 63 – Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT > 1) > 0,80)$) para internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas” (esquerda) e risco adicional significativo após o rompimento (direita). Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

12.3. Leishmaniose Tegumentar Americana

Na Figura 64, foram mostradas as taxas anuais de internação observadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para “Leishmaniose Tegumentar Americana”. Evidencia-se uma distribuição heterogênea das taxas de internação por esta causa no espaço e tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agrupadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais das taxas médias de internação observadas no período pré- e pós-rompimento e Índices de Moran Local para esta mesma causa de internação são mostradas na Figura 65.



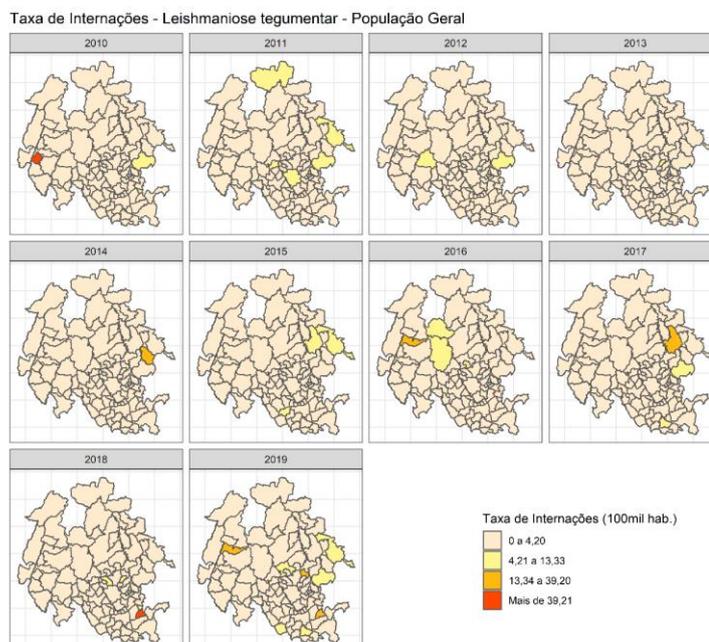


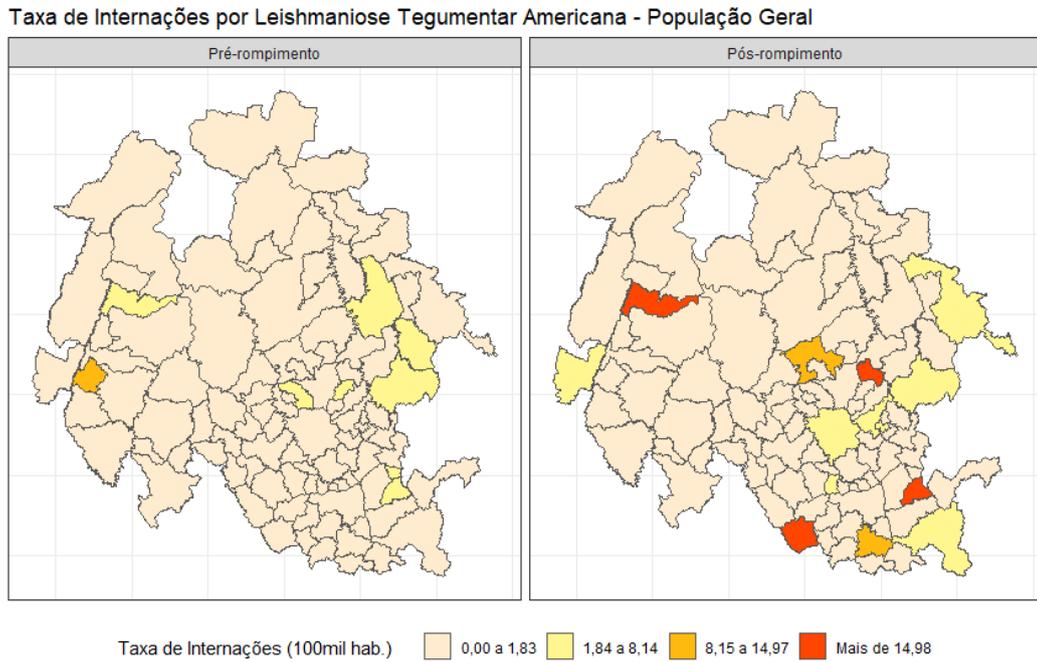
Figura 64 – Mapa das taxas anuais de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 65 (a) evidencia taxas de internação hospitalar por “Leishmaniose Tegumentar Americana” mais elevadas (em vermelho) para a população geral no ano pós-rompimento nos municípios de Paineiras (vizinho de 1ª ordem), Funilândia (vizinho de 2ª ordem), Rio Acima (vizinho de 2ª ordem) e Itaguara (vizinho de 2ª ordem). O índice de Moran Global para as taxas médias observadas de internação no período pré-rompimento foi de -0,038 ($p=0,726$) e no período pós-rompimento foi de -0,083 ($p=0,901$). Na Figura 65 (b) não são observados *clusters* nos períodos pré- e pós-rompimento.

O modelo espacial de melhor ajuste para “Leishmaniose Tegumentar Americana” compreendeu a soma dos efeitos aleatórios espaciais não estruturados (taxas variam entre municípios) e estruturados (efeito de vizinhança). O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito de interação com o tempo, além do efeito aleatório temporal tiveram alta variabilidade e pouca contribuição para o ajuste, sendo retirados do modelo. Além disso, o modelo considerou o efeito global do rompimento (efeito fixo). O efeito médio global do rompimento na região sobre as internações por “Leishmaniose Tegumentar Americana” foi de 1,73 (1,24-2,32), logo a Razão de Taxas (RT) média estimada por este agravo aumentou em média em 73% após o rompimento em toda a região.



(a)



(b)

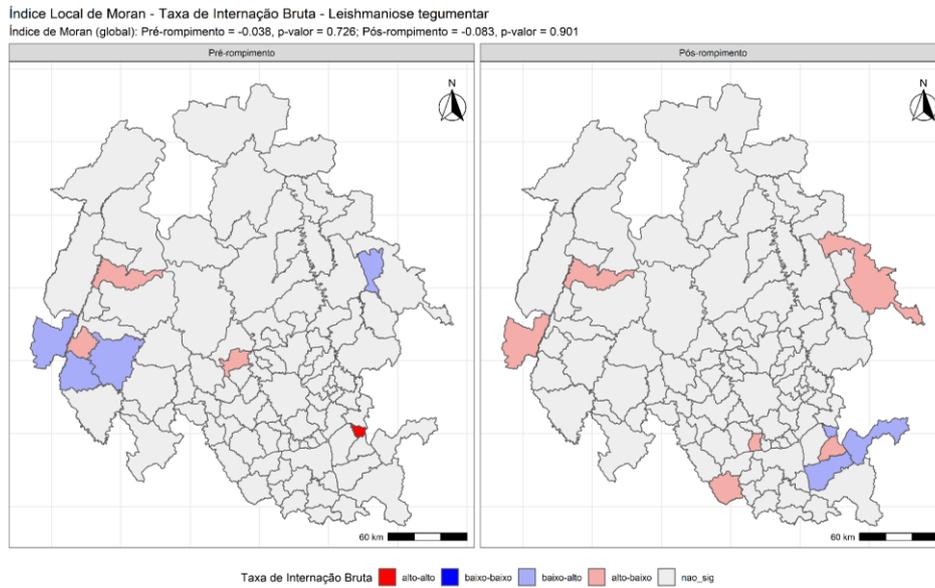


Figura 65 – Mapa das taxas médias de interação (a) e Índices de Moran Local (b) para “Leishmaniose Tegumentar Americana” para a população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



A Figura 66 mostra as Razões de Taxas médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80% (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT estatisticamente diferente da região de estudo. Em vermelho estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativamente maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: Santa Luzia e Pedro Leopoldo.

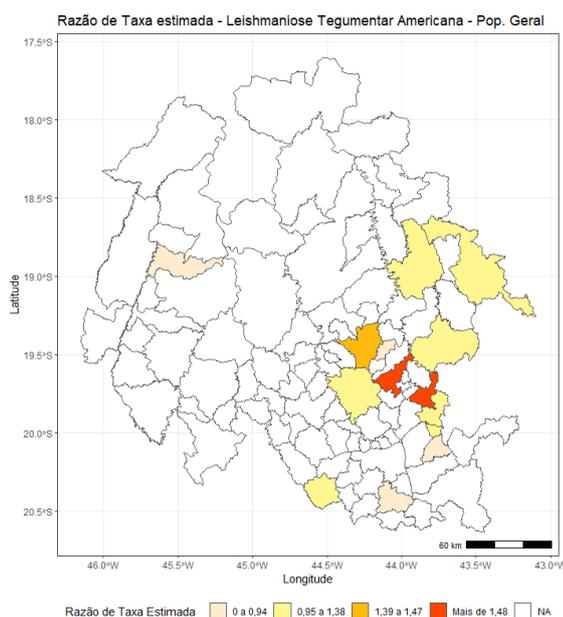


Figura 66 – Mapa das Razões de Taxas estimadas e estatisticamente significantes (($P(RT > 1) > 0,80$) por “Leishmaniose Tegumentar Americana”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

12.4. Dengue

Na Figura 67, foram mostradas as taxas anuais de internação hospitalar observadas para a população geral entre os anos de 2010 a 2019 para “Dengue”. Evidencia-se que a distribuição das taxas de internação foi heterogênea no espaço e tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas foram agregadas no período pré-rompimento de 2010 a 2018, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais das taxas médias de internação observadas no período pré- e pós-rompimento e Índices de Moran Local para esta mesma causa de internação foram mostradas na Figura 68.



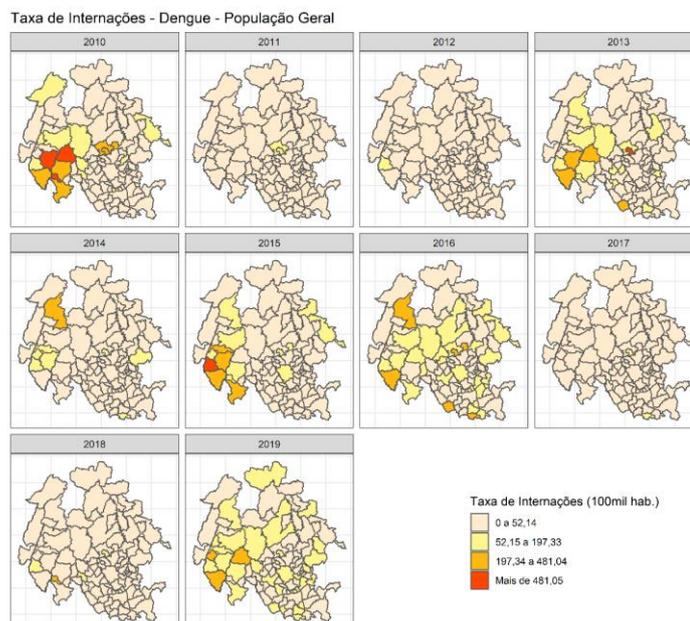


Figura 67 – Mapa das taxas anuais de internação hospitalar por “Dengue” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 68 (a) evidencia taxas de internação mais elevadas (em vermelho) por “Dengue” para a população geral no ano pós-rompimento nos municípios de Martinho Campos (diretamente afetado), Luz (vizinho de 2ª ordem) e Serra da Saudade (vizinho de 2ª ordem).

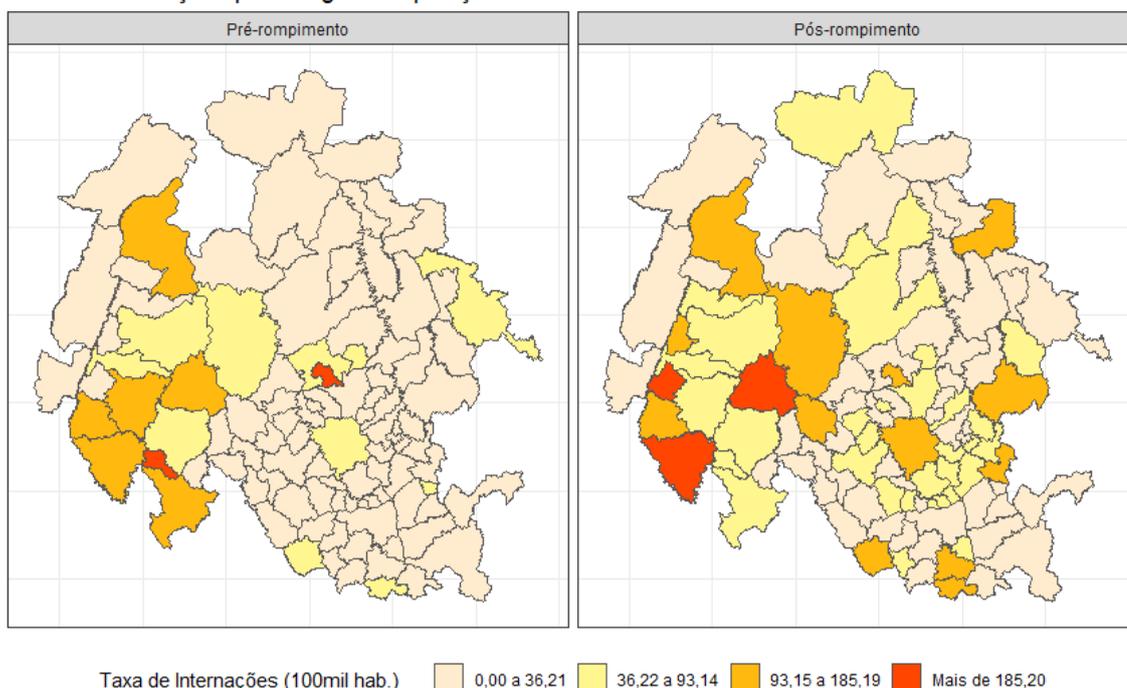
O índice de Moran Global para as taxas médias de internação no período pré-rompimento foi de 0,382 ($p < 0,001$) e no período pós-rompimento foi de 0,115 ($p = 0,021$). Na Figura 68 (b) pode ser observado um *cluster* no período pré-rompimento, formado por municípios que apresentaram taxas mais elevadas e com vizinhos com taxas elevadas a Oeste, compreendendo uma faixa limitada pelos municípios de Santo Antônio do Monte, Luz, Estrela do Indaiá, Serra da Saudade, Quartel Geral, Bom Despacho e Martinho Campos. Já no período pós-rompimento, também foi identificado um *cluster* na região Oeste, composto pelos municípios Pompéu, Abaeté, Quartel Geral, Dolores do Indaiá, Estrela do Indaiá e Bom Despacho.

Quanto aos modelos espaciais ajustados para “Dengue”, o modelo de melhor ajuste compreendeu um efeito aleatório com um termo espacial não estruturado (taxas variam entre municípios), um termo de interação espaço-tempo (efeito adicional no risco após o rompimento) e um efeito global do rompimento. O melhor modelo considerou a distribuição



de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre as internações por “Dengue” foi de 1,89 (1,66-2,13), logo, a Razão de Taxas (RT) média estimada por este agravo aumentou em média de 89% após o rompimento em toda a região.

(a) Taxa de Internações por Dengue - População Geral



(b)

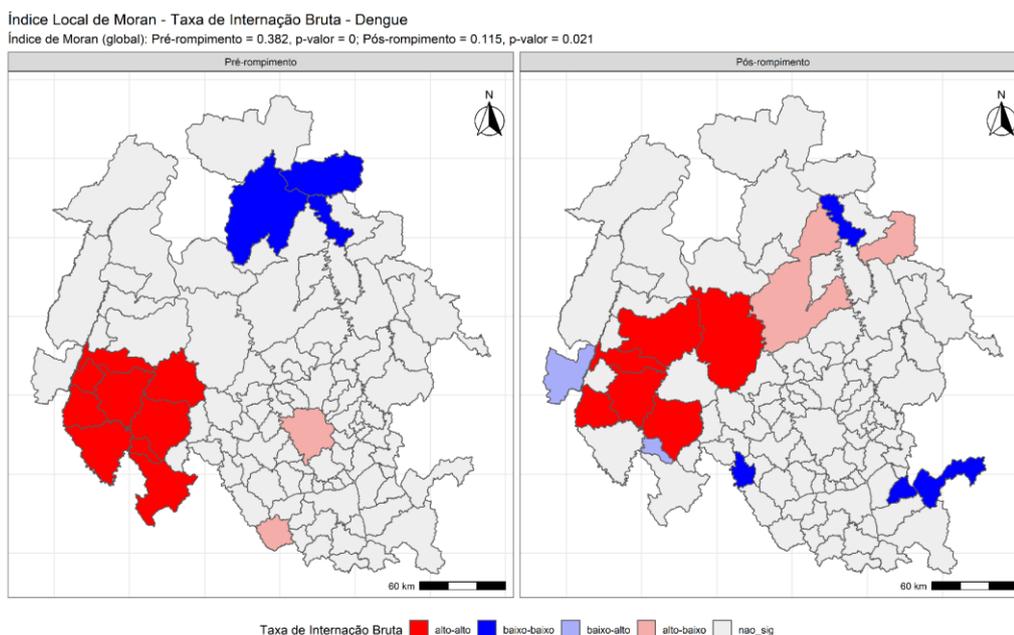


Figura 68 – Mapa das taxas médias de internação (a) e Índices de Moran Local (b) para “Dengue” na população geral nos períodos pré- (2010-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



A Figura 69 (esquerda) mostra as RT médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. À direita está o mapa com os riscos adicionais estatisticamente significantes no pós-rompimento. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT estatisticamente diferente da região de estudo. Em laranja, estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significantemente maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: Cedro do Abaeté, Martinho Campos, Carmo do Cajuru, Pará de Minas, São José da Varginha, Igarapé, Mário Campos, Sarzedo, Santana do Riacho, Lagoa Santa, Matozinhos, Capim Branco, Pedro Leopoldo e Vespasiano.

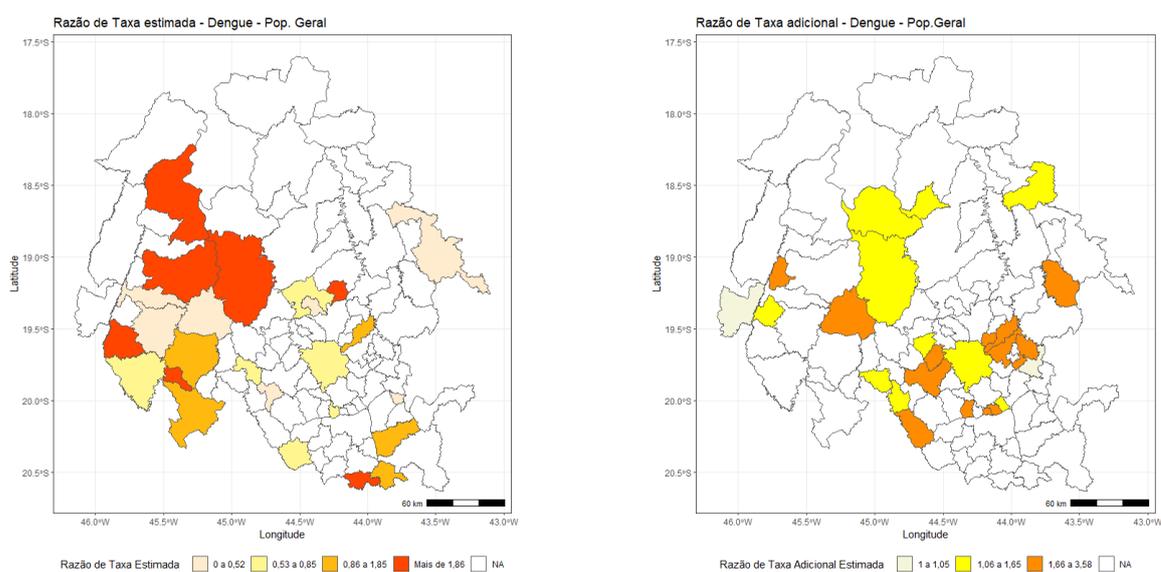


Figura 69 – Mapa das Razões de Taxas (RT) médias estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT>1)>0,80)$) para internações por “Dengue” (esquerda) e risco adicional estatisticamente significativo após o rompimento (direita). Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

13. Análise espacial para agravos de notificação compulsória selecionados

Nesta seção, são apresentados: i) mapas com valores observados das taxas de notificação segundo agravos específicos para a população total para os anos compreendidos entre 2013 e 2019; ii) mapas com valores observados das taxas médias no período pré- e pós-rompimento para a população geral nos municípios avaliados; iii) mapas com Índices de Moran Local para



a população geral dos municípios avaliados; e iv) mapas com resultados dos modelos CAR com valores de Razão de Taxas (RT) de cada município em relação à RT da região de estudo.

13.1. Dengue

Na Figura 70, foram mostradas as taxas de notificação de casos de “Dengue” para a população geral entre os anos de 2013 a 2019. É possível verificar que houve uma maior quantidade de municípios com notificação elevada deste agravo nos anos de 2016 e 2019. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, as taxas de notificação foram agregadas no período pré-rompimento de 2013 a 2018 para cada município avaliado, supondo homogeneidade temporal neste período. As distribuições espaciais da taxa de notificação média de casos de “Dengue” no período pré-rompimento, da taxa de notificação no ano pós-rompimento e Índices de Moran Local para este mesmo agravo foram mostrados na Figura 71.

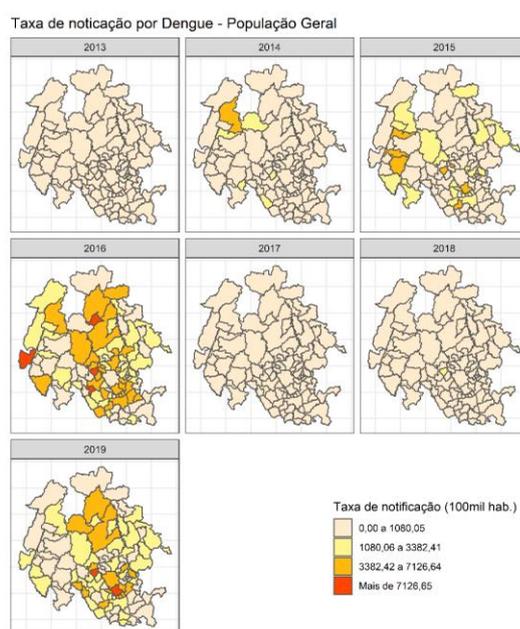


Figura 70 – Mapa da taxa de notificação de casos de “Dengue” para a população geral de cada município no período de 2013 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 71 (a) evidencia a taxa de notificação de casos de “Dengue” mais elevada (em vermelho) no ano pós-rompimento nos municípios de Maravilhas (diretamente afetado), Pequi (diretamente afetado), Contagem (vizinho de 1ª ordem), Betim (diretamente afetado), Mário



Campos (diretamente afetado) e Sarzedo (diretamente afetado). O índice de Moran Global para a taxa de notificação de casos de “Dengue” nos municípios no período pré-rompimento foi de 0,10 ($p=0,033$) e no ano pós-rompimento foi de 0,32 ($p<0,001$).

Na Figura 71(b) pode ser observado um *cluster* de municípios e seus vizinhos com baixa taxa de notificação de casos de “Dengue” no período pré-rompimento, sendo este *cluster* formado por Ouro Preto, Congonhas, Belo Vale, Jeceaba e Piedade dos Gerais. Já no ano pós-rompimento, foram identificados dois *clusters* de municípios. O primeiro deles, composto por municípios e seus vizinhos com baixa taxa de notificação de casos de “Dengue”, era formado por Santa Bárbara, Itabirito, Rio Acima e Raposos. O segundo, composto por municípios e vizinhos com alta taxa de notificação de casos de “Dengue”, era formado por Esmeraldas, Betim, Contagem, Ibirité, Sarzedo e Mário Campos.

O modelo espacial de melhor ajuste para notificações de “Dengue” compreendeu a soma dos efeitos aleatórios espaciais não estruturados (taxas variam entre municípios), um termo de interação deste efeito aleatório com o tempo, além de um termo global do rompimento (efeito fixo). O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a notificação de Dengue foi de 2,11 (2,02-2,20), logo a Razão de Taxas (RT) média estimada por este agravo dobrou após o rompimento em toda a região.

A Figura 72 (esquerda) mostra as RT médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT diferente da região de estudo. Em laranja, estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativamente maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: Luz, Nova Serrana, Conceição do Pará, Inimutaba, Sete Lagoas, Santana do Riacho, Jaboticatubas, São José da Lapa, Contagem, Sarzedo, Mário Campos, Igarapé, Crucilândia e Jeceaba.



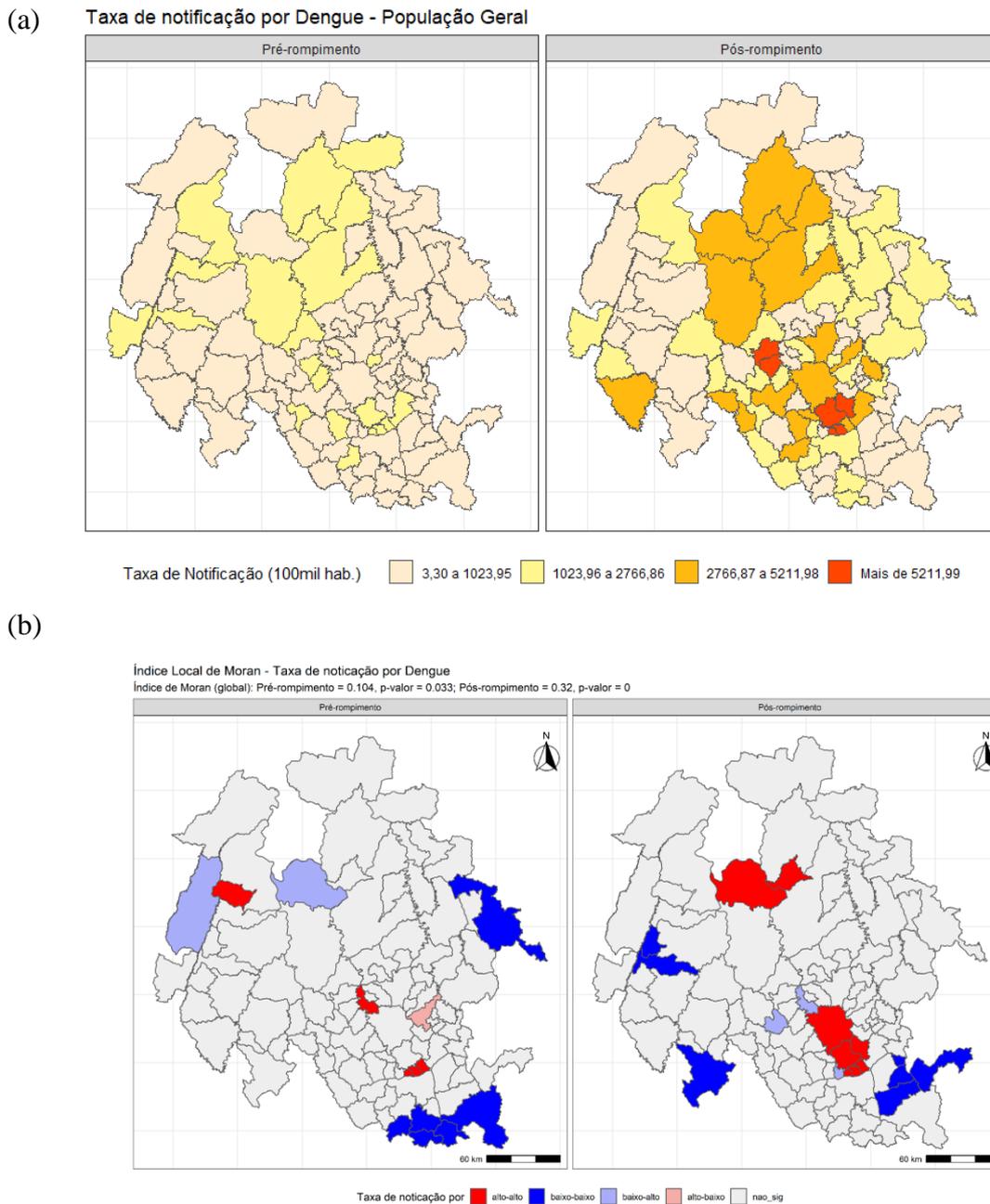


Figura 71 – Mapa da taxa de notificação de casos (a) e Índices de Moran Local (b) para “Dengue” na população geral nos períodos pré- (2013-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



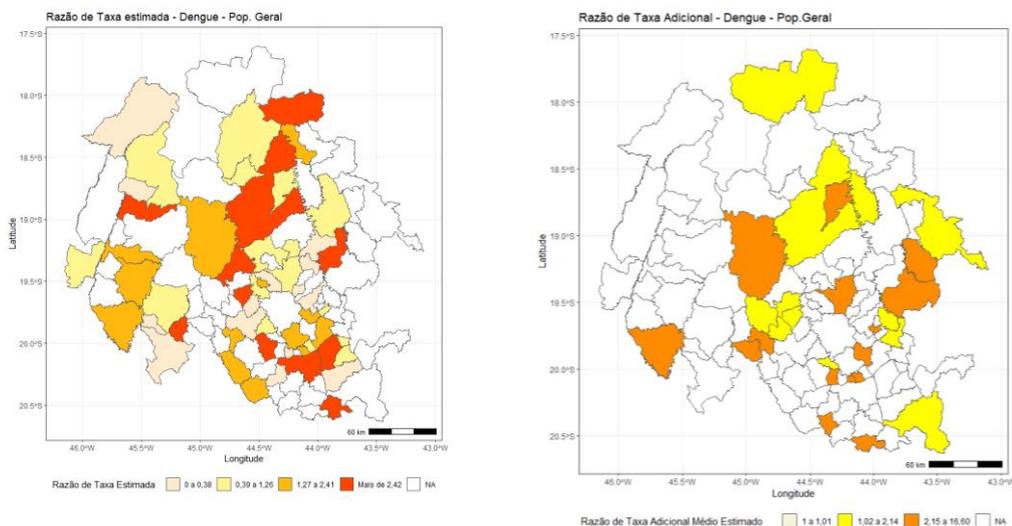


Figura 72 – Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($P(RT > 1) > 0,80$) para notificação de “Dengue”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

13.2. Malária

Na Figura 73, foi mostrada a taxa de notificação de casos de “Malária” para a população geral entre os anos de 2013 a 2019. Observa-se que, em geral, a notificação deste agravo foi baixa na maioria dos municípios avaliados. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, a taxa de notificação de casos de “Malária” foi agregada no período pré-rompimento de 2013 a 2018 para cada município avaliado, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 74, é indicada a taxa média de notificação de casos de “Malária” no período pré-rompimento, a taxa no ano pós-rompimento e os Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para este mesmo agravo.



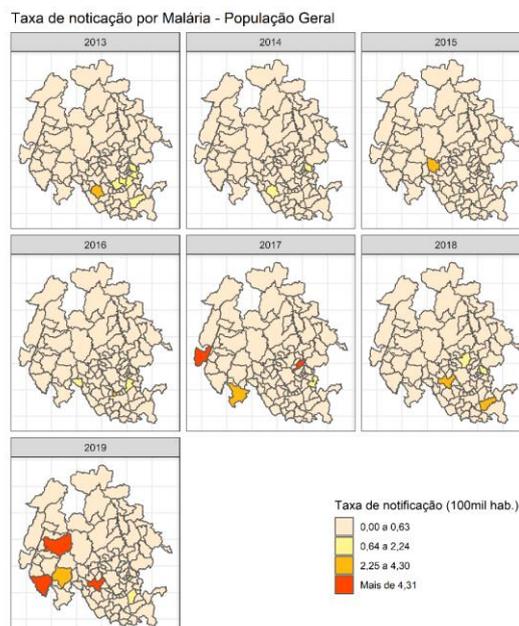


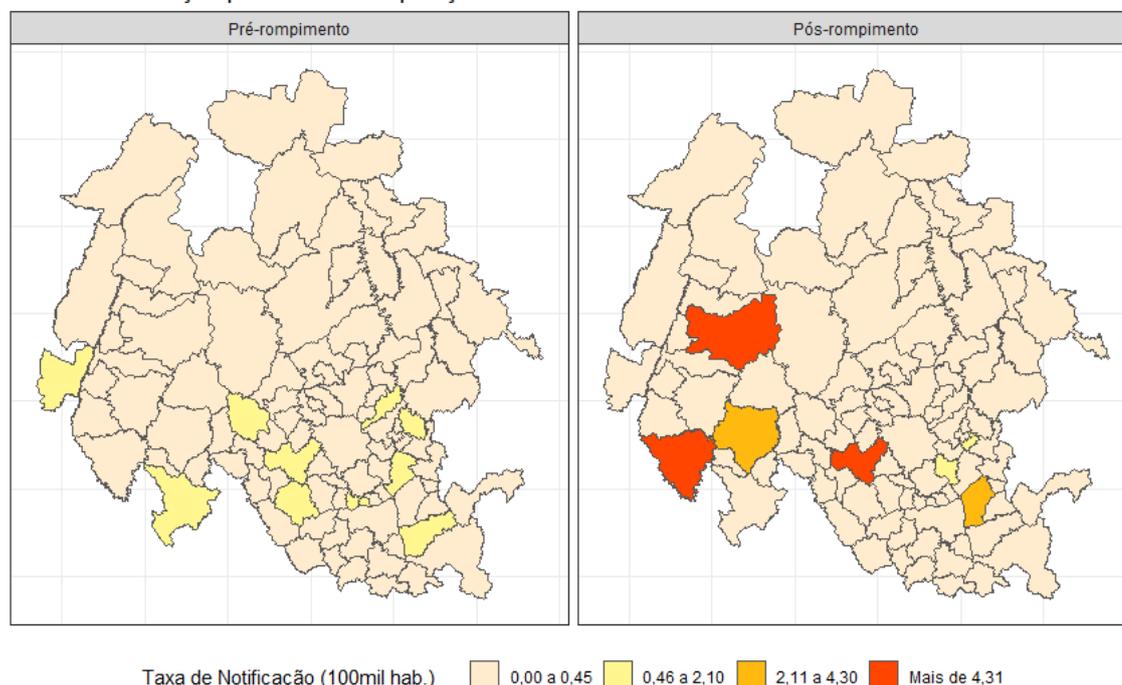
Figura 73 – Mapa da taxa da notificação de casos de “Malária” para a população geral de cada município no período de 2013 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 74(a) observa-se que os municípios Pará de Minas (diretamente afetado), Luz (vizinho de 2ª ordem) e Abaeté (vizinho de 1ª ordem) apresentaram taxa de notificação elevada de casos de “Malária” no ano pós-rompimento. O índice de Moran Global indicou não haver correlação espacial para a taxa de notificação de casos de “Malária” nos períodos pré- e pós-rompimento ($p > 0,05$). Da mesma forma, não foram identificados *clusters* de municípios na Figura 74 (b).

O modelo espacial de melhor ajuste para notificações de “Malária” compreendeu a soma dos efeitos aleatórios espaciais não estruturados (taxas variam entre municípios) e espacial estruturados (taxas de municípios vizinhos são similares), e de um termo global do rompimento (efeito fixo). O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a notificação de Malária foi de 2,11 (2,02-2,20), logo, em média, a Razão de Taxas (RT) média estimada de notificação por “Malária” dobrou em toda a região.



(a) Taxa de notificação por Malária - População Geral



(b)

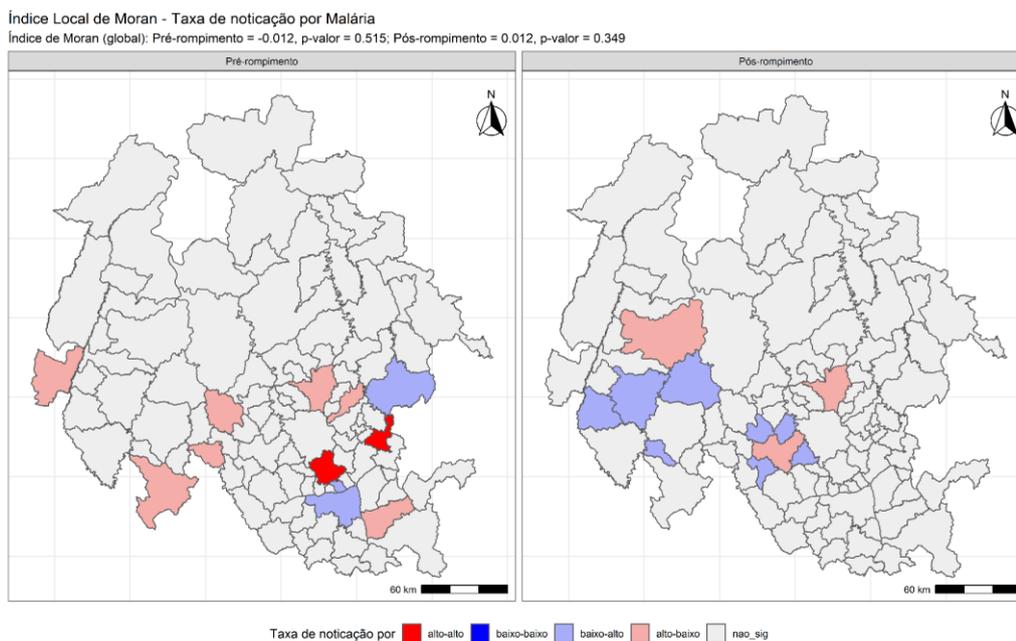


Figura 74 – Mapa da taxa de notificação de casos (a) e Índices de Moran Local (b) para “Malária” para a população geral nos períodos pré- (2013-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

A Figura 75 mostra as RT médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT



diferente da região de estudo. Em laranja, estão os municípios que apresentaram diferenças significativamente maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: Morro da Garça, Inimutaba, São Gotardo, Conceição do Mato Dentro, Sete Lagoas, Matozinhos, Lagoa Santa, Contagem, Betim, Brumadinho, Itatiaiuçu, São José da Varginha, Pará de Minas, Igaratinga e São Gonçalo do Pará.

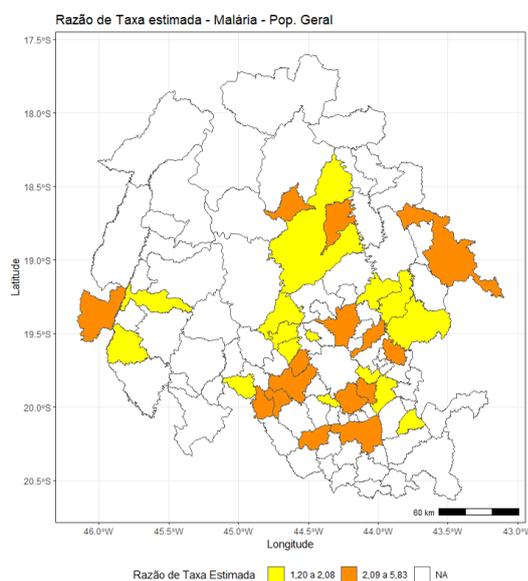


Figura 75 – Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT > 1) > 0,80)$) para notificação por “Malária”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

13.3. Tuberculose

Na Figura 76, foi mostrada a taxa de notificação de casos novos de “Tuberculose” para a população geral entre os anos de 2013 a 2019. Nessa Figura, observa-se que a taxa nos municípios avaliados foi heterogênea no espaço e ao longo do tempo. A fim de verificar diferenças entre o período pré- e pós-rompimento, a taxa de notificação de casos novos de “Tuberculose” foi agregada no período pré-rompimento de 2013 a 2018 para cada município, supondo homogeneidade temporal neste período. Na Figura 77, foram indicadas taxas médias de notificação de casos novos de “Tuberculose” no período pré-rompimento, a taxa observada no ano pós-rompimento e os Índices de Moral Local no período pré- e pós-rompimento para este agravo.



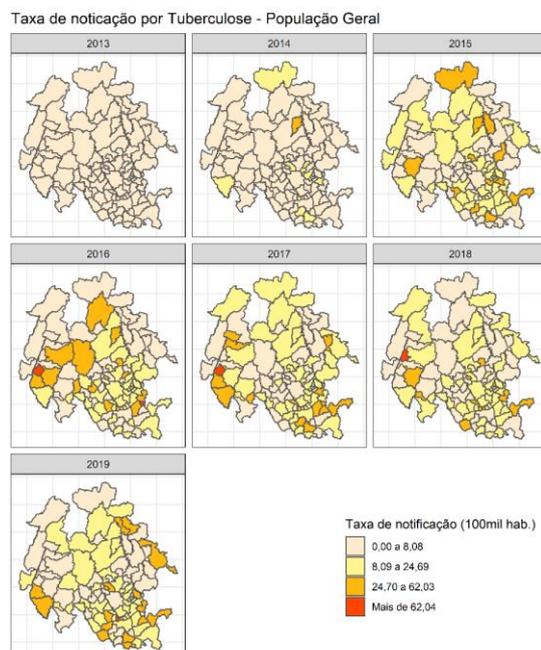


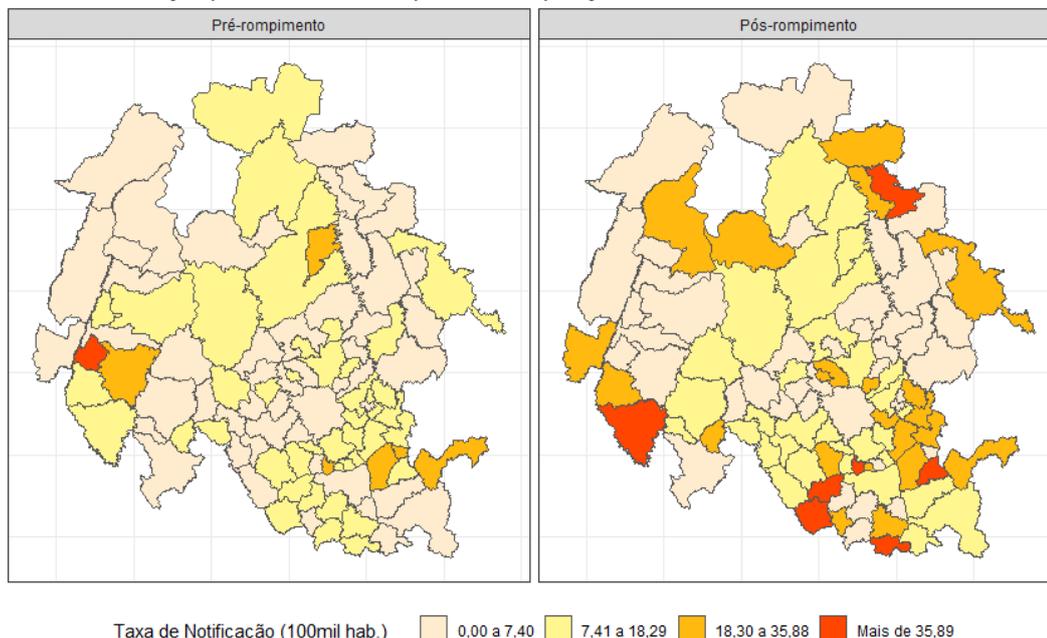
Figura 76 – Mapa da taxa de notificação de casos novos de “Tuberculose” para a população geral de cada município no período de 2010 a 2019. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

Na Figura 77(a), observa-se que os municípios Monjolos (vizinho de 2ª ordem), Luz (vizinho de 2ª ordem), Rio Acima (vizinho de 2ª ordem), Jeceaba (vizinho de 2ª ordem), Itaguara (vizinho de 2ª ordem), Itatiaiuçu (vizinho de 1ª ordem) e São Joaquim de Bicas (diretamente afetado) apresentaram elevada taxa de notificação de casos novos de “Tuberculose” no ano pós-rompimento.

O Índice de Moran Global indicou haver correlação espacial para a taxa de notificação de casos novos de “Tuberculose” no período pré-rompimento ($I=0,174$; $p=0,001$) e no período pós-rompimento ($I=0,095$; $p=0,045$). Na Figura 77 (b), observa-se que, no período pré-rompimento, houve a formação de dois *clusters*. O primeiro, composto por municípios e seus vizinhos com notificação elevada de casos novos de “Tuberculose”, era formado por Sabará, Belo Horizonte, Nova Lima e Rio Acima. O segundo, composto por municípios e seus vizinhos com baixa notificação de casos novos de “Tuberculose”, era formado por Pará de Minas, Onça de Pitangui e Pitangui. No ano pós-rompimento, houve a formação de um *cluster* de municípios e seus vizinhos com baixa notificação de casos novos de “Tuberculose”, formado pelos municípios Santana de Pirapama, Jequitibá e Baldim.



(a) Taxa de notificação por Tuberculose respiratória - População Geral



(b)

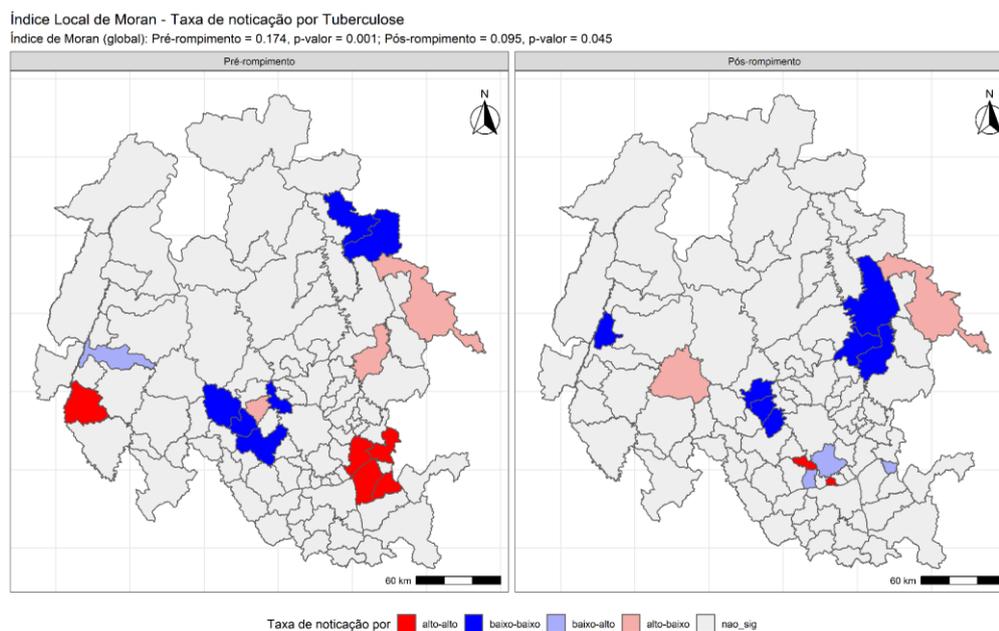


Figura 77 – Mapa da taxa de notificação de casos novos (a) e Índices de Moran Local (b) para “Tuberculose” na população geral nos períodos pré- (2013-2018) e pós-rompimento (2019) da barragem. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.

O modelo espacial de melhor ajuste para notificações de casos novos de “Tuberculose” compreendeu a soma dos efeitos aleatórios espaciais não estruturados (taxas variam entre



municípios) e de um termo global do rompimento (efeito fixo). O melhor modelo considerou a distribuição de Poisson para a variável resposta. O efeito médio global do rompimento na região sobre a notificação de Tuberculose foi de 4,11 (4,08-4,14), logo, a Razão de Taxas (RT) média estimada de casos novos de “Tuberculose” teve um aumento de cerca de 300% na região de estudo no ano pós-rompimento.

A Figura 78 mostra as RT médias estimadas nos municípios cuja probabilidade de que a RT seja > 1 foi superior a 80%, (para a população geral), quando se compara cada município em relação à região total. Em branco, estão aqueles municípios que não apresentaram RT diferente da região de estudo. Em vermelho, estão os municípios que apresentaram diferenças positivas significativamente maiores na RT em comparação ao total de municípios, sendo eles: São Gotardo, Morro da Garça, Inimutaba, Conceição do Mato Dentro, Sete Lagoas, Matozinhos, Lagoa Santa, Contagem, Betim, Brumadinho, Itatiaiuçu, São José da Varginha, Pará de Minas, Igaratinga e São Gonçalo do Pará.

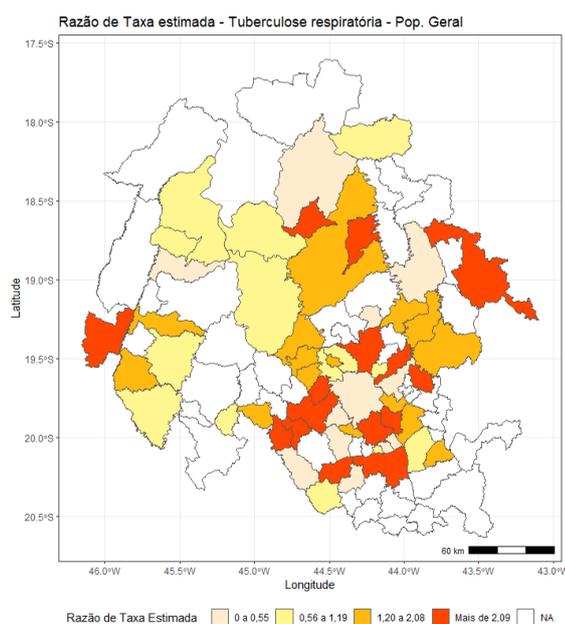


Figura 78 – Mapa das Razões de Taxas (RT) estimadas e estatisticamente significantes ($(P(RT>1))>0,80$) para notificação de casos novos de “Tuberculose”. Nota: Elaboradores: Taynãna César Simões e Cosme Marcelo Furtado Passos da Silva; Projeção cartográfica: SIRGAS 2000; Sistema de coordenadas: GMS; Fonte: IBGE, 2011.



14. Síntese de resultados e avaliação de impacto

O Quadro 6 indica com um X os agravos, causas/diagnóstico principal (total ou agrupadas por capítulo da CID-10) que apresentaram aumento estatisticamente significativo das taxas de mortalidade, internação ou notificação no período pós-rompimento da barragem em comparação ao período pré-rompimento de acordo com dados do SIM, SIH e SINAN, respectivamente.

Quadro 6 – Mortalidade, Internações e Notificações no SINAN que apresentaram aumento estatisticamente significativo (SMR ou RT>1,00; p<0,05) no ano pós-rompimento de acordo com o Sistema de Informação e a causa analisada.

| Capítulos ou agravos conforme a CID-10 | Sistemas de Informação | | |
|--|------------------------|-----|-------|
| | SIM | SIH | SINAN |
| Total de causas | | | NA |
| Total de causas naturais | | | NA |
| Total de causas externas* | | X | NA |
| Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias | X | | NA |
| Dengue | | X | X |
| Leishmaniose Tegumentar Americana | | X | |
| Malária | | | X |
| Tuberculose | | | X |
| Capítulo IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | X | | NA |
| Capítulo V – Transtornos mentais e comportamentais | X | | NA |
| Capítulo IX – Doenças do aparelho circulatório | X | | NA |
| Capítulo X – Doenças do aparelho respiratório | X | | NA |
| Capítulo XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo | X | | NA |
| Capítulo XIV – Doenças do aparelho geniturinário | X | X | NA |
| Capítulo XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal | | | NA |
| Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas | NA | X | NA |
| Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade | X | | NA |
| Acidentes de transporte (CID-10: V01 a V99) | X | NA | NA |
| Agressão (CID-10: X85 a Y09) | X | NA | |
| Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada (CID-10: Y10 a Y34) | X | NA | NA |

CID-10: 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças; SIM: Sistema de Informação sobre Mortalidade; SIH: Sistema de Informação Hospitalar; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação; SMR: *Standardized Mortality Ratio*; RT: Razão de Taxas; NA: Não Avaliado.

*Para o SIM, abrange o conjunto de todas as causas que compõem o Capítulo XX. Para o SIH, abrange o conjunto de todas as causas que compõem o Capítulo XIX e XX.

Conforme observado no Quadro 6, não houve aumento estatisticamente significativo para a mortalidade geral, nem para o total de causas naturais e causas externas de morte. Entretanto, houve aumento estatisticamente significativo da Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) no ano pós-rompimento para a maioria das causas específicas analisadas quando as mesmas foram agrupadas nos capítulos da CID-10 correspondentes, além das causas específicas de “Acidentes de Transporte”, “Homicídio” e “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada”.



Apenas não foi observado aumento da SMR para Capítulo XVI da CID-10 “Algumas afecções originadas no período perinatal”.

O Quadro 6 também mostra que, embora não tenha havido aumento estatisticamente significativo nas internações por todas as causas e nem por condições clínicas, houve um aumento nas internações pelo total de causas externas, possivelmente atribuído às internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas”, o qual respondeu pela maior parte das internações ocorridas no período avaliado. Tal aumento na internação hospitalar por diagnósticos de traumas e lesões pode ter ocorrido tanto para as vítimas diretamente afetadas pelo rompimento da barragem, como devido à possibilidade de intoxicação causada pelo contato direto ou indireto com metais da lama de rejeitos conforme já relatado na literatura (RAMOS *et al.*, 2020; SEGURA *et al.*, 2016).

Além disso, no SIH, observamos aumento estatisticamente significativo para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV da CID-10 “Doenças do Aparelho Geniturinário”. Ainda no SIH, detectamos que os agravos “Dengue” e “Leishmaniose Tegumentar Americana” também apresentaram aumento estatisticamente significativo no ano pós-rompimento. Por fim, a análise de dados do SINAN identificou aumento estatisticamente significativo para a notificação dos agravos “Dengue”, “Malária” e “Tuberculose” (Quadro 6).

Ressalta-se que as associações encontradas foram heterogêneas entre os municípios conforme identificado nas análises espaciais. Para análises dos dados do SIM, os seguintes municípios diretamente afetados pelo rompimento da barragem (Grupo 1) destacaram-se com valores de SMR altos em relação ao valor de SMR médio da região de estudo para mais de uma causa básica de óbito:

- Pará de Minas, com valores de SMR superiores à média da região de estudo para causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo IX “Doenças do aparelho circulatório” e Capítulo X “Doenças do aparelho respiratório”;
- Esmeraldas, com valores de SMR superiores à média da região de estudo para causas básicas selecionadas e agrupadas no Capítulo XII “Doenças da pele e do tecido subcutâneo”, Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” e Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”.



Para análises de dados do SIH, foram identificados os seguintes municípios pertencentes ao Grupo 1 (diretamente afetados) com taxa de internação hospitalar superior à média da região de estudo para mais de um diagnóstico principal de internação hospitalar:

- Esmeraldas, com valores de RT superiores à média da região de estudo para diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV “Doenças do aparelho geniturinário” e Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas”;
- Mário Campos, com valores de RT superiores à média da região de estudo para diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas” e para a causa específica “Dengue”.

Já para o SINAN, análises espaciais indicaram que os municípios Betim, Brumadinho, São José da Varginha e Pará de Minas, também pertencentes ao Grupo 1 (diretamente afetado), se destacaram com maior taxa de notificação de “Malária” e “Tuberculose” quando comparados à taxa média da região de estudo.

Freitas *et al.* (2019a) salientaram três aspectos que precisam ser considerados para interpretar o impacto sobre a saúde de desastres de grande porte como o da Mina do Córrego do Feijão:

(i) interrupção do funcionamento normal do cotidiano local ou regional, envolvendo perdas e prejuízos (materiais e culturais, econômicos e ambientais), bem como ampliação dos riscos, doenças e óbitos; (ii) exceder a capacidade de uma comunidade ou sociedade afetada em lidar com a situação utilizando seus próprios recursos, o que pode resultar na ampliação das perdas e danos, bem como doenças e óbitos, levando à sobrecarga das capacidades institucionais locais ou estaduais, superior à sua capacidade de atuação com uso de seus próprios recursos; e (iii) alteração do contexto de produção de riscos e dos processos de saúde e doenças e condições de vida e saúde da população (FREITAS *et al.*, 2019a).

Inicialmente, é fundamental destacar que os resultados das análises realizadas mostrados no Quadro 6 não podem ser interpretadas como associações de causalidade, pois trata-se de um estudo ecológico considerando como exposição o rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão. A maior limitação dos estudos ecológicos é o chamado viés ou falácia ecológica (GORDIS, 2014). Neste estudo comparamos taxas médias ajustadas por idade em dois períodos, antes e após o rompimento e após ajuste isolado por sexo e por indicadores socioeconômicos e ambientais médios. A falácia ecológica resulta quando fazemos inferências causais em relação a indivíduos tendo como referência comparações de grupos



(municípios no presente estudo), pois a distribuição da exposição ao evento de estudo (rompimento) é heterogênea dentro das populações estudadas (grupo de municípios), além de outras potenciais covariáveis não terem sido consideradas nos ajustes.

Estudos ecológicos sobre o impacto do rompimento de barragens de rejeitos de mineração no Brasil e no mundo são escassos e ainda estão em processo de construção. Por isso, a comparação entre os resultados encontrados neste projeto e a literatura disponível deve ser realizada com cautela. Apesar desta ressalva, algumas semelhanças com outros estudos brasileiros podem ser salientadas. Pesquisas indicaram um aumento na morbidade por doenças infecciosas e parasitárias, entre elas a dengue e a leishmaniose, aumento do relato de alguns tipos de transtornos mentais e comportamentais e de infecções cutâneas e respiratórias após o rompimento da Barragem da Samarco, em Mariana (MG), no ano de 2015 (FREITAS *et al.*, 2019b; NEVES *et al.*, 2018; VORMITTAG; OLIVEIRA; GLERIANO, 2018; ROCHA *et al.*, 2016; ROMÃO *et al.*, 2019). No melhor do nosso conhecimento, parece não haver estudos que investigaram o possível aumento do número de mortes por esses eventos após o rompimento da barragem da Samarco, diferentemente do encontrado neste projeto.

Não encontramos evidências prévias sobre o aumento no risco de morte por doenças crônicas após o rompimento de barragens de rejeitos, entre elas o diabetes, doenças cardiovasculares e insuficiência renal crônica. Mas estudos indicam que eventos catastróficos podem aumentar a vulnerabilidade de pessoas portadoras de tais agravos devido a danos em estruturas de serviços de saúde e de meios de transporte e a consequente interrupção de ações de controle e tratamento de doenças crônicas como hipertensão e diabetes (XAVIER; BARCELLOS; FREITAS, 2014), o que por sua vez pode aumentar o risco de complicações, de internação hospitalar e até de morte em um curto período de tempo (FUCHS; WHELTON, 2020; ROONEY *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2018). Além disso, o estresse causado por estes eventos pode contribuir para a adoção de hábitos inadequados, como tabagismo e o consumo excessivo de bebidas alcoólicas, e, dessa forma, também contribuir para o maior risco de complicações dessas doenças em médio e longo prazo (KOYAMA *et al.*, 2021; OHIRA *et al.*, 2016; YAGI *et al.*, 2020).

Algumas hipóteses são levantadas para explicar o aumento na mortalidade por causas externas no ano pós-rompimento. O aumento de homicídios no ano pós-rompimento pode ser atribuído ao aumento de fatores de risco para tais eventos, como estresse psicológico, instabilidade



econômica, insegurança alimentar, abuso de substâncias psicoativas ou desestruturação familiar (CERNA-TUROFF *et al.*, 2019; 2021). O aumento do número de mortes causadas por acidentes de transporte pode se dever a mudanças no tráfego de veículos na região afetada, ou mudanças na frequência de deslocamento ou piora nas vias de locomoção. O aumento no número de mortes atribuídas a eventos/fatos cuja intenção é indeterminada reflete uma piora na qualidade de notificação de óbito na região de estudo e pode indicar subnotificação de homicídios e suicídios (CERQUEIRA *et al.*, 2021).

15. Considerações finais

Sumarizando, as análises realizadas detectaram aumentos estatísticos significantes na mortalidade padronizada por idade por causas selecionadas agrupadas por capítulos da CID-10 correspondente, exceto para as causas selecionadas agrupadas no Capítulo XVI “Algumas afecções originadas no período perinatal”. Também observou aumento estatisticamente significativo para internação por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo XIV da CID-10 “Doenças do Aparelho Geniturinário” e Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas” e para a causa específica “Dengue”. Por fim, mostrou aumento estatisticamente significativo para a notificação no SINAN dos agravos “Dengue”, “Malária” e “Tuberculose”. Entretanto, as análises espaciais mostraram que as associações encontradas foram heterogêneas entre os municípios e os aumentos nem sempre ocorreram nos municípios diretamente afetados pelo rompimento da barragem (Grupo 1).

Algumas considerações devem ser feitas a respeito da interpretação dos resultados encontrados. Ao analisar a associação dos grupos de municípios com a mortalidade por causas selecionadas e agrupadas em capítulos com valores de SMR aumentados no período pós-rompimento em relação ao período pré-rompimento (Tabela 6 - Capítulos I, XII e XIV), foi verificado que apenas o Grupo 2 (vizinhos de 1ª ordem) apresentou Razão de Mortalidade Padronizada (SMR) significativamente maior, com valores 4 a 5 vezes superiores quando comparado ao Grupo 3 (vizinhos de 2ª ordem). Efeito semelhante foi encontrado para análises das causas básicas de óbito “Causas externas – Acidentes de transporte” (Tabela 13), “Causas externas – Homicídio” (Tabela 15) e “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada” (Tabela 17) e para análises com a notificação do agravo “Dengue” do SINAN (Tabela 29).



Vale destacar que não foi encontrada associação estatisticamente significativa para a interação entre Grupo 2 e período de rompimento da barragem (as interações Grupo 2 x pós-rompimento não foram estatisticamente significantes conforme demonstram as Tabelas 7, 9, 11, 13, 15, 17, 20, 22, 24, 26, 29, 31 e 33). Isto indica que os municípios pertencentes ao Grupo 2 apresentaram maior razão de mortalidade padronizada do que o Grupo 3 (vizinhos de 2ª ordem), tanto no período pré- quanto no período pós-rompimento. Uma possível explicação para esse achado pode ser a melhor notificação de óbitos e de agravos nesse conjunto de municípios em relação ao Grupo 3, visto que inclui parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, além de diferenças no acesso à saúde e qualidade da informação entre os grupos. Conforme apontado por Silva *et al.* (2020), desastres como o da Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho envolvem uma multiplicidade e sobreposição de exposições, riscos para a saúde e o ambiente que se estendem no espaço e no tempo, e afeta populações e territórios de modo amplo e sistêmico. Além disso, as vulnerabilidades preexistentes da população são somadas aos novos cenários de riscos, produzindo contextos extremamente complexos no que tange aos impactos sobre a saúde que são difíceis de serem dimensionados.

Com relação aos dados do SIH, a associação do rompimento da barragem com a internação hospitalar evidenciou valores de $RT < 1$ para alguns diagnósticos principais específicos. Ressalta-se que tais valores não indicam que o rompimento da barragem seja um fator protetor, ou seja, que pode reduzir diretamente a ocorrência de internação hospitalar por algum tipo de diagnóstico. A literatura é consistente ao apontar que o rompimento de barragens de rejeito de mineração pode causar danos à saúde da população direta e indiretamente afetada por esse tipo de desastre (FREITAS *et al.*, 2014). Conforme mencionado anteriormente, valores de $RT < 1$ são atribuídos à: a) instabilidade na ocorrência de eventos raros; b) pequeno tempo de acompanhamento pós-rompimento (< 1 ano); c) sobrecarga no sistema de saúde (os atendimentos na atenção básica apresentaram aumento de 63% no primeiro quadrimestre de 2019 conforme dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2020); d) deslocamento de subgrupos populacionais e, portanto, do registro por residência, especialmente em municípios pequenos, podem impactar taxas de internação já que as mesmas consideram no numerador o município de residência do paciente enquanto a informação de população residente, que constitui o denominador da taxa de internação, só é alterada durante os censos populacionais.



Foram conduzidas análises espaciais univariadas e múltiplas com os indicadores socioeconômicos ambientais. Entretanto, não foi possível analisar o potencial efeito dessas variáveis explicativas nos modelos espaciais pois: i) os efeitos aleatórios já explicaram a maior parte da variabilidade das taxas de mortalidade padronizadas, taxas de internação hospitalar e da notificação de agravos específicos entre os municípios avaliados; ii) os indicadores socioeconômicos apresentaram pouca variabilidade entre os municípios avaliados; e iii) tais indicadores mostraram-se pouco específicos para discriminar diferenças no perfil socioeconômico entre os municípios. Em consonância com estas observações, os valores de desvio-padrão e de coeficiente de variação (Tabela 2) e a distribuição espacial (Mapas 6 a 9 e Figuras 7 a 9) indicaram grande homogeneidade na distribuição desses indicadores entre os municípios avaliados. Os resultados podem se dever à maior heterogeneidade intra-município do que inter-município em relação a distribuição destes indicadores socioeconômicos e ambientais, porém não existem dados recentes considerando menor nível de desagregação, por exemplo setor censitário, para confirmar esta hipótese e conduzir tal análise.

Conforme foi antecipado, é necessário considerar algumas limitações inerentes à proposta e às fontes de dados para a devida interpretação dos resultados. Primeiro, o desenho de estudo ecológico não permite associar o rompimento da barragem com o risco de morbimortalidade em nível individual, portanto, as associações estatisticamente significantes encontradas neste estudo não necessariamente representam uma associação em nível individual. Segundo, o tempo de acompanhamento no ano pós-rompimento pode ser insuficiente para verificar alterações na incidência de eventos raros e aqueles com longos períodos de latência, como as doenças crônicas não transmissíveis. Sendo assim, é possível que não sejam detectadas alterações na morbimortalidade sobre um conjunto de doenças crônicas não transmissíveis no curto período de tempo após o rompimento da barragem. Terceiro, o uso de dados secundários dos Sistemas de Informação em Saúde pode apresentar qualidade baixa de dados, como preenchimento inadequado de informações, subnotificação, duplicidades, inconsistências, baixa acurácia ou cobertura limitada de alguns sistemas (MACHADO; MARTINS; LEITE, 2016; MELO; BEVILACQUA; BARLETTO, 2013).

Algumas considerações também devem ser feitas a respeito do conjunto de agravos selecionados para a avaliação no presente projeto. Eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados por desastres, como sofrimento mental (depressão e ansiedade) ou



comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de bebidas alcoólicas e outras substâncias psicoativas), não são objeto de notificações em sistemas de informação a nível municipal e, portanto, não foram investigados no presente projeto. Alguns eventos agudos em saúde, tais como infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral, são classificados no campo de doenças crônicas não transmissíveis por se tratarem de desfechos em saúde decorrentes de processos patológicos vasculares crônicos associados à exposição a múltiplos fatores de risco ao longo da vida (LICHER *et al.*, 2019). Portanto, o aumento na ocorrência desses eventos em curto prazo sugere maior exposição a fatores precipitantes (*triggering factors*) dos mesmos, como o estresse emocional, ou piora no controle de problemas como a hipertensão e o diabetes (TOFLER; MULLER, 2006). Além disso, a base do Hiperdia do DATASUS não foi usada como fonte de informações, pois os dados desta base só estão disponíveis até 2013, não cobrindo, portanto, o período do rompimento da barragem.

Cada um dos Sistemas de Informação em Saúde apresenta limitações específicas que também devem ser consideradas na interpretação dos resultados obtidos. A grande quantidade de campos não preenchidos compromete o cálculo adequado de alguns indicadores de mortalidade, a exemplo da taxa de mortalidade perinatal, a qual torna-se imprecisa devido ao não preenchimento do campo de tempo de gestação. O preenchimento inadequado da declaração de óbito também é evidenciado através do aumento de óbitos atribuídos a causas externas com intenção indeterminada, o que provavelmente contribuiu para a subnotificação de mortes por causas como o homicídio e suicídio.

A base de dados do SINAN também apresentou limitações que influenciaram a escolha do método de tratamento de dados e interpretação dos resultados. Não há disponibilidade de bancos de dados para “Dengue”, “Febre Tifoide” e “Violência Interpessoal/ Autoprovocada” entre os anos de 2010 e 2012. Houve alteração na ficha de notificação de dengue no ano de 2014 que pode ter impactado a notificação no período (BRASIL, 2014c). Portanto, o período de pré-rompimento para todos os agravos avaliados no SINAN foi definido como aquele entre os anos de 2013 a 2018. Além disso, códigos da CID-10 utilizados para definir agravos investigados no SINAN não são os mesmos utilizados para os sistemas do SIM e SIH, limitando a comparabilidade dos eventos em saúde concomitantemente avaliados nessas bases.



O Sistema de Informação Hospitalar também apresenta importantes limitações. Primeiro, informações do SIH não podem ser utilizadas como um indicador fiel de causas de internação hospitalar uma vez que as notificações são realizadas para fins de pagamento das internações realizadas em hospitais públicos ou conveniados ao SUS e não para fins de vigilância epidemiológica, o que compromete a confiabilidade das notificações (MATHIAS *et al.*, 2014). Segundo, é importante salientar que os dados do SIH referem-se ao número de internações e não a indivíduos. Portanto, um mesmo indivíduo pode apresentar mais de uma internação pelo mesmo diagnóstico principal durante um ano, o que é mais frequente em algumas doenças crônicas descompensadas ou não controladas. Terceiro, transtornos mentais e comportamentais são eventos difíceis de estudar via SIH, pois raramente levam à internação, o que acarreta uma subestimação da morbidade por esses agravos, portanto, apenas os eventos mais graves foram analisados com a base SIH. Quarto, as causas externas de óbito são avaliadas através do capítulo XX da CID-10 no SIM, mas no SIH, o diagnóstico principal da internação hospitalar é, majoritariamente, realizado a partir da lesão, envenenamento ou outra consequência de uma causa externa (Capítulo XIX da CID-10), o que também limita a comparabilidade dos resultados de internação e mortalidade. Quinto, o maior risco de internações em 2019 poderia ser atribuído ao aumento de usuários do SUS nos períodos comparados devido à piora dos indicadores socioeconômicos entre os anos de 2010 a 2019 e não ao rompimento da barragem. No entanto, acredita-se que esta possibilidade seja pequena devido a alteração inexpressiva no percentual de cobertura exclusiva pelo SUS em Minas Gerais (2013 = 71,2%; 2019 = 71,7%) e em Belo Horizonte (2013 = 54,3%; 2019 = 53,3%) (BRASIL, 2021).

Apesar das limitações apresentadas, algumas potencialidades a respeito do presente projeto com relação aos Sistemas de Informação devem ser ressaltadas. Primeiro, a construção das bases de dados analisadas constitui um dos grandes produtos deste projeto dada a complexidade dos processos de seleção de agravos e de variáveis, extração, limpeza, análise de completude e duplicidade, tratamento e estruturação dos bancos de dados do SIM, SIH e SINAN, processos estes que exigiram considerável dedicação da equipe de pesquisadores durante toda a vigência do Subprojeto 37. Segundo, os Sistemas de Informação em Saúde destacam-se como um complexo conjunto de estruturas administrativas e de produção de dados de grande relevância para a vigilância epidemiológica do país. O acesso gratuito e em meio eletrônico tem permitido a produção científica e sua ampla utilização em investigações



epidemiológicas tem possibilitado a análise da situação de saúde em nível regional e nacional e o cálculo de importantes indicadores de saúde, o que contribui para a formulação e avaliação de políticas, planos e programas de saúde (BRASIL, 2009; DRUMOND *et al.*, 2009).



Referências

ALMEIDA, Solange Paiva de *et al.* Análise da qualidade e oportunidade dos dados do SINAN no enfrentamento à dengue: reflexões e contribuições para políticas públicas de saúde. **Práticas e Cuidado: Revista de Saúde Coletiva**, v.2, n.e12964, p.1-19, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/saudecoletiva/article/view/12964>. Acesso em: 10 fev. 2022.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). **DSM-5: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 5 ed. – Dados Eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2014. Disponível em: <http://www.niip.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Manual-Diagnostico-e-Estatistico-de-Transtornos-Mentais-DSM-5-1-pdf.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2021.

ANSELIN, Luc. Local Indicators of Spatial Association—LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>

ANTAO, Vinicius C. *et al.* 9/11 Residential Exposures: The Impact of World Trade Center Dust on Respiratory Outcomes of Lower Manhattan Residents. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 5, 798, 2019. DOI: 10.3390/ijerph16050798.

ATLAS BRASIL. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. 2021. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/atlas>. Acesso em: 16 nov. 2021.

BARBOZA, Thales Rodrigues; FREITAS, Rodrigo Randow de. Uma análise bibliométrica sobre os impactos do derramamento de petróleo na pesca marítima. **Research, Society and Development**, v.08, n. 1, p. 1-23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i1.520>

BESAG, Julian; KOOPERBERG, Charles. On conditional and intrinsic autoregressions. **Biometrika**, v. 82, n. 4, p. 733-746, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/82.4.733>

BINDER, Sue; SANDERSON, Lee M. The role of the epidemiologist in natural disasters. **Annals Emergency Medicine**, v. 16, n. 9, p. 1081-1084, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(87\)80763-1](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(87)80763-1).

BITTENCOURT, Sonia Azevedo; CAMACHO, Luís Antônio Bastos; LEAL, Maria do Carmo. O Sistema de Informação Hospitalar e sua aplicação na saúde coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 22, n. 1, p. 19-30, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006000100003>.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Caderno de pesquisa de engenharia de saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/arquitetura/Mnl_CaderPesq.pdf. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Organização Pan-Americana de Saúde. **Desastres naturais e saúde no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014a. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/7678>. Acesso em: 25 jul. 2021.



BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública [...]. 2012. Disponível em: https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014_Instrucao_normativa_de_01_de_agosto_de_2012.pdf. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). **Lista de Tabulação para Morbidade Hospitalar do SUS**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021c. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/mxcid10lm.htm>. Acesso em: 13 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). **Histórico**. 2008b. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/sobre-o-datasus/>. Acesso em: 26 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portal do Datasus**. 2008a. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos/>. Acesso em: 08 dezembro 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 204, de 17 de fevereiro de 2016. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 32, p. 23, 18 fev. 2016a. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2016/prt0204_17_02_2016.html. Acesso em: 23 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Básica. Portaria nº 1.324, de 27 de novembro de 2014. Estabelece conceitos de diagnóstico principal e secundário utilizados no Programa de Apoio à Entrada de Dados das Autorizações de Internação Hospitalar (SISAIH01). **Diário Oficial da União**: n. 231, seção 1, Brasília, DF, p. 144, 28 nov. 2014b. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2014/prt1324_27_11_2014.html#:~:text=das%20demais%20informa%C3%A7%C3%B5es,-,Art.,tempo%20de%20perman%C3%Aancia%20no%20hospital. Acesso em: 14 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Um ano do desastre da Vale - Organização e resposta do Ministério da Saúde**. Boletim Epidemiológico, Ministério da Saúde, v. 51, n. esp., p. 1-35, jan 2020. Disponível em: <https://www.defesacivil.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/boletim-especial-27jan20-final.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Viva: Instrutivo - Notificação de violência interpessoal e autoprovocada** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016b.



BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Manual de Instruções para o preenchimento da Declaração de Nascido Vivo**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/junho/08/inst_dn.pdf. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância epidemiológica**. 7. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_epidemiologica_7ed.pdf. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Relatório final - estudo sobre o perfil epidemiológico da população de Barra Longa-MG, pós-desastre, 2016**. Brasília: Ministério da Saúde; 2017.

BRASIL. Secretaria Estadual de Vigilância em Saúde do Estado do Pernambuco. Informe nº 9/2019. **Intoxicações Exógenas relacionadas à exposição ao petróleo no litoral de Pernambuco**. 2019. Disponível em: <http://vigilanciatalhadorpe.blogspot.com/p/teste.html>. Acesso em: 12 dez. 2021.

BRASIL. DATASUS – Departamento de Informática do SUS. **Proporção de pessoas com baixa renda – notas Técnicas**. 2021a. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/pobrezadescr.htm>. Acesso em: 16 nov. 2021.

BRASIL. DATASUS – Departamento de Informática do SUS. **Razão de Renda – Notas Técnicas**. 2021b. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/razaodescr.htm>. Acesso em: 16 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis – DCCI. **Indicadores e Dados Básicos das Hepatites nos Municípios Brasileiros**. 2021d. Disponível em: <http://indicadoreshepatites.aids.gov.br/>. Acesso em: 17 dez 2021.

BRASIL. **Painel de Indicadores de Saúde - Pesquisa Nacional de Saúde 2013 e 2019**. Fundação Oswaldo Cruz, 2021e. Disponível em: <https://www.pns.icict.fiocruz.br/painel-de-indicadores-mobile-desktop/>. Acesso em 19 jan 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS – Departamento de Informática do SUS. **Morbidade Hospitalar do SUS por Causas Externas por local de internação - Notas Técnicas**. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/eidescr.htm>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BRASIL. Secretaria de Saúde do Estado de Goiás. Nota técnica nº 01/2014 – GVEDT/SUVISA/SES-GO. **Orientações sobre a nova classificação dos casos de dengue de acordo com informações preliminares do Ministério da Saúde**. 2014c. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2014-05/nota-tecnica-dengue.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.



BRITE, Jennifer *et al.* Association Between Socioeconomic Status and Asthma-Related Emergency Department Visits Among World Trade Center Rescue and Recovery Workers and Survivors. **JAMA Network Open**, v. 3, n. 3, e201600, 2020. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1600.

BROWN, Lily A *et al.* Pre-disaster PTSD as a moderator of the relationship between natural disaster and suicidal ideation over time. **Journal of affective disorders**, v. 230, p. 7-14, 2018. DOI: 10.1016/j.jad.2017.12.096

CARMO, Eduardo Hage; TEIXEIRA, Maria Glória. Desastres tecnológicos e emergências de saúde pública: o caso do derramamento de óleo no litoral do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 2, e00234419, 2020. DOI; <https://doi.org/10.1590/0102-311X00234419>

CARVALHO, Marília Sá; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2005000200003>.

CAVALCANTE, Danyelle Monteiro; OLIVEIRA, Maria Regina Fernandes de; REHEM, Tânia Cristina Morais Santa Bárbara. Internações por condições sensíveis à atenção primária: estudo de validação do SIH/SUS em hospital do Distrito Federal, Brasil, 2012. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 3, e00169914, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00169914>

CERNA-TUROFF, Ilan *et al.* Violence against children and natural disasters: A systematic review and meta-analysis of quantitative evidence. **PLoS one**, v. 14, n. 5, e0217719, 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0217719

CERNA-TUROFF, Ilan *et al.* The pathways between natural disasters and violence against children: a systematic review. **BMC public health**, v. 21, n.1, 1249, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11252-3>

CERQUEIRA, Daniel *et al.* **Atlas da Violência 2021**. São Paulo: FBSP, 2021. p. 20-27. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/artigos/1375-atlasdaviolencia2021completo.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2021.

CHOWDHURY, Muhammad Abdul Baker *et al.* Health Impact of Hurricanes Irma and Maria on St Thomas and St John, US Virgin Islands, 2017-2018. **American Journal of Public Health**, v. 109, n. 12, p. 1725-1732, 2019. DOI: 10.2105/AJPH.2019.305310

COSTA, André Monteiro *et al.* Classificação de Doenças Relacionadas a um Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) e os Sistemas de Informações em Saúde no Brasil: Possibilidades e Limitações de Análise Epidemiológica em Saúde Ambiental. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28, 2002, Cancun, México. **Proceedings** [...]. Cancun, 2002. p. 1-5.

COSTA, Antônio José Leal; KALE, Pauline Lorena; VERMELHO, Letícia Legay. Indicadores de Saúde. In: MEDRONHO, Roberto de Andrade *et al.* **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2009. cap. 3, p. 31-82.



COSTA, Simone da Silva. Pandemia e desemprego no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 969-978, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220200170>.

DIMSDALE, Joel E. Psychological stress and cardiovascular disease. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 51, n.13, p.1237-1246, 2008.
DOI:10.1016/j.jacc.2007.12.024

DOI, Hiroshi *et al.* Ophthalmologic examinations in areas of Miyagi Prefecture affected by the Great East Japan Earthquake. **JAMA Ophthalmology**, v. 132, n. 7, p. 874-876, 2014.
DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2014.849.

DRUMOND, Eliane de Freitas *et al.* Utilização de dados secundários do SIM, Sinasc e SIH na produção científica brasileira de 1990 a 2006. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 26, n. 1, p. 7-19, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-30982009000100002>

FREITAS, Carlos Machado *et al.* Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, e00052519, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00052519>

FREITAS, Carlos Machado *et al.* Desastres em barragens de mineração: lições do passado para reduzir riscos atuais e futuros. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, n. 1, e20180120, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100020>

FREITAS, Carlos Machado *et al.* Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.00732014>

FUCHS, Flávio D; WHELTON, Paul K. High Blood Pressure and Cardiovascular Disease. **Hypertension**, v. 75, n. 1, p. 285-292, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.14240>

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **O Índice Mineiro de Responsabilidade Social – IMRS**. 2021a. Disponível em: <http://imrs.fjp.mg.gov.br/Content/Files/1-IMRS%20GERAL.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Resultado da Consulta – Taxa de emprego no setor formal**. 2021c. Disponível em: <http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/Resultado>. Acesso em: 16 nov. 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Resultado da Consulta – Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município**. 2021b. Disponível em: <http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/Resultado>. Acesso em: 12 fev. 2022.

FURTADO, Janaína *et al.* **Capacitação básica em defesa civil**. 5 ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Capacitao-Bsica-em-Defesa-Civil---Livro-do-curso-em-Ambiente-Virtual-de-Ensino-Aprendizagem---5-Edio.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 241 de 393



GORDIS, Leon. *Epidemiology*. 5. ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2014. 392 p.

GUHA-SAPIR, Debarati; LECHAT, Michel F. Information systems and needs assessment in natural disasters: an approach for better disaster relief management. **Disasters**, v. 10, n. 3, p. 232-237, 1986. DOI: 10.1111/j.1467-7717.1986.tb00594.x.

HAYASHI, Yoshimitsu *et al.* The impact of evacuation on the incidence of chronic kidney disease after the Great East Japan Earthquake: The Fukushima Health Management Survey. **Clinical and experimental nephrology**, v. 21, n. 6, p. 995-1002, 2017. DOI: 10.1007/s10157-017-1395-8

HENDRICKSON, L. A.; VOGT, R. L. Mortality of Kauai residents in the 12-month period following Hurricane Iniki. **American Journal of Epidemiology**, v. 144, n.2. p. 188-191, 1996. DOI:10.1093/oxfordjournals.aje.a008907

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/brumadinho.html>. Acesso em: 27 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse por setores**. IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/tooltip/tooltip.htm?codigo=31090060500002>. Acesso em: 27 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010 – Características da População e dos Domicílios – Resultados do Universo**. IBGE: 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf. Acesso em 16 dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto – PIB**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 16 nov. 2021.

JCS; JSH; JCC JOINT WORKING GROUP. Guidelines for Disaster Medicine for Patients With Cardiovascular Diseases (JCS 2014/JSH 2014/JCC 2014) - Digest Version. **Circulation journal: official journal of the Japanese Circulation Society**, v. 80, n. 1, p. 261-84, 2016. DOI: 10.1253/circj.CJ-66-0121

KAWANO, Takahisa *et al.* Infectious disease frequency among evacuees at shelters after the great eastern Japan earthquake and tsunami: a retrospective study. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 8, n. 1, p. 58-64, 2014. DOI: 10.1017/dmp.2014.15.

KHAN, Amira M; MORRIS, Shaun K; BHUTTA, Zulfiqar A. Neonatal and Perinatal Infections. **Pediatrics Clinics of North America**, v. 64, n. 4, p. 785-798, 2017. DOI: 10.1016/j.pcl.2017.03.008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2017.03.008>.



KIM, Soyeon *et al.* Hurricane Sandy (New Jersey): Mortality Rates in the Following Month and Quarter. **American Journal of Public Health**, v. 107, n.8, p. 1304-1307, 2017. DOI:10.2105/AJPH.2017.303826

KÖLVES, Kairi *et al.* Natural disasters and suicidal behaviours: a systematic literature review. **Journal of affective disorders**, v. 146, n.1, p.1-14,2013. DOI: 10.1016/j.jad.2012.07.037

KOYAMA, Shihoko *et al.* Determinants of Increased Tobacco Consumption Following a Major Disaster. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 15, n. 1, p. 20-24, 2021. DOI: 10.1017/dmp.2019.160.

KRZYŻANOWSKI, Michal; COHEN, Aaron. Update of WHO air quality guidelines. **Air Quality Atmosphere & Health**, v. 1, p. 7–13, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11869-008-0008-9>.

LAGUARDIA, Josué *et al.* Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan): desafios no desenvolvimento em saúde de um sistema de informação em saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 13, n. 3, p. 135 - 147, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742004000300002>

LAWRENCE, Wayne R *et al.* After the Storm: Short-term and Long-term Health Effects Following Superstorm Sandy among the Elderly. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 13, n. 1, p. 28-32, 2019. DOI: 10.1017/dmp.2018.152

LEE, S.H. *et al.* Skin problems after a tsunami. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 20, n. 7, p. 860-863, 2006. DOI: 10.1111/j.1468-3083.2006.01666.x.

LICHER, Silvan *et al.* Lifetime risk and multimorbidity of non-communicable diseases and disease-free life expectancy in the general population: A population-based cohort study. **PLoS Medicine**, v. 16, n.2, e1002741, 2019. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002741

LOWE, Sarah R. *et al.* Posttraumatic Stress and Depression in the Aftermath of Environmental Disasters: A Review of Quantitative Studies Published in 2018. **Current Environmental Health Reports**, v. 6, n. 4, p. 344-360, 2019. DOI: 10.1007/s40572-019-00245-5.

LUCCHINI, Roberto G *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

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1989.

MAANTAY, Juliana A., MCLAFFERTY, Sara. **Geospatial Analysis of Environmental Health**. Springer, New York, 2011.



MACHADO, Juliana Pires; MARTINS, Mônica; LEITE, Iuri da Costa. Qualidade das bases de dados hospitalares no Brasil: alguns elementos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n. 03, p. 567-581, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-5497201600030008>

MATHIAS, Thais Aidar de Freitas *et al.* Confiabilidade dos diagnósticos de internações por causas externas financiadas pelo Sistema Único de Saúde em dois municípios do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4257-4265, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320141910.13692013>

MARQUES, Carla Adriana; SIQUEIRA, Marluce Mechelli de; PORTUGAL, Flávia Batista. Avaliação da não completude das notificações compulsórias de dengue registradas por município de pequeno porte no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 3, p. 891-900, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.16162018>.

MAIA-ELKHOURY, Ana Nilce Silveira *et al.* Análise dos registros de leishmaniose visceral pelo método de captura-recaptura. **Revista de Saúde Pública**, 41, n. 6, p. 931-937, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102007000600007>

MELO, Cristiane Magalhães de; BEVILACQUA, Paula Dias; BARLETTO, Marisa. Produção da informação sobre mortalidade por causas externas: sentidos e significados no preenchimento da declaração de óbitos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 5, p. 1225-1234, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000500007>

MELO, Maria Aparecida de Souza *et al.* Percepção dos profissionais de saúde sobre os fatores associados à subnotificação no Sistema Nacional de Agravos de Notificação. **Revista de Administração em Saúde**, v. 18, n. 71, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.23973/ras.71.104>

MINAS GERAIS. Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Notícias. **Agentes de transformação e guardiãs da memória: a atuação incansável das mulheres nos casos Mariana e Brumadinho**. Belo, Horizonte, 2020. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/agentes-de-transformacao-e-guardias-da-memoria-a-atuacao-incansavel-das-mulheres-nos-casos-mariana-e-brumadinho.htm>. Acesso em: 23 jul. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. **Boletim epidemiológico especial**. Febre Amarela Silvestre em Minas Gerais. 2018. Disponível em: http://www.saude.mg.gov.br/images/noticias_e_eventos/000_2018/BoletinsEpidemiologicos/Boletim_-_Febre_Amarela_2018_-_Consolidado_V3.pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

MORENO, Bruno. Desemprego provoca debandada de clientes dos planos de saúde privados para o SUS. **Hoje em Dia**. Belo Horizonte, 15 nov. 2021. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/primeiro-plano/desemprego-provoca-debandada-de-clientes-dos-planos-de-sa%C3%BAde-privados-para-o-sus-1.441834>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MORITA, Tomohiro *et al.* Excess mortality due to indirect health effects of the 2011 triple disaster in Fukushima, Japan: a retrospective observational study. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 71, n. 10, p. 974-980, 2017. DOI: 10.1136/jech-2016-208652

MOURA, Larissa; LANDAU, Elena Charlotte; FERREIRA, Adriana de Melo. Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil. In: LANDAU, Elena



Charlotte; MOURA, Larissa. **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 8, p. 189-212. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1063680/variacao-geografica-do-saneamento-basico-no-brasil-em-2010-domicilios-urbanos-e-rurais>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MREJEN, Matias; PERELMAN, Julian; MACHADO, Danielle Carusi. Environmental disasters and birth outcomes: Impact of a tailings dam breakage in Brazil. **Social Science & Medicine**, v. 250, 112868, 2020. DOI: 10.1016/j.socscimed.2020.112868.

MURAKAMI, Aya *et al.* Noncommunicable Diseases After the Great East Japan Earthquake: Systematic Review, 2011-2016. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 12, n. 3, p. 396-407, 2018. DOI: 10.1017/dmp.2017.63

NAGAI, Masato *et al.* Impact of evacuation on trends in the prevalence, treatment, and control of hypertension before and after a disaster. **Journal of hypertension**, v. 36, n. 4, p. 924-932, 2018. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001626

NARITA, Keisuke; HOSHIDE, Satoshi; KARIO, Kazuomi. Time course of disaster-related cardiovascular disease and blood pressure elevation. **Hypertension Research**, v. 44, p. 1534–1539, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41440-021-00698-y>

NASCIMENTO, Laura Branquinho do *et al.* Dengue em gestantes: caracterização dos casos no Brasil, 2007-2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 3, p. 433-442, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742017000300002>

NEVES, Maila de Castro Lourenço *et al.* (Org.). **PRISMMA: Pesquisa sobre a saúde mental das famílias atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana**. Belo Horizonte: Corpus, 2018. 80p. Disponível em: https://ufmg.br/storage/3/5/1/4/3514aa320d36a17e5d5ec0ac2d1ba79e_15236492458994_644662090.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

NOAL, Débora Silva; RABELO, Ionara Vieira Moura; CHACHAMOVICH, Eduardo. O impacto na saúde mental dos afetados após o rompimento da barragem da Vale. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 35, n. 5, e00048419, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00048419>.

NOJI, E.K. Disaster Epidemiology and disease monitoring. **Journal of Medical Systems**, v. 19, n. 2, p. 171-174, 1995. DOI: 10.1007/BF02257068

NOMURA, Shuhei *et al.* Social determinants of mid- to long-term disaster impacts on health: A systematic review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 16, p. 53-67, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.01.013>

NORRIS, Fran H. *et al.* 60,000 disaster victims speak: part I. An empirical review of the empirical literature, 1981–2001. **Psychiatry**, v. 65, p. 207–239, 2002. DOI: 10.1521/psyc.65.3.207.20173. DOI: 10.1521/psyc.65.3.207.20173



NORRIS, Fran H; FRIEDMAN, Matthew J; WATSON, Patricia J. 60,000 disaster victims speak: Part II. Summary and implications of the disaster mental health research. **Psychiatry**, v. 65, n. 3, p. 240-260, 2002. DOI: 10.1521/psyc.65.3.240.20169

NORRIS, Fran H; TRACY, Melissa; GALEA, Sandro. Looking for resilience: understanding the longitudinal trajectories of responses to stress. **Social Science & Medicine**, v. 68, n. 12, p. 2190-8, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.03.043>

OE, Misari *et al.* Mental Health Consequences of the Three Mile Island, Chernobyl, and Fukushima Nuclear Disasters: A Scoping Review. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 18, 7478, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18147478>

OHIRA, Tetsuya *et al.* Evacuation and Risk of Hypertension After the Great East Japan Earthquake: The Fukushima Health Management Survey. **Hypertension**, v. 68, n. 3, p. 558-564, 2016. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.07499.

OLIVEIRA, Janaína. Mais de 70 mil dão adeus ao plano de saúde; desemprego e queda no poder aquisitivo agravam situação. **Associação Brasileira de Planos de Saúde – Abramge**, 2015. Disponível em: <https://abramge.com.br/portal/index.php/pt-BR/component/content/article?id=707:mais-de-70-mil-dao-adeus-ao-plano-de-saude-desemprego-e-queda-no-poder-aquisitivo-agravam-situacao>. Acesso em: 10 fev. 2022.

OLIVEIRA, Wanderson Kleber de; ROHPLS, Daniela Buosi; GARCIA, Leila Posenato. O desastre de Brumadinho e a atuação da Vigilância em Saúde. **Epidemiologia Serviços de Saúde**, v. 28, n. 1, e20190425, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100025>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Classificação Internacional de Doenças e problemas relacionados à saúde: décima revisão**. São Paulo: Centro Colaborador da OMS para Classificação de Doenças em Português; 1993.

PAGANO, Marcelo; GAUVREAU, Kimberlee. Correlação. In: PAGANO, Marcelo; GAUVREAU, Kimberlee. **Princípios de Bioestatística**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2004. Cap. 17. P. 352-366.

PARENTE, Cláudio E. T. *et al.* First year after the Brumadinho tailings' dam collapse: Spatial and seasonal variation of trace elements in sediments, fishes and macrophytes from the Paraopeba River, Brazil. **Environmental Research**, v. 193, 110526, 2021. DOI: 10.1016/j.envres.2020.110526.

PEIXOTO, Sérgio Viana; ASMUS, Carmen Ildes Rodrigues Fróes. O desastre de Brumadinho e os possíveis impactos na saúde. **Ciência e Cultura**, v. 72, n. 2, p. 43-46, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200012>.

PENA, Paulo Gilvane Lopes *et al.* Derramamento de óleo bruto na costa brasileira em 2019: emergência em saúde pública em questão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 2, e00231019, 2020. DOI: 10.1590/0102-311X00231019



PROJETO BRUMADINHO-UFMG. **Chamada Pública Interna Induzida n 37/2020 - Condições de Saúde da População 1.** Disponível em:

<http://www.projetobrumadinho.ufmg.br/sites/default/files/2020-05/Chamada%2037%20-%20Condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20Sa%C3%BAde%20da%20Popula%C3%A7%C3%A3o%201%2018%2005%202020.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

RAMOS, Alisson Martins *et al.* Monitoramento da qualidade da água do rio Paraopeba e entorno após o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e627997594, 2020. DOI:

<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7594>. DOI:<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7594>

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE – RIPSA. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2. ed. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 349 p.: il. Disponível em:

<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/indicadores.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2022.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2018. Vienna, Austria.

ROCHA, Ederson Mieis *et al.* Impacto do Rompimento da barragem em Mariana –MG na saúde da população ribeirinha da cidade de Colatina –ES. **Tempus – Actas de Saúde Coletiva**, vol. 10, n. 3, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18569/tempus.v10i3.1902>.

ROMÃO, Anselmo *et al.* **Nota técnica: avaliação dos impactos do desastre de Brumadinho sobre a saúde**. Rio de Janeiro: Observatório de Clima e Saúde; 2019. Disponível em:

https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/32268/3/Nota_Tecnica_Brumadinho_impacto_Saude_01022019.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.

ROONEY, Mary R. *et al.* American Diabetes Association Framework for Glycemic Control in Older Adults: Implications for Risk of Hospitalization and Mortality. **Diabetes Care**, v. 44, n.7, p.1524-1531, 2021. DOI:10.2337/dc20-3045

ROTKIN-ELLMAN, Miriam; WONG Karen K; SOLOMON, Gina M. Seafood contamination after the BP Gulf oil spill and risks to vulnerable populations: a critique of the FDA risk assessment. **Environmental health perspectives**, v. 120, n. 2, p. 157-61, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1103695>

RUE, Havard; MARTINO, Sara; CHOPIN, Nicolas. Approximate Bayesian inference for the λ Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistic Methodology)**, v. 71, n. 2, p. 319-392, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2008.00700.x>

RUSKIN, Julia *et al.* Lack of access to medical care during Hurricane Sandy and mental health symptoms. **Preventive Medicine Reports**, v. 10, p. 363-369, 2018. DOI: 10.1016/j.pmedr.2018.04.014



SANTOS, Marcela Lopes *et al.* Fatores associados à subnotificação de tuberculose com base no Sinan Aids e Sinan Tuberculose. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 21, e180019, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720180019>.

SAULNIER, Dell D; RIBACKE, Kim Brolin; von SCHREEB, Johan. No Calm After the Storm: A Systematic Review of Human Health Following Flood and Storm Disasters. **Prehospital Disaster Medicine**, v. 32, n. 5, p. 568-579, 2017. DOI: 10.1017/S1049023X17006574.

SEGURA, Fabiana Roberta *et al.* Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues, Brazil). **Environmental Pollution**, v. 218, p. 813-825, 2016. DOI:10.1016/j.envpol.2016.08.005

SEVER, Mehmet Sukru *et al.* Disasters, children and the kidneys. **Pediatric nephrology**, v. 35, n. 8, p. 1381-1393, 2020. DOI: 10.1007/s00467-019-04310-x

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica**, São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975.

SILVA, Mariano Andrade da *et al.* Sobreposição de riscos e impactos no desastre da Vale em Brumadinho. **Ciência e Cultura**, v. 72, n. 2, p. 21-28, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200008>.

SMITH, Manoella. Queda no número de usuários de planos de saúde pode sobrecarregar o SUS, alertam especialistas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, ano 100, n. 33.389, 1 set. 2020. Seminários Folha. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2020/08/queda-no-numero-de-usuarios-de-planos-de-saude-pode-sobrecarregar-o-sus-alertam-especialistas.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SOARES, Cássia Virgínia Pereira. **Qualidade dos dados das notificações de violência contra mulheres no estado de Minas Gerais, 2011 a 2018**. 2021. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto René Rachou, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/50185>. Acesso em: 17 fev. 2022.

SUDA, Tomomi *et al.* Medical Needs in Minamisannriku Town after the Great East Japan Earthquake. **The Tohoku Journal of Experimental Medicine**, v. 248, n. 2, p. 73-86, 2019. DOI:10.1620/tjem.248.73

THACKER, Stephen B.; BERKELMAN, Ruth L. Public health surveillance in the United States. **Epidemiologic Reviews**, v 10, n. 1, p. 164-190, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a036021>.

THURSTON, Alyssa Mari *et al.* Natural hazards, disasters and violence – elos z women and girls: a global mixed-methods systematic review. **BMJ Global Health**, v. 6, n. 4, e004377, 2021. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-004377

TOFLER, Geoffrey H; MULLER, James E. Triggering of acute cardiovascular disease and potential preventive strategies. **Circulation**, v. 114, n.17, p. 1863-1872, 2006. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.596189



TOMIMATSU, Maria Fátima Akemi Iwakura *et al.* Qualidade da informação sobre causas externas no Sistema de Informações Hospitalares. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 413-420, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009005000019>

TSUKINOKI, Rumi *et al.* Comparison of standardised mortality ratios for renal failure before and after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami: na analysis of national vital statistics. **BMJ Open**, v. 8, n. 12, e023435, 2018. DOI: [10.1136/bmjopen-2018-023435](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023435)

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Poverty and inequality**. 2020. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/disaster-risk/risk-drivers/poverty/>. Acesso em: 25 jul. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Vulnerability**. 2021. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>. Acesso em: 24 jun. 2021.

VALE DO RIO DOCE. **Lista de pessoas sem contato e óbitos confirmados decorrentes do rompimento da Barragem 1, em Brumadinho no dia 25/01/2019**. Disponível em: http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/ elos za-para-comunidade/minas-gerais/ elos zações_brumadinho/Paginas/listas-atualizadas.aspx. Acesso em: 17 fev. 2022.

VITÓRIA, Flávia Constantino da *et al.* Desastre Ambiental da Barragem de Fundão, Mariana, MG – Análise de Impactos Socioambientais. **Revista Internacional de Ciências**, v. 09, n. 03, p. 2 – 15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.12957/ric.2019.40296>

VORMITTAG, Evangelina da Motta Pacheco Alves de Araujo; OLIVEIRA, Maria Aparecida de; GLERIANO, Josué Souza. Avaliação de Saúde da População de Barra Longa afetada pelo Desastre de Mariana, Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, e01222, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0122r2vu18L1AO>

XAVIER, Diego Ricardo; BARCELLOS, Christovam; FREITAS, Carlos Machado. Eventos climáticos extremos e consequências sobre a saúde: o desastre de 2008 em Santa Catarina segundo diferentes fontes de informação. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 4, p. 273-294, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1119V1742014>

YAGI, Akiko *et al.* Changes in drinking behavior among evacuees after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: the Fukushima Health Management Survey. **Fukushima Journal of Medical Science**, v. 66, n. 3, p. 133-142, 2020. DOI: [10.5387/fms.2019-24](https://doi.org/10.5387/fms.2019-24). DOI: [10.5387/fms.2019-24](https://doi.org/10.5387/fms.2019-24)

YENDER R; MICHEL J; LORD C. **Managing Seafood Safety After na Oil Spill**. Seattle, WA: Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. 2002. Disponível em: <https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/managing-seafood-safety-oil-spill.pdf>. Acesso em: accessed 29 nov 2021.

YOO, Kyung Don *et al.* Disaster preparedness for earthquakes in hemodialysis units in Gyeongju and Pohang, South Korea. **Kidney research and clinical practice**, v. 38, n. 1, p. 15-24, 2019. DOI: [10.23876/j.krcp.18.0058](https://doi.org/10.23876/j.krcp.18.0058)



ZHOU, Donghao *et al.* Uncontrolled hypertension increases risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in US adults: the NHANES III Linked Mortality Study. **Scientific Reports**, v. 8, n.1, 9418, 2018. DOI:10.1038/s41598-018-27377-2



APÊNDICE A – Seleção de causas básicas de morte – SIM

| Capítulo da CID-10 | Causa básica do óbito | Código da CID-10 |
|--|---|---|
| Capítulo I Algumas doenças infecciosas e parasitárias | - Cólera | A00 |
| | - Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível | A09 |
| | - Febres tifóide e paratifóide - Outras infecções por Salmonella - Shigelose - Outras infecções intestinais bacterianas - Amebíase - Outras doenças intestinais por protozoários - Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | A01, A02, A03, A04, A06, A07 e A08 |
| | - Febres tifóide e paratifóide | A01 |
| | - Outras infecções por Salmonella | A02 |
| | - Shigelose | A03 |
| | - Outras infecções intestinais bacterianas | A04 |
| | - Amebíase | A06 |
| | - Outras doenças intestinais por protozoários | A07 |
| | - Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | A08 |
| | - Tuberculose respiratória com ou sem confirmação bacteriológica e histológica | A15 e A16 |
| | - Meningite tuberculosa - Tuberculoma meníngeo - Outras tuberculoses do sistema nervoso - Tuberculose não especificada do sistema nervoso | A170, A171, A178 e A179 |
| | - Tuberculose óssea e das articulações | A180 |
| | - Tuberculose do aparelho geniturinário | A181 |
| | - Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos | A183 |
| | - Tuberculose miliar aguda de localização única e especificada - Tuberculose miliar aguda de múltiplas localizações - Tuberculose miliar aguda não especificada - Outras tuberculoses miliares - Tuberculose miliar não especificada | A190, A191, A192, A198 e A199 |
| | - Leptospirose | A27 |
| | - Dengue (dengue clássico) - Febre hemorrágica devido ao vírus da dengue | A90 e A91 |
| | - Febre Amarela | A95 |
| | - Hepatite A com ou sem coma hepático | B150 e B159 |
| | - Malária por Plasmodium falciparum, por Plasmodium vivax ou por Plasmodium malariae - Outras formas de malárias com confirmação para exames parasitológicos - Malária não especificada | B50, B51, B52, B53 e B54 |
| | - Leishmaniose visceral | B550 |
| | - Leishmaniose cutânea ou cutâneo-mucosa | B551 e B552 |
| | - Leishmaniose não especificada | B559 |
| | - Doença de Chagas | B57 |
| | - Esquistossomose | B65 |
| | - Cisticercose | B69 |
| | - Infestação hepática por Echinococcus granulosus - Infestação pulmonar por Echinococcus granulosus - Infestação óssea por Echinococcus granulosus - Infestações por Echinococcus granulosus, outras e de localizações múltiplas - Infestação não especificada por Echinococcus granulosus - Infestação hepática por Echinococcus multilocularis | B670, B671, B672, B673, B674, B675, B676, B677, B678 e B679 |



| | | |
|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Infecções por <i>Echinococcus multilocularis</i>, outras e de localizações múltiplas - Infestação não especificada por <i>Echinococcus multilocularis</i> - Infestação hepática não especificada, por <i>Echinococcus</i> - Infestações por <i>Echinococcus</i>, outras e as não especificadas | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Infestação por <i>Taenia solium</i> ou por <i>Taenia saginata</i> - Infestação não especificada por <i>Taenia</i> | B680, B681 e B689 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Filariose por <i>Wuchereria bancrofti</i>, por <i>Brugia malayi</i> ou por <i>Brugia timori</i> - Loafase - Mansonelose - Outras filarioses - Filariose não especificada | B740, B741, B741, B743, B744, B748 e B749 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Ancilostomose - Outras ancilostomíases - Ancilostomíase não especificada | B760, B768 e B764 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Ascariíase com complicações intestinais - Ascariíase com outras complicações - Ascariíase não especificada | B770, B778 e B779 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Estrongiloidíase intestinal - Estrongiloidíase cutânea - Estrongiloidíase disseminada - Estrongiloidíase não especificada | B780, B781, B787 e B789 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Tricuríase | B79 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Oxiuriíase (enterobíase) | B80 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Fase inicial do tracoma - Fase ativa do tracoma - Tracoma não especificado | A710, A711 e A719 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Pitiríase versicolor - Tinha negra - Piedra branca - Piedra negra - Outras micoses superficiais especificadas - Micose superficial não especificada | B360, B361, B362, B363, B368 e B369 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conjuntivite viral | B30 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Dermatofitose | B35 |
| Capítulo IV Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | <ul style="list-style-type: none"> - Diabetes <i>mellitus</i> insulino-dependente ou não-insulino-dependente - Diabetes <i>mellitus</i> relacionado com a desnutrição - Outros tipos especificados de diabetes <i>mellitus</i> - Diabetes <i>mellitus</i> não especificado | E10, E11, E12, E13 e E14 |
| Capítulo V Transtornos mentais e comportamentais | <ul style="list-style-type: none"> - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de álcool - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de opiáceos - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de canabinóide - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de sedativos e hipnóticos - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso da cocaína - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de outros estimulantes, inclusive a cafeína - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de alucinógenos - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de fumo - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de solventes voláteis – intoxicação aguda - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de múltiplas drogas e ao uso de outras substâncias psicoativas | F100 a F199 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Episódio maníaco | F30, F31, |



| | | |
|---|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Transtorno afetivo bipolar - Episódios depressivos - Transtorno depressivo recorrente - Transtornos de humor [afetivos] persistentes - Outros transtornos do humor [afetivos] - Transtorno do humor [afetivo] não especificado | F32, F33, F34, F38 e F39 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Transtornos fóbico-ansiosos - Outros transtornos ansiosos - Transtorno obsessivo-compulsivo - Reações ao “stress” grave e transtornos de adaptação - Transtornos dissociativos (de conversão) - Transtornos somatoformes - Outros transtornos neuróticos | F40, F41, F42, F43, F44, F45 e F48 |
| Capítulo VII | <ul style="list-style-type: none"> - Conjuntivite - Outros transtornos da conjuntiva - Transtornos da conjuntiva em doenças classificadas em outra parte | H10, H11 e H13 |
| Doença do olho e anexos | | |
| Capítulo IX | <ul style="list-style-type: none"> - Hipertensão essencial (primária) - Doença cardíaca hipertensiva - Doença renal hipertensiva - Doença cardíaca e renal hipertensiva - Hipertensão secundária | I10, I11, I 12, I13 e I15 |
| Doenças do aparelho circulatório | | |
| | - Hipertensão essencial (primária) | I10 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Angina pectoris - Infarto agudo do miocárdio - Infarto do miocárdio recorrente - Algumas complicações atuais subsequentes ao infarto agudo do miocárdio - Outras doenças isquêmicas agudas do coração - Doença isquêmica crônica do coração | I20 a I25 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Infarto agudo do miocárdio - Infarto do miocárdio recorrente | I21 e I22 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Hemorragia subaracnóide - Hemorragia intracerebral - Outras hemorragias intracranianas não-traumáticas - Infarto cerebral - Acidente vascular cerebral, não especificado como hemorrágico ou isquêmico - Oclusão e estenose de artérias pré-cerebrais que não resultam em infarto cerebral - Oclusão e estenose de artérias cerebrais que não resultam em infarto cerebral - Outras doenças cerebrovasculares - Transtornos cerebrovasculares em doenças classificadas em outra parte - Sequelas de doenças cerebrovasculares | I60, I61, I62, I63, I64, I65, I66, I67, I68 e I69 |
| Capítulo X | <ul style="list-style-type: none"> - Bronquite aguda - Bronquiolite aguda - Infecções agudas não especificada das vias aéreas inferiores | J20, J21 e J22 |
| Doenças do aparelho respiratório | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Bronquite não especificada como aguda ou crônica - Bronquite crônica simples e a mucopurulenta - Bronquite crônica não especificada - Enfisema - Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas - Asma - Estado de mal asmático - Bronquectasia | J40 a J47 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Bronquite não especificada como aguda ou crônica - Bronquite crônica simples e a mucopurulenta | J40 + J41 + J42 + J43 + |



| | | |
|---|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Bronquite crônica não especificada - Enfisema - Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas | J44 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Asma | J45 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Bronquectasia | J47 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Rinite alérgica e vasomotora - Rinite, nasofaringite e faringite crônicas - Sinusite crônica - Pólipo nasal - Outros transtornos do nariz e dos seios paranasais - Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides - Abscesso periamigdaliano - Laringite e laringotraqueíte crônicas - Doenças das cordas vocais e da laringe não classificadas em outra parte - Outras doenças das vias aéreas superiores | J30, J31, J32, J33, J34, J35, J36, J37, J38 e J39 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Pneumoconiose dos mineiros de carvão - Pneumoconiose devida a amianto [asbesto] e outras fibras minerais - Pneumoconiose devida a poeira que contenham sílica - Pneumoconiose devida a outras poeiras inorgânicas - Pneumoconiose não especificada - Pneumoconiose associada com tuberculose | J60, J61, J62, J63, J64 e J65 |
| <p>Capítulo XII</p> <p>Doenças da pele e do tecido subcutâneo</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Síndrome da pele escaldada estafilocócica do recém-nascido - Abscesso cutâneo, furúnculo e antraz - Celulite (Flegmão) - Linfadenite aguda - Cisto pilonidal - Outras infecções localizadas da pele e do tecido subcutâneo - Pênfigo - Outras afecções acantolíticas - Penfigóide - Outras afecções bolhosas - Afecções bolhosas em doenças classificadas em outra parte - Dermatite atópica, seborreica, das fraldas, alérgicas, de contato por irritantes, de contato não especificada, esfoliativa ou devida a substâncias de uso interno - Líquen simples crônico e prurigo - Prurido - Outras dermatites - Psoríase - Parapsoríase - Pitiríase rósea - Líquen plano - Outras afecções pápulo-descamativas - Afecções pápulo-descamativas em doenças classificadas em outra parte - Urticária - Eritema polimorfo (eritema multiforme) ou nodoso - Outras afecções eritematosas - Eritema em doenças classificadas em outra parte - Queimadura solar - Outras alterações agudas da pele devidas a radiação ultravioleta - Alterações da pele devidas à exposição crônica à radiação não ionizante - Radiodermatite - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo relacionadas com a radiação - Afecções das unhas - Afecções das unhas em doenças classificadas em outra parte - Alopecia areata ou androgênica - Outras formas não cicatriciais da perda de cabelos ou pelos - Alopecia cicatricial (perda de cabelos ou pelos, cicatricial) | L00 a L99 |



| | | |
|--|---|-----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Anormalidades da cor e do pedículo dos cabelos e dos pelos - Hipertricose - Acne - Rosácea - Cistos foliculares da pele e do tecido subcutâneo - Outras afecções foliculares - Afecções das glândulas sudoríparas écrinas ou apócrinas - Vitiligo - Outros transtornos da pigmentação - Ceratose seborréica - Acantose nigricans - Calos e calosidades - Outras formas de espessamento epidérmico - Ceratodermia em doenças classificadas em outra parte - Transtornos da eliminação transepidermica - Piodermite gangrenosa - Úlcera de decúbito - Afecções atróficas ou hipertróficas da pele - Afecções granulomatosas da pele e do tecido subcutâneo - Lúpus eritematoso - Outras afecções localizadas do tecido conjuntivo - Vasculite limitada a pele não classificadas em outra parte - Úlcera dos membros inferiores não classificada em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo não classificadas em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo em doenças classificadas em outra parte | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Síndrome da pele escaldada estafilocócica do recém-nascido - Abscesso cutâneo, furúnculo e antraz - Celulite (Flegmão) - Linfadenite aguda - Cisto pilonidal - Outras infecções localizadas da pele e do tecido subcutâneo | L00 a L08 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Vitiligo - Outros transtornos da pigmentação - Ceratose seborréica - Acantose nigricans - Calos e calosidades - Outras formas de espessamento epidérmico - Ceratodermia em doenças classificadas em outra parte - Transtornos da eliminação transepidermica - Piodermite gangrenosa - Úlcera de decúbito - Afecções atróficas ou hipertróficas da pele - Afecções granulomatosas da pele e do tecido subcutâneo - Lúpus eritematoso - Outras afecções localizadas do tecido conjuntivo - Vasculite limitada a pele não classificadas em outra parte - Úlcera dos membros inferiores não classificada em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo não classificadas em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo em doenças classificadas em outra parte | L80 a L99 |
| <p>Capítulo XIV</p> <p>Doenças do aparelho geniturinário</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiência renal crônica - Insuficiência renal não especificada | N18 a N19 |



| | | |
|---|--|------------------|
| <p>Capítulo XVI</p> <p>Algumas afecções originadas no período perinatal</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Doenças virais congênicas - Septicemia bacteriana do recém-nascido - Outras doenças infecciosas e parasitárias congênicas - Onfalite do recém-nascido com ou sem hemorragia leve - Outras infecções específicas do período perinatal | <p>P35 a P39</p> |
| <p>Capítulo XX</p> <p>Causas externas de morbidade e de mortalidade</p> | <p><i>Acidentes de transporte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedestre traumatizado em um acidente de transporte; - Ciclista traumatizado em um acidente de transporte; - Motociclista traumatizado em um acidente de transporte; - Ocupante de triciclo motorizado traumatizado em um acidente de transporte; - Ocupante de um automóvel traumatizado em um acidente de transporte; - Ocupante de uma caminhonete traumatizado em um acidente de transporte; - Ocupante de um veículo de transporte pesado traumatizado em um acidente de transporte; - Ocupante de um ônibus traumatizado em um acidente de transporte; - Outros acidentes de transporte terrestre; - Acidentes de transporte por água; - Acidentes de transporte aéreo e espacial; - Outros acidentes de transporte e os não especificados. | <p>V01 a V99</p> |
| | <p><i>Outras causas externas de traumatismos acidentais:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Queda mesmo nível envolvendo gelo e neve ou por escorregão, tropeção ou passos em falso - Queda envolvendo patins de rodas ou para gelo, esqui, pranchas de rodas ou cadeira de rodas - Outras quedas no mesmo nível por colisão com ou empurrão por outra pessoa - Queda enquanto estava sendo carregado ou apoiado por outras pessoas - Queda de um leito, cadeira ou de outro tipo de mobília - Queda envolvendo equipamento de <i>playground</i> - Queda em ou de escadas ou degraus, escadas de mão ou andaime - Queda de ou para fora de edifícios ou outras estruturas - Queda de árvore - Queda de penhasco - Mergulho ou pulo em água causando outro traumatismo que não afogamento ou submersão - Outras quedas de um nível a outro - Outras quedas no mesmo nível - Queda s/especificação - Impacto causado por objeto lançado, projetado ou em queda - Impacto acidental ativo ou passivo causado por equipamento esportivo ou outros objetos - Apertado, colhido, comprimido ou esmagado dentro de ou entre objetos - Contato com elevadores e instrumentos de transmissão não classificados em outra parte - Contato com vidro cortante, faca, espada, punhal, ferramentas manuais sem motor, segadeira motorizada para cortar ou aparar grama, outros utensílios manuais e aparelhos domésticos equipados com motor, maquinaria agrícola, com outras máquinas e com as não especificadas - Projétil de revólver, outras armas de fogo e das não especificadas - Rifle, espingarda armas fogo de maior tamanho - Explosão ou ruptura de caldeira, cilindro de gás, pneumático, tubulação ou mangueira, pressurizados ou outros aparelhos pressurizados especificados - Queima de fogos de artifício | <p>W00-X59</p> |



| | | |
|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Explosão de outros materiais - Exposição a um jato de alta pressão, a ruído ou a vibração - Penetração de corpo estranho no ou através de olho ou orifício natural ou através da pele - Contato com agulha hipodérmica - Exposição a outras forças mecânicas inanimadas e às não especificadas - Golpe, pancada, pontapé, mordedura ou escoriação infligidos por outra pessoa - Colisão entre duas pessoas - Esmagado, empurrado ou pisoteado por multidão ou debandada em massa de pessoas - Mordedura de rato - Mordedura ou golpe provocado por cão, por outros animais mamíferos - Contato com animais marinhos - Mordeduras e picadas de inseto e de outros artrópodes, não venenosos - Mordedura ou golpe provocado por crocodilo ou aligátor - Mordedura ou esmagamento provocado por outros reptéis - Contato com espinhos de plantas ou folhas aguçadas - Exposição a outras forças mecânicas animadas e às não especificadas - Afogamento e submersão durante banho em banheira ou consecutiva à queda dentro de uma banheira, em piscina ou conseqüente à queda dentro de uma piscina, em águas naturais ou conseqüente à queda dentro de águas naturais - Outros afogamentos e submersão especificados - Afogamento e submersão não especificados - Sufocação e estrangulamento acidental na cama - Outro enforcamento e estrangulamento acidental - Risco à respiração devido à desmoronamento, queda de terra e de outras substâncias - Inalação do conteúdo gástrico - Inalação e ingestão de alimentos causando obstrução do trato respiratório - Inalação e ingestão de outros objetos causando obstrução do trato respiratório - Confinado ou aprisionado em um ambiente pobre em oxigênio - Outros riscos especificados à respiração - Riscos não especificados à respiração - Exposição à linhas de transmissão de corrente elétrica, a outra corrente elétrica especificada, à corrente elétrica não especificada, à radiação ionizante, a fontes luminosas artificiais visíveis ou à luz ultravioleta, a outros tipos de radiação não-ionizante, a tipo não especificado de radiação, a um calor excessivo de origem artificial, a um frio excessivo de origem artificial, a alta, baixa, a variações da pressão atmosférica ou a outros fatores ambientais artificiais e aos não especificados - Exposição a fogo, controlado ou não-controlado, dentro ou fora de um edifício ou outro tipo de construção - Exposição à combustão de substância muito inflamável, de roupa de dormir, de outro tipo de roupa ou de acessórios, a outro tipo especificado de fumaças, fogo ou chamas ou a tipo não especificado de fumaças, fogo ou chamas - Contato com bebidas, alimentos, gordura e óleo de cozinha quentes, água corrente quente de torneira, outros líquidos quentes, vapor d'água e vapores quentes, ar e gases quentes, aparelhos domésticos quentes, aquecedores, radiadores e tubulação, motores, máquinas e ferramentas quentes, outros metais quentes ou outras fontes de calor ou substâncias quentes não especificados - Contato com serpentes e lagartos venenosos, aranhas venenosas, escorpiões, abelhas, vespas e vespões, centopeias e miriápodes venenosas (tropicais), outros artrópodes venenosos especificados, animais e plantas marinhos venenosos, outros animais venenosos especificados, outras | |
|--|---|--|



| | | |
|--|--|------------------|
| | <p>plantas venenosas especificadas ou com animais ou plantas venenosos, sem especificação</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposição a calor natural excessivo, frio natural excessivo ou à luz solar - Vítima de raio, terremoto, erupção vulcânica, avalanche, desabamento de terra e outros movimentos da superfície terrestre, tempestade cataclísmica ou inundação - Exposição a outras forças da natureza e às não especificadas - Envenenamento [intoxicação] acidental por e exposição a analgésicos, antipiréticos e anti-reumáticos, não-opiáceos, anticonvulsivantes [antiepilépticos], sedativos, hipnóticos, antiparkinsonianos e psicotrópicos não classificadas em outra parte, narcóticos e psicodislépticos [alucinógenos] não classificados em outra parte, outras substâncias farmacológicas de ação sobre o sistema nervoso autônomo, outras drogas, medicamentos e substâncias biológicas não especificadas, álcool, solventes orgânicos e hidrocarbonetos halogenados e seus vapores, pesticidas, outras substâncias químicas nocivas e às não especificadas - Intoxicação acidental por e exposição a outros gases e vapores - Excesso de exercícios e movimentos vigorosos ou repetitivos - Viagem e movimento - Estadia prolongada em ambiente agravitacional - Falta de alimento ou de água - Privação não especificada - Exposição a fatores não especificados | |
| | <p><i>Envenenamento [intoxicação] acidental por e exposição a substâncias nocivas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Envenenamento [intoxicação] acidental por e exposição a analgésicos, antipiréticos e anti-reumáticos, não-opiáceos, anticonvulsivantes [antiepilépticos], sedativos, hipnóticos, antiparkinsonianos e psicotrópicos não classificadas em outra parte, narcóticos e psicodislépticos [alucinógenos] não classificados em outra parte, outras substâncias farmacológicas de ação sobre o sistema nervoso autônomo, outras drogas, medicamentos e substâncias biológicas não especificadas, álcool, solventes orgânicos e hidrocarbonetos halogenados e seus vapores, pesticidas, outras substâncias químicas nocivas e às não especificadas - Intoxicação acidental por e exposição a outros gases e vapores | <p>X40 a X49</p> |
| | <p><i>Lesões autoprovocadas intencionalmente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Auto-intoxicação por e exposição, intencional, a analgésicos, antipiréticos e anti-reumáticos, não-opiáceos, a drogas anticonvulsivantes [antiepilépticos] sedativos, hipnóticos, antiparkinsonianos e psicotrópicos não classificados em outra parte, narcóticos e psicodislépticos [alucinógenos] não classificados em outra parte, outras substâncias farmacológicas de ação sobre o sistema nervoso autônomo, outras drogas, medicamentos e substâncias biológicas e às não especificadas - Auto-intoxicação voluntária por álcool - Auto-intoxicação intencional por solventes orgânicos, hidrocarbonetos halogenados e seus vapores ou por outros gases e vapores - Auto-intoxicação por e exposição, intencional, a pesticidas ou a outros produtos químicos e substâncias nocivas não especificadas - Lesão autoprovocada intencionalmente por enforcamento, estrangulamento e sufocação, por afogamento e submersão, por disparo de arma de fogo de mão, por disparo de espingarda, carabina, ou arma de fogo de maior calibre, por disparo de outra arma de fogo e de arma de fogo não especificada, por dispositivos explosivos, pela fumaça, pelo fogo e por chamas, por vapor de água, gases ou objetos quentes, por objeto cortante ou penetrante, por objeto contundente, por precipitação de um lugar elevado, por precipitação ou permanência diante de um objeto em movimento, por impacto de um veículo a motor, por outros meios especificados ou por meios não especificados. | <p>X60 a X84</p> |



| | | |
|--|---|------------------|
| | <p><i>Agressão/Homicídio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Agressão por meio de drogas, medicamentos e substâncias biológicas, de substâncias corrosivas, por pesticidas, por meio de gases e vapores, de outros produtos químicos e substâncias nocivas especificados, de produtos químicos e substâncias nocivas não especificados, de enforcamento, estrangulamento e sufocação, de afogamento e submersão, de disparo de arma de fogo de mão, de disparo de espingarda, carabina ou arma de fogo de maior calibre, de disparo de outra arma de fogo ou de arma não especificada, de material explosivo, de fumaça, fogo e chamas, de vapor de água, gases ou objetos quentes, de objeto cortante ou penetrante, de um objeto contundente, de projeção de um lugar elevado, de projeção ou colocação da vítima diante de um objeto em movimento, de impacto de um veículo a motor, ou de força corporal; - Agressão sexual por meio de força física; - Negligência e abandono; - Outras síndromes de maus tratos; - Agressão por outros meios especificados ou não especificados. | <p>X85 a Y09</p> |
| | <p><i>Eventos (fatos) cuja intenção é indeterminada:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Envenenamento [intoxicação] por e exposição a analgésicos, antipiréticos e anti-reumáticos não-opiáceos, anticonvulsivantes [antiepilépticos], sedativos, hipnóticos, antiparkinsonianos e psicotrópicos não classificados em outra parte, narcóticos e a psicodislépticos [alucinógenos] não classificados em outra parte outras substâncias farmacológicas de ação sobre o sistema nervoso autônomo, outras drogas, medicamentos e substâncias biológicas e as não especificadas, álcool, solventes orgânicos e hidrocarbonetos halogenados e seus vapores, outros gases e vapores, pesticidas, outros produtos químicos e substâncias nocivas e aos não especificados - Enforcamento, estrangulamento e sufocação - Afogamento e submersão - Disparo de pistola - Disparo de fuzil, carabina e arma de fogo de maior calibre - Disparo de outra arma de fogo e de arma de fogo não especificada - Contato com material explosivo - Exposição a fumaça, fogo e chamas - Exposição a vapor de água, gases ou objetos quentes - Contato com objeto cortante ou penetrante - Contato com objeto contundente - Queda, salto ou empurrado de um lugar elevado - Queda, permanência ou corrida diante de um objeto em movimento - Impacto de um veículo a motor - Outros fatos ou eventos especificados ou não especificados e intenção não determinada - Intervenção legal | <p>Y10-Y34</p> |
| | <p><i>Sequelas de causas externas de morbidade e de mortalidade:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sequelas de um acidente de veículo a motor ou de outros acidentes; - Sequelas de lesões autoprovocadas intencionalmente, agressão ou de um fato cuja intenção é indeterminada; - Sequelas de cuidado médico ou cirúrgico considerados como uma causa externa; - Sequelas de outras causas externas. | <p>Y85-Y89</p> |



APÊNDICE B – Seleção de diagnósticos principais de internação hospitalar – SIH

| Capítulo da CID-10 | Morbidade Hospitalar | Códigos da CID-10 |
|--|--|--|
| Capítulo I Algumas doenças infecciosas e parasitárias | - Cólera | A00 |
| | - Febres tifoide e paratifoide | A01 |
| | - Shigelose | A03 |
| | - Amebíase | A06 |
| | - Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa e presumível | A09 |
| | - Febres tifoide e paratifoide | A01 + A02 + A03 + A04 + A06 + A07 + A08 |
| | - Outras infecções por Salmonella | |
| | - Shigelose | |
| | - Outras infecções intestinais bacterianas | |
| | - Amebíase | |
| | - Outras doenças intestinais por protozoários | |
| | - Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | |
| | - Outras infecções por Salmonella | A02 |
| | - Outras infecções intestinais bacterianas | A04 |
| | - Outras doenças intestinais por protozoários | A07 |
| | - Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | A08 |
| | - Tuberculose respiratória | A15+A16 |
| | - Tuberculose do sistema nervoso | A170 + A 171 + A178 + A179 |
| | - Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos | A183 |
| | - Tuberculose óssea e das articulações | A180 |
| | - Tuberculose do aparelho geniturinário | A181 |
| | - Tuberculose miliar | A190-A199 |
| | - Leptopirose icterohemorrágica | A27 |
| | - Outras formas de leptospirose | |
| | - Leptospirose não especificada | |
| | - Fase inicial do tracoma | A710 a A719 |
| | - Fase ativa do tracoma | |
| | - Tracoma não especificado | |
| | - Febre amarela | A95 |
| | - Dengue [dengue clássico] | A90 + A91 |
| - Febre hemorrágica devida ao vírus da dengue | | |
| - Hepatite aguda A | B150+B159 | |
| - Outras doenças virais - Conjuntivite viral | B30 | |
| - Dermatofitose | B35 | |
| - Pitiríase versicolor | B360 a B369 | |
| - Tinha negra | | |
| - Piedra branca | | |
| - Piedra negra | | |
| - Outras micoses superficiais especificadas | | |
| - Micose superficial não especificada | | |
| - Malária por Plasmodium falciparum | B50-B54 | |
| - Malária por Plasmodium vivax | | |
| - Malária por Plasmodium malariae | | |
| - Outras formas de malária confirmadas por exames parasitológicos | | |
| - Malária não especificada | | |
| - Leishmaniose visceral | B550 | |
| - Leishmaniose cutânea | B551 + B552 | |
| - Leishmaniose cutâneo-mucosa | | |



| | | |
|---|---|--------------------|
| | - Leishmaniose não especificada | B559 |
| | - Doença de Chagas | B57 |
| | - Esquistossomose [bilharziose] [Schistosomíase] | B65 |
| | - Equinococose | B670 a B679 |
| | - Filariose | B740 a B749 |
| | - Ancilostomose - Outras ancilostomíases - Ancilostomíase não especificada | B760 + B768 + B764 |
| | - Infestação por Taenia | B680 a B689 |
| | - Cisticercose | B69 |
| | - Ascariíase | B770 a B779 |
| | - Estrongiloidíase | B780 a B789 |
| | - Tricuríase | B79 |
| | - Oxiuríase (enterobíase) | B80 |
| Capítulo IV Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | - Diabetes <i>mellitus</i> | E10 a E14 |
| Capítulo V Transtornos mentais e comportamentais | - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de álcool - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de opiáceos - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de canabinóide - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de sedativos e hipnóticos - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso da cocaína - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de outros estimulantes, inclusive a cafeína - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de alucinógenos - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de fumo - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de solventes voláteis - intoxicação aguda - Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de múltiplas drogas e ao uso de outras substâncias psicoativas | F100 a F199 |
| | - Episódio maníaco - Transtorno afetivo bipolar - Episódios depressivos - Transtorno depressivo recorrente - Transtornos de humor [afetivos] persistentes - Outros transtornos do humor [afetivos] - Transtorno do humor [afetivo] não especificado | F30 a F39 |
| | - Transtornos fóbico-ansiosos - Outros transtornos ansiosos - Transtorno obsessivo-compulsivo - Reações ao “stress” grave e transtornos de adaptação - Transtornos dissociativos (de conversão) - Transtornos somatoformes - Outros transtornos neuróticos | F40 a F48 |
| Capítulo VII Doenças do olho e anexos | - Conjuntivite - Outros transtornos da conjuntiva - Transtornos da conjuntiva em doenças classificadas em outra parte | H10 a H13 |
| Capítulo IX Doenças do aparelho circulatório | - Hipertensão essencial (primária) | I10 |
| | - Hipertensão essencial (primária) - Doença cardíaca hipertensiva - Doença renal hipertensiva | I10 a I15 |



| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| | - Doença cardíaca e renal hipertensiva - Hipertensão secundária | |
| | - Infarto agudo do miocárdio - Infarto do miocárdio recorrente | I21 + I22 |
| | - Angina pectoris - Infarto agudo do miocárdio - Infarto do miocárdio recorrente - Algumas complicações atuais subseqüentes ao infarto agudo do miocárdio - Outras doenças isquêmicas agudas do coração - Doença isquêmica crônica do coração | I20 + I21 + I22 + I23 + I24 + I25 |
| | - Hemorragia subaracnóide - Hemorragia intracerebral - Outras hemorragias intracranianas não-traumáticas - Infarto cerebral - Acidente vascular cerebral, não especificado como hemorrágico ou isquêmico - Oclusão e estenose de artérias pré-cerebrais que não resultam em infarto cerebral - Oclusão e estenose de artérias cerebrais que não resultam em infarto cerebral - Outras doenças cerebrovasculares - Transtornos cerebrovasculares em doenças classificadas em outra parte - Sequelas de doenças cerebrovasculares | I60 a I69 |
| Capítulo X Doenças do aparelho respiratório | - Bronquite aguda - Bronquiolite aguda - Infecções agudas não especificada das vias aéreas inferiores | J20 a J22 |
| | - Rinite alérgica e vasomotora - Rinite, nasofaringite e faringite crônicas - Sinusite crônica - Pólipo nasal - Outros transtornos do nariz e dos seios paranasais - Doenças crônicas das amígdalas e das adenoides - Abscesso periamigdaliano - Laringite e laringotraqueíte crônicas - Doenças das cordas vocais e da laringe não classificadas em outra parte - Outras doenças das vias aéreas superiores | J30 a J39 |
| | - Bronquite não especificada como aguda ou crônica - Bronquite crônica simples e a mucopurulenta - Bronquite crônica não especificada - Enfisema - Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas - Asma - Estado de mal asmático - Bronquectasia | J40 a J47 |
| | - Bronquite não especificada como aguda ou crônica - Bronquite crônica simples e a mucopurulenta - Bronquite crônica não especificada - Enfisema - Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas | J40 + J41 + J42 + J43 + J44 |
| | - Asma - Estado de mal asmático | J45 + J46 |
| | - Bronquectasia | J47 |
| | - Pneumoconiose dos mineiros de carvão - Pneumoconiose devida a amianto [asbesto] e outras fibras minerais - Pneumoconiose devida a poeira que contenham sílica - Pneumoconiose devida a outras poeiras inorgânicas | J60 a J65 |



| | | |
|---|--|-----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Pneumoconiose não especificada - Pneumoconiose associada com tuberculose | |
| <p>Capítulo XII</p> <p>Doenças da pele e do tecido subcutâneo</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Síndrome da pele escaldada estafilocócica do recém-nascido - Abscesso cutâneo, furúnculo e antraz - Celulite (Flegmão) - Linfadenite aguda - Cisto pilonidal - Outras infecções localizadas da pele e do tecido subcutâneo | L00 a L08 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Síndrome da pele escaldada estafilocócica do recém-nascido - Abscesso cutâneo, furúnculo e antraz - Celulite (Flegmão) - Linfadenite aguda - Cisto pilonidal - Outras infecções localizadas da pele e do tecido subcutâneo - Pênfigo - Outras afecções acantolíticas - Penfigóide - Outras afecções bolhosas - Afecções bolhosas em doenças classificadas em outra parte - Dermatite atópica - Dermatite seborréica - Dermatite das fraldas - Dermatites alérgicas - Dermatites de contato por irritantes - Dermatite de contato não especificada - Dermatite esfoliativa - Dermatite devida a substâncias de uso interno - Líquen simples crônico e prurigo - Prurido - Outras dermatites - Psoríase - Parapsoríase - Pitiríase rósea - Líquen plano - Outras afecções pápulo-descamativas - Afecções pápulo-descamativas em doenças classificadas em outra parte - Urticária - Eritema polimorfo (eritema multiforme) - Eritema nodoso - Outras afecções eritematosas - Eritema em doenças classificadas em outra parte - Queimadura solar - Outras alterações agudas da pele devidas a radiação ultravioleta - Alterações da pele devidas à exposição crônica à radiação não ionizante - Radiodermatite - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo relacionadas com a radiação - Afecções das unhas - Afecções das unhas em doenças classificadas em outra parte - Alopecia areata - Alopecia androgênica - Outras formas não cicatriciais da perda de cabelos ou pêlos - Alopecia cicatricial (perda de cabelos ou pêlos, cicatricial) - Anormalidades da cor e do pedículo dos cabelos e dos pêlos - Hipertricose - Acne - Rosácea | L00 a L99 |



| | | |
|--|--|-----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Cistos foliculares da pele e do tecido subcutâneo - Outras afecções foliculares - Afecções das glândulas sudoríparas écrinas - Afecções das glândulas sudoríparas apócrinas - Vitiligo - Outros transtornos da pigmentação - Ceratose seborréica - Acantose nigricans - Calos e calosidades - Outras formas de espessamento epidérmico - Ceratodermia em doenças classificadas em outra parte - Transtornos da eliminação transepidermica - Piodermite gangrenosa - Úlcera de decúbito - Afecções atróficas da pele - Afecções hipertróficas da pele - Afecções granulomatosas da pele e do tecido subcutâneo - Lúpus eritematoso - Outras afecções localizadas do tecido conjuntivo - Vasculite limitada a pele não classificadas em outra parte - Úlcera dos membros inferiores não classificada em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo não classificadas em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo em doenças classificadas em outra parte | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Vitiligo - Outros transtornos da pigmentação - Ceratose seborréica - Acantose nigricans - Calos e calosidades - Outras formas de espessamento epidérmico - Ceratodermia em doenças classificadas em outra parte - Transtornos da eliminação transepidermica - Piodermite gangrenosa - Úlcera de decúbito - Afecções atróficas da pele - Afecções hipertróficas da pele - Afecções granulomatosas da pele e do tecido subcutâneo - Lúpus eritematoso - Outras afecções localizadas do tecido conjuntivo - Vasculite limitada a pele não classificadas em outra parte - Úlcera dos membros inferiores não classificada em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo não classificadas em outra parte - Outras afecções da pele e do tecido subcutâneo em doenças classificadas em outra parte | L80 a L99 |
| Capítulo XIV Doenças do aparelho geniturinário | <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiência renal crônica - Insuficiência renal não especificada | N18 a N19 |
| Capítulo XVI Algumas afecções originadas no período perinatal | <ul style="list-style-type: none"> - Doenças virais congênitas - Septicemia bacteriana do recém-nascido - Outras doenças infecciosas e parasitárias congênitas - Onfalite do recém-nascido com ou sem hemorragia leve - Outras infecções específicas do período perinatal | P35 a P39 |
| Capítulo XIX | <ul style="list-style-type: none"> - Traumatismos da cabeça - Traumatismos do pescoço | S00 a T98 |



| | | |
|---|---|----------------|
| <p>Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Traumatismos do tórax - Traumatismos abdome, dorso, coluna lombar e pelve - Traumatismos do ombro e do braço - Traumatismos do cotovelo e do antebraço - Traumatismos do punho e da mão - Traumatismos do quadril e da coxa - Traumatismos do joelho e da perna - Traumatismos do tornozelo e do pé - Traumatismos envolvendo múltiplas regiões do corpo - Traumatismos de localização não especificada do tronco, membro ou outra região do corpo - Efeito da penetração de corpo estranho através de orifício natural - Queimaduras e corrosões - Geladuras [frostbite] - Intoxicação por drogas, medicamentos e substâncias biológicas - Efeitos tóxicos de substância de origem predominantemente não medicinal - Outros efeitos de causas externas e os não especificados - Algumas complicações precoces de traumatismos - Complicações cuidados médicos e cirúrgicos não classificadas em outra parte - Sequelas de traumatismos, intoxicações e outras consequências de causas externas | |
| <p>Capítulo XX Causas externas de morbidade e de mortalidade</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Acidentes - Lesões autoprovocadas intencionalmente - Agressões - Eventos (fatos) cuja intenção é indeterminada - Intervenções legais e operações de guerra - Complicações de assistência médica e cirúrgica - Sequelas de causas externas de morbidade e de mortalidade - Fatores suplementares relacionados com as causas de morbidade e de mortalidade classificados em outra parte | <p>V01-Y98</p> |

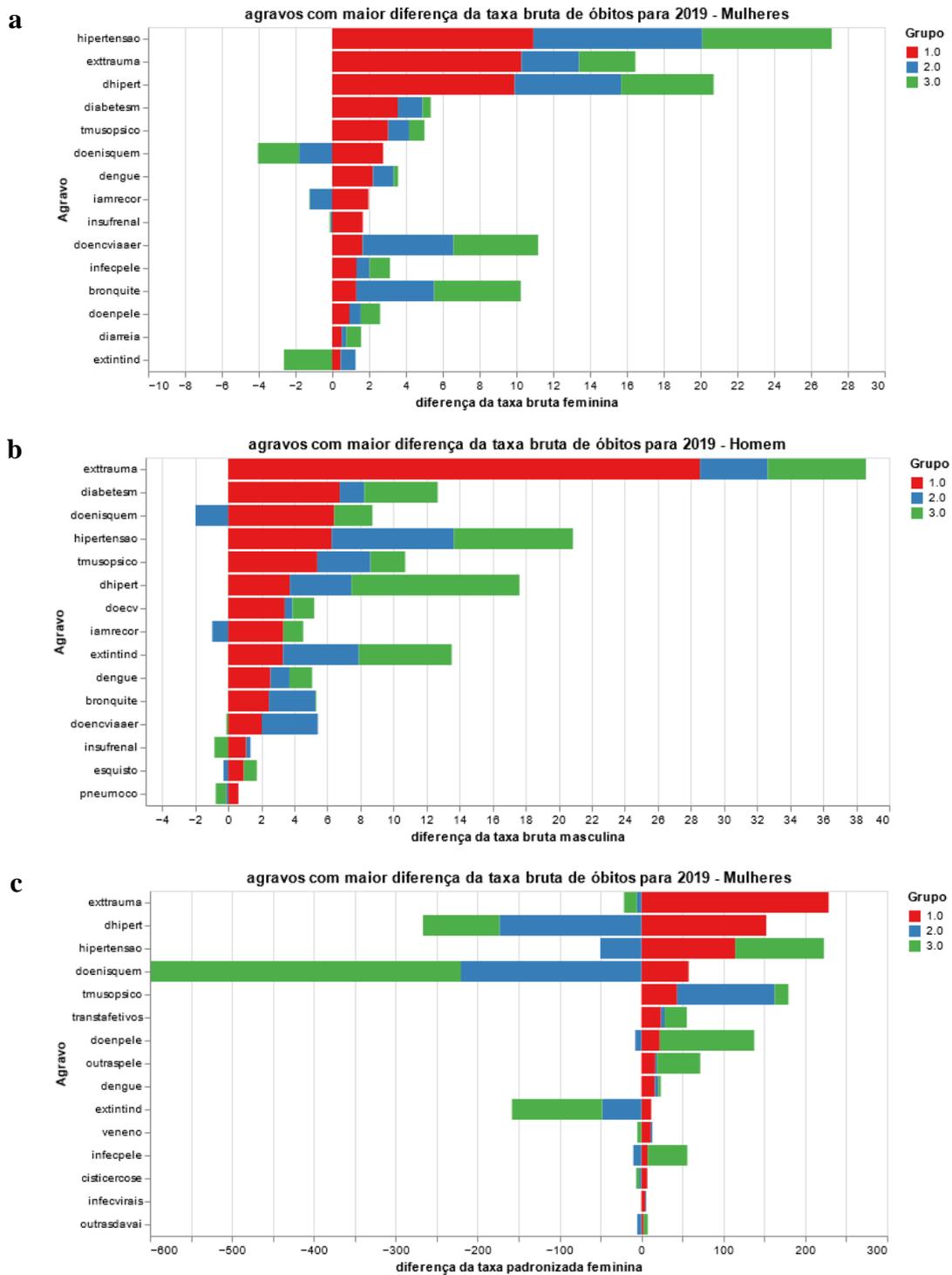


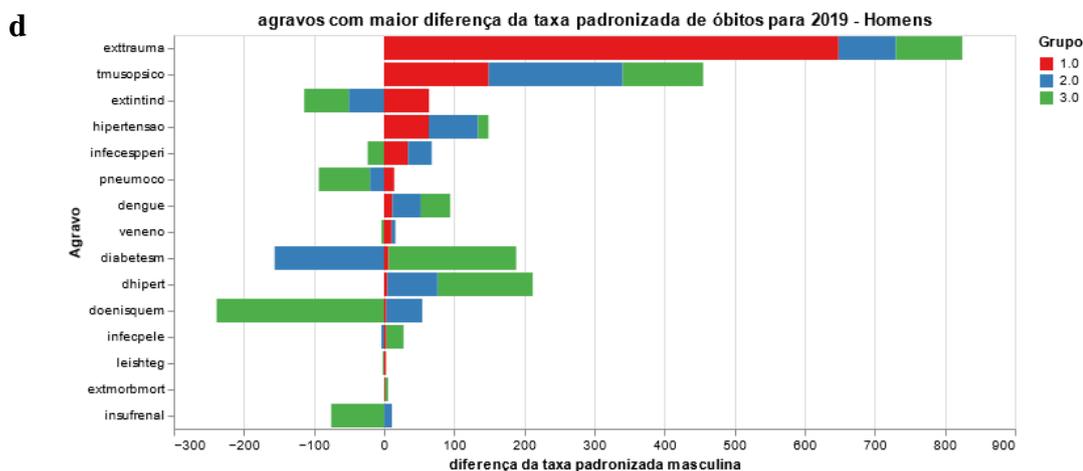
APÊNDICE C – Seleção de agravos de notificação – SINAN

| Agravos | Código da CID-10 |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Cólera | A 009 |
| Dengue | A 90 a A 92 |
| Doença de Chagas Aguda | B 571 |
| Esquistossomose | B 659 |
| Febre Amarela | A 959 |
| Febre Tifoide | A 010 |
| Hepatites Virais | B 19 |
| Intoxicação Exógena | T 659 |
| Leishmaniose Visceral | B 550 |
| Leishmaniose Tegumentar Americana | B 551 |
| Leptospirose | A 279 |
| Malária | B 54 |
| Tuberculose | A 169 |
| Violência Interpessoal/Autoprovoçada | Y 09 |



APÊNDICE D – Maiores diferenças positivas entre taxas de mortalidade





Maiores diferenças positivas entre as taxas de mortalidade brutas (a – mulheres, b – homens) e padronizadas (c – mulheres, d – homens) do ano de 2019 para a taxa média de mortalidade nos anos 2010-2018 para a população geral, segundo grupos de municípios da área de estudo.

Legenda: grupo 1 – Áreas diretamente afetadas; grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem; hipertensao – hipertensão arterial; extrauma – outras causas externas de traumatismos acidentais; diabetesm – diabetes mellitus; tmusopsico – transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool ou outras substâncias psicoativas; doenisquem – doenças isquêmicas do coração; iamrecor – infarto agudo do miocárdio; insufrenal – insuficiência renal crônica; doencviaaer – doenças crônicas das vias aéreas inferiores; infecpele – infecções de pele e do tecido subcutâneo; bronquite – bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas; doenpele – doenças da pele e do tecido subcutâneo; diarreja e gastroenterite de origem infecciosa presumível; extintind – causas externas de intenção não determinada; dhipert – doença hipertensiva; doecv – doenças cerebrovasculares; esquistoso – esquistossomose; pneumoco – pneumoconiose; outraspele – outras doenças de pele e do tecido subcutâneo; infecvirais – infecções intestinais virais, outras e as não especificadas; leishteg – leishmaniose tegumentar.



Projeto Brumadinho UFMG

APÊNDICE E – Medidas sumárias para taxas de mortalidade padronizadas por idade

Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de *Standardized Mortality Ratio* (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para causas básicas avaliadas.

(continua)

| Causa Básica de Morte | Taxas de mortalidade padronizadas por idade* | | | | SMR (IC95%) | p-valor |
|--|--|-------|-----------------------|-------|----------------------------|----------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias | | | | | | |
| Tuberculose do aparelho geniturinário | 0,012 | 0,360 | 0,003 | 0,030 | 27,37 (2,48-301,87) | 0,007** |
| Tuberculose respiratória | 0,87 | 1,16 | 0,72 | 3,07 | 2,31 (1,09 – 4,90) | 0,030 |
| Diarreia e Gastroenterite | 1,40 | 1,34 | 1,68 | 4,99 | 2,16 (1,17-3,99) | 0,014 |
| Doença de Chagas | 6,62 | 6,82 | 6,22 | 18,54 | 1,93 (1,14-3,26) | 0,015 |
| Leishmaniose tegumentar americana | 0,01 | 0,11 | 0,01 | 0,14 | 2,37 (0,25-22,74) | 0,456** |
| Outras doenças infecciosas e parasitárias | 0,16 | 0,32 | 0,14 | 0,72 | 2,19 (0,77-6,20) | 0,141** |
| Leishmaniose visceral | 0,14 | 0,27 | 0,41 | 3,68 | 1,95 (0,62-6,12) | 0,255** |
| Outras infecções intestinais bacterianas | 0,07 | 0,24 | 0,04 | 0,28 | 1,70 (0,50-5,85) | 0,396** |
| Dengue | 0,39 | 0,62 | 0,99 | 2,71 | 1,61 (0,78-3,32) | 0,197 |
| Esquistossomose | 0,17 | 0,34 | 0,23 | 0,82 | 1,45 (0,62-3,40) | 0,397 |
| Leptospirose | 0,03 | 0,11 | 0,01 | 0,06 | 1,22 (0,32-4,71) | 0,768** |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de *Standardized Mortality Ratio* (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para causas básicas avaliadas.

(continuação)

| Causa Básica de Morte | Taxas de mortalidade padronizadas por idade* | | | | SMR (IC95%) | p-valor |
|---|--|--------|-----------------------|--------|------------------|---------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Cisticercose | 0,08 | 0,27 | 0,04 | 0,41 | 1,11 (0,21-5,99) | 0,900** |
| Outras Infecções por <i>Salmonella</i> | 0,0002 | 0,0018 | 0,0005 | 0,0055 | 0,85 (0,09-7,72) | 0,889** |
| Tuberculose miliar | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,18 | 0,67 (0,14-3,10) | 0,607** |
| Amebíase | 0,04 | 0,17 | 0,01 | 0,08 | 0,63 (0,04-8,89) | 0,731** |
| Tuberculose do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos | 0,0109 | 0,1053 | 0,0003 | 0,0028 | 0,58 (0,05-6,92) | 0,664** |
| Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | 0,05 | 0,16 | 0,10 | 0,61 | 0,27 (0,05-1,53) | 0,138** |
| Capítulo IV - Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | | | | | | |
| Diabetes <i>Mellitus</i> | 21,97 | 8,33 | 19,67 | 14,42 | 1,45 (0,95-2,22) | 0,088 |
| Capítulo V - Transtornos mentais e comportamentais | | | | | | |
| Transtornos do humor (afetivos) | 0,23 | 0,42 | 0,48 | 1,68 | 1,59 (0,68-3,72) | 0,283 |
| Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas | 6,65 | 3,68 | 9,86 | 12,36 | 1,46 (0,92-2,32) | 0,112 |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de *Standardized Mortality Ratio* (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para causas básicas avaliadas.

(continuação)

| Causa Básica de Morte | Taxas de mortalidade padronizadas por idade* | | | | SMR (IC95%) | p-valor |
|--|--|-------|-----------------------|-------|---------------------------|--------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Transtornos neuróticos, transtornos relacionados com o estresse e transtornos somatoformes | 0,021 | 0,095 | 0,002 | 0,017 | 1,28 (0,27-6,10) | 0,754** |
| Capítulo IX - Doenças do aparelho circulatório | | | | | | |
| Hipertensão essencial (primária) | 11,86 | 6,01 | 13,57 | 11,22 | 1,53 (0,98-2,38) | 0,059 |
| Doença hipertensiva | 21,55 | 8,08 | 22,39 | 14,56 | 1,42 (0,93-2,17) | 0,104 |
| Infarto agudo do miocárdio | 29,10 | 10,48 | 25,73 | 17,90 | 1,40 (0,92-2,13) | 0,118** |
| Doenças isquêmicas do coração | 34,48 | 11,58 | 30,95 | 18,41 | 1,36 (0,89-2,06) | 0,151** |
| Doenças cerebrovasculares | 41,80 | 9,59 | 34,42 | 15,00 | 1,28 (0,85-1,92) | 0,242 |
| Capítulo X - Doenças do aparelho respiratório | | | | | | |
| Asma | 1,30 | 1,54 | 1,42 | 3,72 | 2,34 (1,22 – 4,49) | 0,011 |
| Bronquectasia | 0,10 | 0,35 | 0,01 | 0,07 | 2,10 (0,58-7,59) | 0,259** |
| Pneumoconiose | 0,74 | 2,54 | 0,30 | 1,17 | 1,94 (0,83-4,55) | 0,127 |
| Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores | 0,30 | 0,98 | 0,26 | 1,23 | 1,51 (0,59-3,88) | 0,394 |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de *Standardized Mortality Ratio* (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para causas básicas avaliadas.

(continuação)

| Causa Básica de Morte | Taxas de mortalidade padronizadas por idade* | | | | SMR (IC95%) | p-valor |
|--|--|------|-----------------------|-------|-------------------------|--------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas | 22,09 | 6,96 | 22,55 | 15,47 | 1,33 (0,88-2,02) | 0,178** |
| Doenças crônicas das vias aéreas inferiores | 23,50 | 7,02 | 23,98 | 15,24 | 1,32 (0,87-1,99) | 0,194** |
| Outras doenças das vias aéreas superiores | 0,36 | 1,94 | 0,06 | 0,23 | 1,21 (0,41-3,59) | 0,725 |
| Capítulo XII - Doenças da pele e do tecido subcutâneo | | | | | | |
| Outras doenças de pele e do tecido subcutâneo | 1,20 | 0,99 | 1,67 | 3,70 | 2,13 (1,14-3,98) | 0,018 |
| Doenças de pele e do tecido subcutâneo | 1,86 | 1,36 | 2,67 | 4,51 | 2,01 (1,15-3,51) | 0,014 |
| Infecções de pele e do tecido subcutâneo | 0,52 | 0,66 | 0,88 | 2,19 | 1,96 (0,97-3,93) | 0,060 |
| Capítulo XIV - Doenças do aparelho geniturinário | | | | | | |
| Insuficiência renal crônica | 4,56 | 3,11 | 4,23 | 5,75 | 1,80 (1,10-2,94) | 0,019 |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de mortalidade padronizadas por idade nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão no conjunto dos 100 municípios estudados e estimativas de *Standardized Mortality Ratio* (Razão de Mortalidade Padronizada) (SMR) (Intervalo de Confiança de 95%) para causas básicas avaliadas.

(continuação)

| Causa Básica de Morte | Taxas de mortalidade padronizadas por idade* | | | | SMR (IC95%) | p-valor |
|--|--|-------|-----------------------|-------|-------------------------|--------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós-rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Capítulo XVI - Algumas afecções originadas no período perinatal | | | | | | |
| Infecções específicas do período perinatal | 1,57 | 1,79 | 1,63 | 4,01 | 1,64 (0,85-3,13) | 0,137 |
| Capítulo XX - Causas externas de morbidade e mortalidade | | | | | | |
| Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada | 9,92 | 9,80 | 9,04 | 13,44 | 1,71 (1,05-2,79) | 0,031 |
| Sequelas de causas externas de morbidade e de mortalidade | 0,20 | 0,52 | 0,37 | 1,98 | 1,88 (0,70-5,03) | 0,210 |
| Outras causas externas de traumatismos acidentais | 12,68 | 4,69 | 17,86 | 35,31 | 1,48 (0,95-2,31) | 0,080 |
| Causas externas – Homicídio | 17,28 | 12,31 | 13,47 | 13,33 | 1,38 (0,88-2,18) | 0,164 |
| Causas externas – Suicídio | 7,22 | 5,28 | 9,00 | 10,66 | 1,36 (0,86-2,17) | 0,190 |
| Causas externas – Acidentes de transporte | 22,86 | 8,96 | 17,30 | 17,96 | 1,35 (0,86-2,10) | 0,193** |

*Taxa por 100.000 habitantes/ano;

**causas básicas de morte com impossibilidade de testar interação devido ao número reduzido de eventos.

DP: Desvio Padrão; SMR: *Standardized Mortality Ratio*; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%



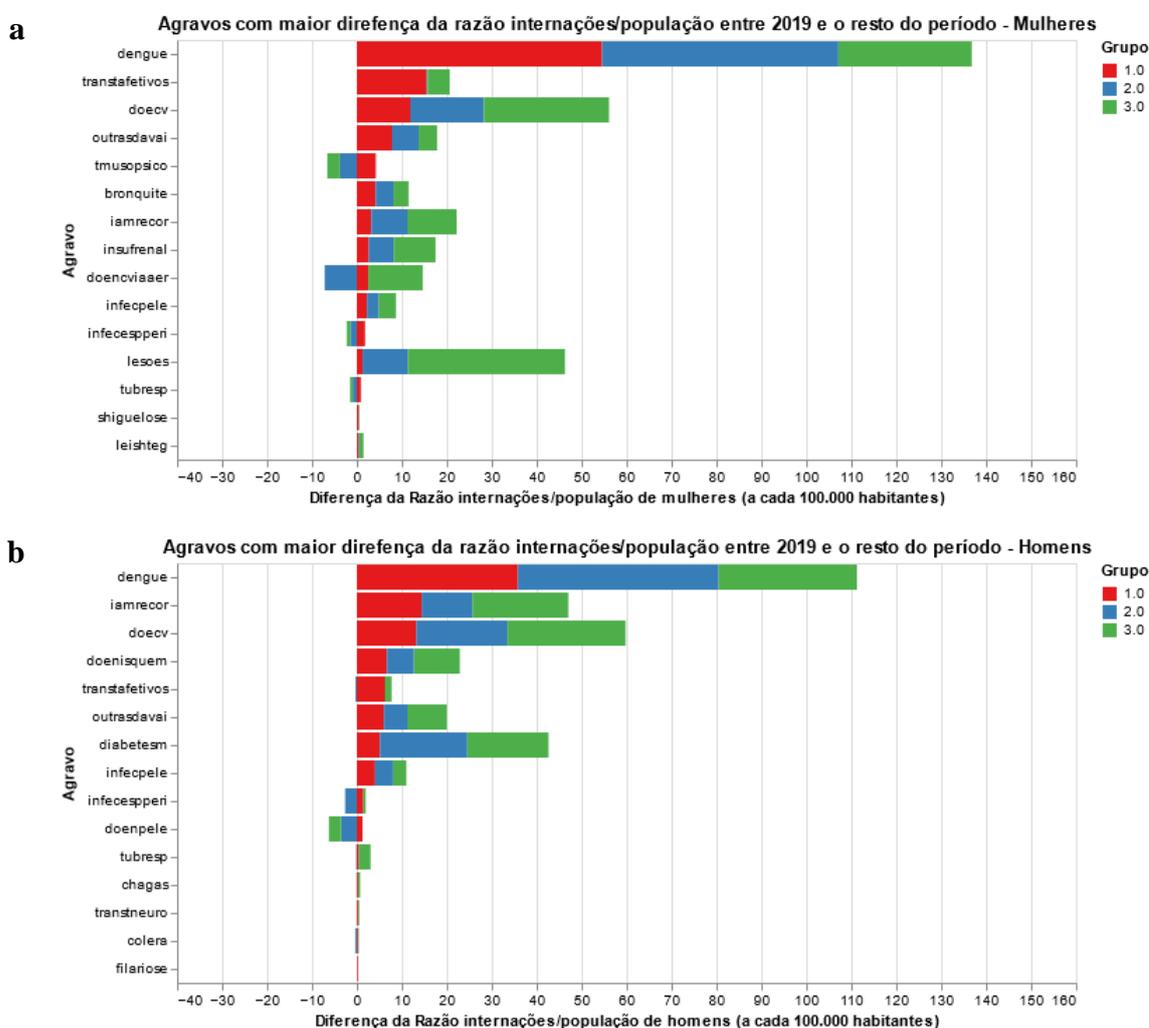
APÊNDICE F – Número absoluto de óbitos

Número total de óbitos notificados no Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) de acordo com os períodos pré- e pós-rompimento para causas básicas agrupadas nos Capítulos da CID-10 correspondentes. 2010-2019.

| Capítulos da CID-10 | Número total de óbitos | |
|--|----------------------------|-----------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | Pós-rompimento (2019) |
| I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias | 4381 | 567 |
| IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | 12543 | 1594 |
| V – Transtornos mentais e comportamentais | 3795 | 624 |
| VII – Doenças do olho e anexos | 0 | 0 |
| IX – Doenças do aparelho circulatório | 56066 | 6785 |
| X – Doenças do aparelho respiratório | 12918 | 1707 |
| XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo | 1511 | 227 |
| XIV – Doenças do aparelho geniturinário | 2288 | 277 |
| XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal | 788 | 63 |
| XX – Causas externas de morbidade e mortalidade | 42802 | 4276 |



APÊNDICE G – Maiores diferenças positivas das taxas de internação hospitalar



Maiores diferenças positivas entre as taxas de internação hospitalar (a – mulheres, b – homens) do ano de 2019 para a taxa média de internação hospitalar nos anos 2010-2018 para a população geral, segundo grupos de municípios da área de estudo.

Legenda: grupo 1 – Áreas diretamente afetadas; grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem; *dengue* – dengue; *transtafetivos* – transtornos do humor (afetivos); *doecv* – doenças cerebrovasculares; *outrasdavai* – Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores; *tmusopsico* – transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool ou outras substâncias psicoativas; *bronquite* – bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas; *iamrecor* – infarto agudo do miocárdio; *insufrenal* – insuficiência renal crônica; *doencviaaer* – doenças crônicas das vias aéreas inferiores; *infecpele* – infecções de pele e do tecido subcutâneo; *infecesperri* – infecções específicas do período perinatal; *lesoes*: lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas; *tubresp* – tuberculose respiratória; *shigelose* – shigelose; *leishteg* – leishmaniose tegumentar americana; *tbmiliar* - tuberculose miliar; *doenisquem* – doenças isquêmicas do coração; *diabetesm* – diabetes mellitus; *doenpele* – doenças de pele e do tecido subcutâneo; *transtneuro* – transtornos neuróticos, transtornos relacionados com o estresse e transtornos somatoformes; *filariose* – filariose.



Projeto Brumadinho UFMG

APÊNDICE H – Medidas sumárias para taxas de internação hospitalar

Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

(continua)

| Causa de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|--|--------------------------------|-------|---------------------------|-------|----------------------------|------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós- rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Capítulo I - Algumas doenças infecciosas e parasitárias | | | | | | |
| Shigelose | 0,03 | 0,16 | 0,15 | 0,80 | 5,12 (1,40 – 18,68) | 0,013** |
| Dermatofitoses† | 0,01 | 0,05 | 0,05 | 0,43 | 2,54 (0,94 – 6,89) | 0,067** |
| Conjuntivite viral† | 0,02 | 0,09 | 0,02 | 0,20 | 2,30 (0,76 – 6,94) | 0,138** |
| Leishmaniose tegumentar americana | 0,64 | 1,60 | 1,46 | 4,75 | 1,90 (1,15 – 3,14) | 0,013 |
| Dengue | 26,93 | 40,81 | 50,94 | 57,69 | 1,86 (1,36 – 2,55) | <0,001 |
| Tuberculose óssea e das articulações | 0,031 | 0,177 | 0,002 | 0,020 | 1,56 (0,37 – 6,66) | 0,548** |
| Malária | 0,02 | 0,09 | 0,05 | 0,43 | 1,30 (0,46 – 3,69) | 0,622** |
| Tuberculose miliar | 0,17 | 0,61 | 0,12 | 0,55 | 1,18 (0,51 – 2,73) | 0,702 |
| Hepatite A | 0,11 | 0,44 | 0,29 | 2,31 | 1,02 (0,37 – 2,82) | 0,975** |
| Esquistossomose | 0,18 | 0,39 | 0,44 | 3,65 | 0,97 (0,49 – 1,94) | 0,933 |
| Micoses† | 0,060 | 0,261 | 0,003 | 0,030 | 0,96 (0,22 – 4,14) | 0,956** |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

(continuação)

| Causa de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|---|--------------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------------|------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós- rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Leishmaniose visceral | 1,32 | 2,07 | 1,97 | 6,78 | 0,81 (0,51 – 1,28) | 0,361 |
| Doença de Chagas | 0,39 | 0,93 | 0,54 | 3,39 | 0,80 (0,36 – 1,80) | 0,595 |
| Diarreia e Gastroenterite | 32,76 | 57,55 | 25,88 | 56,09 | 0,79 (0,56 – 1,13) | 0,198 |
| Leptospirose | 0,44 | 1,12 | 0,53 | 3,11 | 0,78 (0,40 – 1,52) | 0,464 |
| Leishmaniose não especificada | 0,27 | 0,64 | 0,19 | 0,88 | 0,78 (0,36 - 1,67) | 0,516 |
| Filariose | 0,095 | 0,383 | 0,004 | 0,028 | 0,70 (0,17 – 2,87) | 0,618** |
| Cólera† | 0,32 | 0,67 | 0,52 | 1,85 | 0,54 (0,33 – 0,89) | 0,017** |
| Outras infecções intestinais bacterianas | 6,42 | 10,38 | 3,18 | 7,42 | 0,54 (0,37 – 0,78) | <0,001 |
| Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | 6,23 | 11,16 | 3,10 | 9,47 | 0,55 (0,35 – 0,86) | 0,009 |
| Outras doenças infecciosas e parasitárias | 16,31 | 26,99 | 7,21 | 14,44 | 0,48 (0,34 – 0,69) | <0,001 |
| Tuberculose do sistema nervoso | 0,10 | 0,37 | 0,01 | 0,11 | 0,46 (0,10 – 2,19) | 0,332** |
| Febre tifoide e paratifoide† | 0,01 | 0,07 | 0,06 | 0,61 | 0,38 (0,05 – 2,78) | 0,338** |
| Cisticercose | 0,12 | 0,32 | 0,12 | 1,13 | 0,30 (0,09 – 0,96) | 0,043** |
| Outras Infecções por <i>Salmonella</i> | 0,31 | 1,13 | 0,16 | 1,14 | 0,21 (0,05 – 0,93) | 0,039** |
| Outras doenças intestinais por protozoários | 2,45 | 13,22 | 0,56 | 3,12 | 0,20 (0,08 – 0,53) | 0,001 |
| Amebíase | 0,86 | 5,00 | 0,01 | 0,08 | 0,028 (0,003 – 0,271) | 0,002** |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

(continuação)

| Causa de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|---|--------------------------------|--------|------------------------|--------|------------------------------|------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós- rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Febre amarela | 0,6726 | 1,6180 | 0,0004 | 0,0040 | 0,015 (0,001 – 0,215) | 0,002** |
| Capítulo IV - Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | | | | | | |
| Diabetes <i>Mellitus</i> | 67,36 | 67,11 | 63,65 | 66,13 | 0,94 (0,75 – 1,18) | 0,604 |
| Capítulo V - Transtornos mentais e comportamentais | | | | | | |
| Transtornos do humor (afetivos) | 14,11 | 13,72 | 27,24 | 46,68 | 1,90 (1,40 – 2,56) | <0,001 |
| Transtornos neuróticos, transtornos relacionados com o estresse e transtornos somatoformes | 1,10 | 2,29 | 1,02 | 2,59 | 1,25 (0,81 – 1,95) | 0,315 |
| Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas | 30,13 | 31,28 | 27,58 | 50,75 | 0,85 (0,63 – 1,15) | 0,304 |
| Capítulo VII - Doenças do olho e anexos | | | | | | |
| Transtornos da conjuntiva [†] | 0,38 | 0,92 | 0,11 | 0,76 | 0,65 (0,40 – 1,06) | 0,087 |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

(continuação)

| Causa de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|--|--------------------------------|-------|------------------------|--------|---------------------------|------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós- rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Capítulo IX - Doenças do aparelho circulatório | | | | | | |
| Infarto agudo do miocárdio | 52,52 | 20,76 | 67,26 | 46,36 | 1,27 (1,13 – 1,44) | <0,001 |
| Doenças isquêmicas do coração | 122,80 | 44,17 | 134,80 | 85,01 | 1,09 (0,97 – 1,23) | 0,134 |
| Doenças cerebrovasculares | 108,69 | 43,68 | 117,54 | 58,10 | 1,07 (0,94 – 1,21) | 0,292 |
| Doença hipertensiva | 33,67 | 49,69 | 17,85 | 38,80 | 0,54 (0,38 – 0,77) | <0,001 |
| Hipertensão essencial (primária) | 23,73 | 45,12 | 11,89 | 36,93 | 0,50 (0,33 – 0,75) | <0,001 |
| Capítulo X - Doenças do aparelho respiratório | | | | | | |
| Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores | 19,59 | 17,02 | 25,22 | 23,77 | 1,36 (1,10 – 1,69) | 0,005 |
| Bronquectasia | 0,22 | 0,51 | 0,13 | 0,59 | 1,34 (0,78 – 2,31) | 0,289 |
| Pneumoconiose | 0,22 | 0,40 | 0,20 | 1,01 | 1,14 (0,61 – 2,14) | 0,688 |
| Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas | 86,07 | 69,58 | 87,63 | 96,53 | 0,99 (0,79 – 1,24) | 0,918 |
| Doenças crônicas das vias aéreas inferiores | 121,56 | 88,05 | 121,10 | 115,81 | 0,98 (0,80 – 1,21) | 0,877 |
| Asma | 35,27 | 33,51 | 33,34 | 38,56 | 0,98 (0,75 – 1,29) | 0,910 |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

(continuação)

| Causa de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|--|--------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------------|------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós- rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Outras doenças das vias aéreas superiores | 45,26 | 30,95 | 28,31 | 30,74 | 0,60 (0,48 – 0,75) | <0,001 |
| Capítulo XII - Doenças da pele e do tecido subcutâneo | | | | | | |
| Infecções de pele e do tecido subcutâneo | 24,68 | 28,01 | 23,92 | 23,58 | 1,03 (0,84 – 1,27) | 0,755 |
| Doenças de pele e do tecido subcutâneo | 86,42 | 39,38 | 80,69 | 53,41 | 1,00 (0,87 – 1,14) | 0,963 |
| Outras doenças de pele e do tecido subcutâneo | 56,47 | 27,32 | 51,78 | 38,46 | 0,99 (0,85 – 1,16) | 0,910 |
| Capítulo XIV - Doenças do aparelho geniturinário | | | | | | |
| Insuficiência renal crônica | 46,09 | 21,82 | 53,44 | 38,87 | 1,18 (1,02 – 1,36) | 0,023 |
| Capítulo XVI - Algumas afecções originadas no período perinatal | | | | | | |
| Infecções específicas do período perinatal | 7,67 | 5,49 | 9,35 | 11,15 | 1,23 (0,99 – 1,53) | 0,056 |



Projeto Brumadinho UFMG

Medidas sumárias das taxas de internação hospitalar nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem) e estimativas de Razão de Taxas (RT) (Intervalo de Confiança de 95%).

(continuação)

| Causa de internação hospitalar | Taxa de internação hospitalar* | | | | RT (IC95%) | p-valor |
|--|--------------------------------|--------|------------------------|--------|----------------------------------|--------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | | Pós- rompimento (2019) | | | |
| | Média | DP | Média | DP | | |
| Capítulo XIX - Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas | 542,59 | 115,73 | 587,65 | 192,67 | 1,08 (1,01 – 1,16) | 0,026 |
| XX - Causas externas de morbidade e mortalidade | 0,33 | 0,73 | 0,00 | 0,00 | 1,86x10 ⁻¹⁴ (0 - inf) | 1,00 |

RT: Razão de Taxas; DP: Desvio Padrão; IC95%: Intervalo de Confiança de 95%

*Taxa por 100.000 habitantes/ano;

**agravos com impossibilidade de testar interação devido ao número reduzido de eventos.

† Estimativas obtidas por meio de modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson



APÊNDICE I – Número absoluto de internações hospitalares

Número absoluto de internações hospitalares nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem)

(continua)

| Causas básicas de internação hospitalar | Número absoluto de internações hospitalares | |
|--|---|-----------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | Pós-rompimento (2019) |
| Capítulo I - Algumas doenças infecciosas e parasitárias | | |
| Shigelose | 17 | 8 |
| Leishmaniose tegumentar | 230 | 46 |
| Dengue | 11893 | 4417 |
| Tuberculose óssea e das articulações | 15 | 5 |
| Malária | 38 | 5 |
| Tuberculose miliar | 82 | 16 |
| Hepatite A | 74 | 6 |
| Esquistossomose | 174 | 20 |
| Leishmaniose visceral | 946 | 73 |
| Doença de Chagas | 127 | 14 |
| Diarreia e Gastroenterite | 11043 | 1266 |
| Leptospirose | 256 | 23 |
| Leishmaniose não especificada | 170 | 12 |
| Filariose | 56 | 5 |
| Outras infecções intestinais bacterianas | 4383 | 229 |
| Infecções intestinais virais, outras e as não especificadas | 1930 | 143 |
| Outras doenças infecciosas e parasitárias | 6893 | 400 |
| Tuberculose do sistema nervoso | 56 | 3 |
| Cisticercose | 97 | 3 |
| Outras Infecções por <i>Salmonella</i> | 124 | 3 |
| Outras doenças intestinais por protozoários | 258 | 15 |
| Amebíase | 158 | 1 |
| Febre amarela | 222 | 1 |
| Tuberculose respiratória | 3978 | 451 |
| Cólera | 256 | 16 |
| Febre tifoide e paratifoide | 23 | 1 |



Número absoluto de internações hospitalares nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem)

(continuação)

| Causas básicas de internação hospitalar | Número absoluto de internações hospitalares | |
|---|---|-----------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | Pós-rompimento (2019) |
| Conjuntivite viral | 15 | 4 |
| Dermatofitose | 17 | 5 |
| Micoses | 18 | 2 |
| Oxiuríase (enterobíase) | 0 | 1 |
| Tuberculose do aparelho geniturinário | 10 | 0 |
| Tuberculose do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos | 10 | 0 |
| Infecção por <i>Echinococcus granulosus</i> | 1 | 0 |
| Infecção por <i>Taenia</i> | 1 | 0 |
| Ancilostomose | 3 | 0 |
| Ascaridíase | 24 | 0 |
| Estrongiloidíase | 5 | 0 |
| Tricuríase | 0 | 0 |
| Tracoma | 3 | 0 |
| Asma | 36293 | 3550 |
| Capítulo IV - Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas | | |
| Diabetes <i>Mellitus</i> | 30813 | 4176 |
| Capítulo V - Transtornos mentais e comportamentais | | |
| Transtornos do humor (afetivos) | 6543 | 901 |
| Transtornos neuróticos, transtornos relacionados com o estresse e transtornos somatoformes | 626 | 69 |
| Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas | 19612 | 1431 |
| Capítulo VII - Doenças do olho e anexos | | |
| Transtornos da conjuntiva | 226 | 17 |
| Capítulo IX - Doenças do aparelho circulatório | | |
| Infarto agudo do miocárdio | 30557 | 4249 |
| Doenças isquêmicas do coração | 71695 | 8621 |



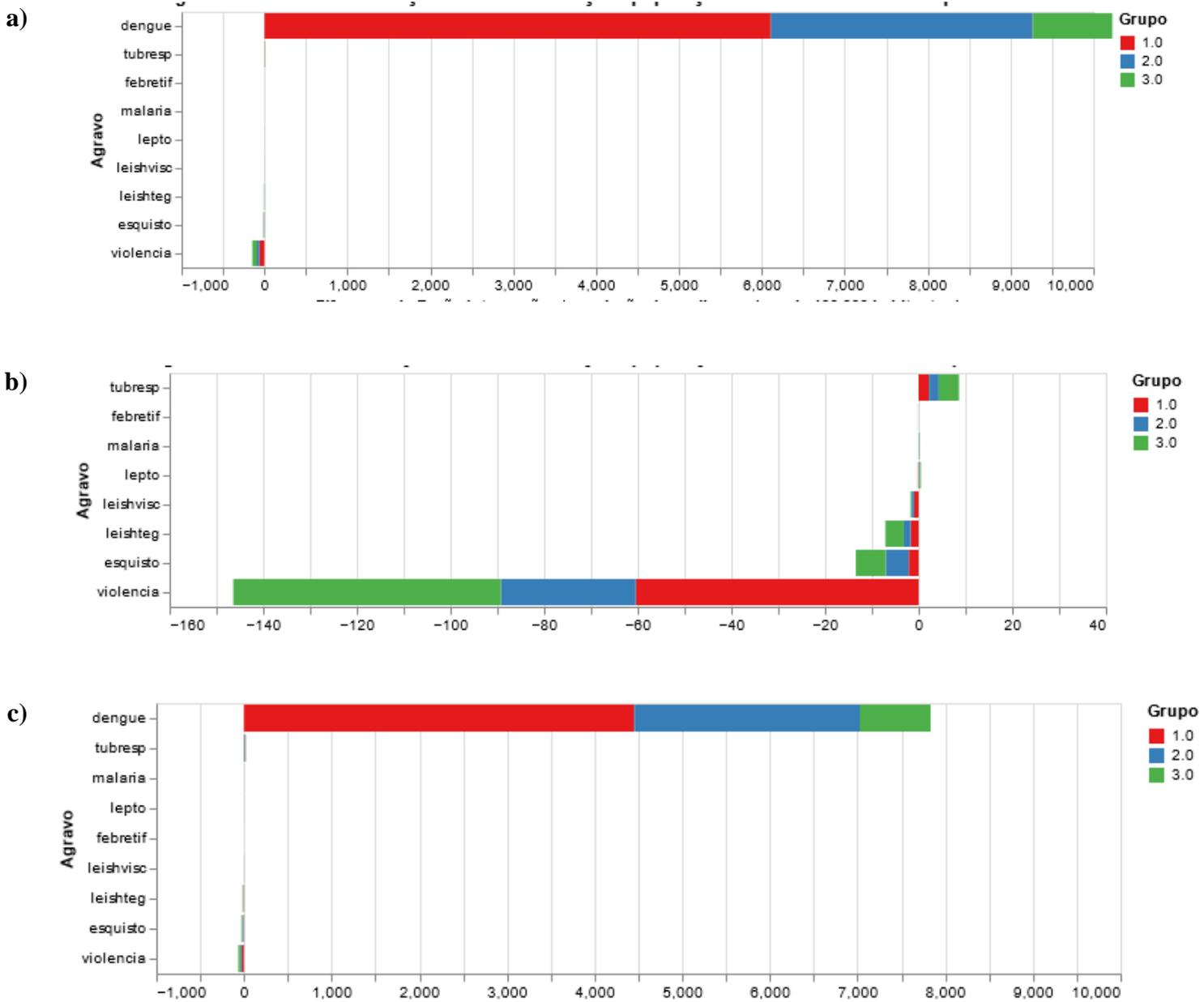
Número absoluto de internações hospitalares nos períodos pré- e pós-rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão nos 100 municípios estudados (Afetados, Vizinhos de 1ª ordem; e Vizinhos de 2ª ordem)

(continuação)

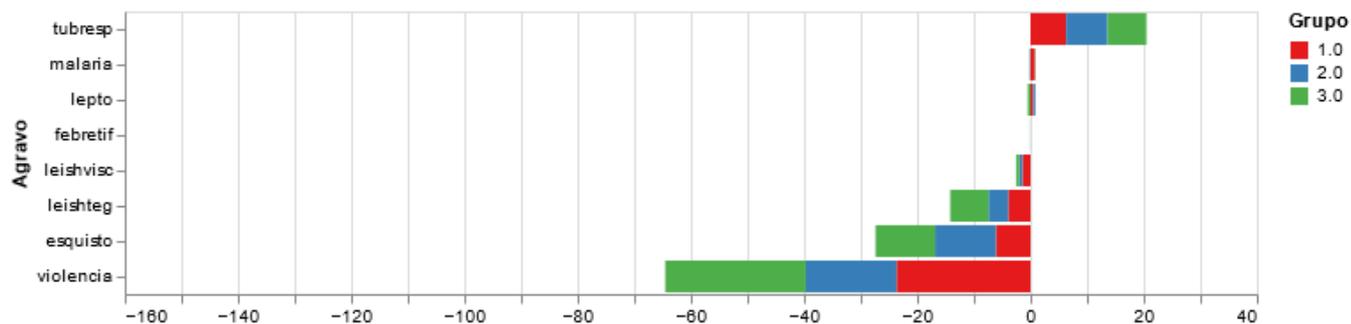
| Causas básicas de internação hospitalar | Número absoluto de internações hospitalares | |
|--|---|-----------------------|
| | Pré-rompimento (2010-2018) | Pós-rompimento (2019) |
| Doenças cerebrovasculares | 55545 | 7700 |
| Doença hipertensiva | 9543 | 841 |
| Hipertensão essencial (primária) | 6359 | 467 |
| Capítulo X - Doenças do aparelho respiratório | | |
| Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores | 16225 | 2275 |
| Bronquectasia | 205 | 30 |
| Pneumoconiose | 137 | 25 |
| Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônica | 31101 | 3746 |
| Doenças crônicas das vias aéreas inferiores | 68263 | 7375 |
| Asma | 36293 | 3550 |
| Outras doenças das vias aéreas superiores | 32385 | 2274 |
| Capítulo XII - Doenças da pele e do tecido subcutâneo | | |
| Infecções de pele e do tecido subcutâneo | 13456 | 1781 |
| Doenças de pele e do tecido subcutâneo | 56500 | 6280 |
| Outras doenças de pele e do tecido subcutâneo | 39593 | 4114 |
| Capítulo XIV - Doenças do aparelho geniturinário | | |
| Insuficiência renal crônica | 32763 | 4341 |
| Capítulo XVI - Algumas afecções originadas no período perinatal | | |
| Infecções específicas do período perinatal | 5982 | 613 |
| Capítulo XIX - Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas | | |
| | 345716 | 39369 |
| Capítulo XX - Causas externas de morbidade e mortalidade | | |
| | 322 | 0 |



APÊNDICE J – Maiores diferenças positivas das taxas de notificação



d)



Maiores diferenças positivas entre as taxas de notificação de agravos (taxa/100.000 habitantes) do ano de 2019 e taxa média de notificação nos anos 2013-2018 para a população geral, segundo grupos de municípios da área de estudo (a – mulheres com inclusão do agravo dengue, b – mulheres sem inclusão do agravo dengue, c – homens com inclusão do agravo dengue, e d – homens sem inclusão do agravo dengue).

Legenda: grupo 1 – Áreas diretamente afetadas; grupo 2 – Vizinhos de 1ª ordem; grupo 3 – Vizinhos de 2ª ordem; *dengue*: dengue; *tubresp*: tuberculose; *malaria*: malária; *lepto*: leptospirose; *chagas*: doença de Chagas; *colera*: cólera; *febre amarela*: febre amarela; *febre tif*: febre tifoide; *leishvisc*: leishmaniose visceral; *leishteg*: leishmaniose tegumentar americana; *esquistoso*: esquistossomose; *violencia*: violência interpessoal/autoprovocada.



ANEXO I - Resposta aos quesitos formulados pelas partes

I.1 – Resposta aos quesitos formulados pela VALE 1 – 24/09/2020

1) Considerando que o objetivo específico “f” pretende identificar os prováveis impactos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho na saúde da população atingida, como serão analisados os impactos sobre os agravos de caráter crônico?

R- A proposta do estudo foi analisar os dados secundários disponíveis nos sistemas de bases SIM, SIH, SINAN no período 2010-2019. O período de acompanhamento pós-rompimento é de um ano, tempo de acompanhamento insuficiente para alterar a incidência do evento no caso de doenças crônicas com longos períodos de latência. Ou seja, é possível que alterações na morbimortalidade sobre um conjunto de doenças crônicas não transmissíveis não sejam observáveis (ou estatisticamente significantes) no pequeno período de tempo compreendido do presente estudo.

2) Como serão testadas as relações estatísticas dos indicadores de mortalidade e morbidade entre municípios vizinhos, considerando que há vários fatores concorrentes afetando os indicadores de saúde, como outros fatores de risco, condições socioeconômicas, condições de saúde e acesso a serviços de saúde e saneamento, dentre outros fatores epidemiológicos que variam de uma localidade para outra? Como serão feitos os ajustes e eliminação de variáveis de confusão da análise?

R- Fatores possivelmente associados aos desfechos de estudo (notificações, mortalidade e internações), tais como indicadores socioeconômicos e ambientais, foram testados para a região como um todo utilizando Modelos Lineares Generalizados (GLM), bem como seus efeitos sobre os riscos em cada município avaliado, através de Modelos Espaciais. Além disso, as correlações entre os indicadores também foram exploradas, a fim de auxiliar na escolha de variáveis a comporem os preditores lineares de modelos múltiplos. Alguns indicadores estavam altamente relacionados entre si e apresentaram pouca variabilidade, no entanto ainda assim observou-se significância estatística para alguns agravos e grupos de agravos. Os mesmos, no entanto, tiveram um impacto pequeno nos desfechos e algumas vezes em direções opostas ao esperado, fato este atribuído à falácia ecológica e/ou qualidade dos indicadores. Como o próprio rompimento ou a variabilidade/similaridade entre os municípios explicaram grande parte dos desfechos, foi considerado que indicadores socioeconômicos tiveram impacto secundário na morbimortalidade observada na região, no período considerado.

3) Com a metodologia apresentada será possível determinar nexos causais do rompimento da barragem com as condições de saúde da população? No nível coletivo e individual? Como?

R- Com a metodologia proposta, aprovada e adotada nesse estudo (estudo ecológico) não é possível determinar o nexos causal do rompimento da barragem com os desfechos estudados (taxas de notificações, mortalidade e internações). Cabe destacar que, em conformidade ao estabelecido na Chamada Pública Interna Induzida no. 37/220 (“Condições de Saúde da População 1”) o objetivo do estudo foi avaliar o perfil epidemiológico de morbimortalidade das populações expostas, direta ou indiretamente ao rompimento da Barragem I da Mina “Córrego do Feijão”, em Brumadinho, por meio de dados secundários disponíveis com a



finalidade de monitorar e identificar agravos à saúde potencialmente associados a exposição aos riscos ambientais, sociais e econômicos decorrentes do referido desastre.

4) Quais os indicadores de saúde e agravos são necessários para se estabelecer a associação do rompimento da barragem com os danos à saúde?

R- A escolha dos agravos em saúde e indicadores de morbimortalidade para esta proposta teve como subsídio o impacto potencial do desastre ambiental para a saúde. Esta escolha foi também orientada pela lista de problemas de saúde listados no item 3 da chamada “OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO”: “doenças mentais e comportamentais, intoxicações, doenças infecciosas, problemas respiratórios, afecções de pele entre outros” e teve como base as doenças e agravos em saúde cujos dados de mortalidade, internações e notificações são disponibilizados, respectivamente, nos SIM, SIH, SINAN pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

5) Os indicadores de saúde e agravos, que são necessários para se estabelecer a associação do rompimento da barragem com os danos à saúde estão disponíveis nos sistemas de informação elencados na proposta, no período suficiente para a determinação dos danos? Principalmente, considerando o período após o rompimento.

R- A fonte dos dados foi definida em resposta à determinação da Chamada 37/2020, que define no item 3.3, Metodologia:

Pretende-se um estudo exploratório, a partir de dados secundários, considerando todos os dados válidos, de bancos nacionais (DATASUS) como o SIH-SUS (Sistema de Informação Hospitalar-SUS), o SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação), SIM (Sistema de Informação sobre Mortalidade; SINASC (Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos). Outras bases de dados poderão e deverão ser incluídas, se necessário. O período do estudo compreende uma série histórica de 2010 a 2019 (dez anos). A proposta deverá conter, a partir dos dados existentes, as variáveis de interesse para o estabelecimento do perfil de morbimortalidade das populações de referência, considerando cada uma das bases de dados definidas, a literatura de referência e os objetivos do estudo.

Para descrever o perfil de morbimortalidade, foram selecionados agravos plausíveis para caracterizar potenciais danos à saúde da população conseqüentes do rompimento da barragem de rejeito de mineração. Portanto, a análise foi realizada considerando as causas de óbitos (SIM), diagnóstico principal de internações da população usuária do SUS (SIH), doenças/agravos de notificação compulsória (SINAN). Como previsto no projeto base desse estudo, o tempo de acompanhamento no ano pós-rompimento pode ser insuficiente para verificar alterações na ocorrência de eventos raros e aqueles com longos períodos de latência, como as doenças crônicas não transmissíveis. Adicionalmente, a interpretação dos efeitos deve levar em conta a flutuação aleatória nas taxas dos eventos/agravos que podem ocorrer ao longo do tempo, visto que o período pós-rompimento se refere a apenas um ano.

6) Como serão analisados os dados referentes aos indivíduos que não utilizam o SUS para atendimento de saúde? Os indivíduos que utilizam o sistema de saúde suplementar não serão considerados na proposta?

R- Os dados disponíveis no SIM, no SINAN e no SINASC são universais e contemplam também a população não usuária do SUS. Apenas o SIH apresenta dados do SUS.



7) Quais procedimentos serão adotados para avaliação da qualidade dos dados secundários?

R- Calculamos a quantidade e porcentagem de dados faltantes (missings) para cada coluna presente nos bancos. No caso específico do SINAN também aplicamos um método mais elaborado para remoção de duplicatas, que envolvia filtrar linhas baseado nos valores de certas colunas e na remoção de linhas que eram idênticas umas às outras dentro de um determinado conjunto de colunas selecionado.

Linhas com dados faltantes em colunas relevantes foram removidas.

8) Como serão feitas as análises de inconsistências nos bancos de dados?

R- No geral os bancos de dados do DATASUS não foram cruzados, isto é, foram analisados independentemente. Dados demográficos e socioeconômicos da FJP e do DATASUS são unidos à base do SUS a partir do código do município.

9) Quais os critérios serão utilizados para garantir a validade dos dados secundários obtidos?

R - Por definição, os pesquisadores que utilizam dados secundários disponíveis em bases como o SIM, SIH e SINAN não tem controle sobre a validade dos mesmos. Sabe-se a partir de estudos publicados na literatura que a cobertura, completude, validade, incluindo a confiabilidade dos dados, varia entre as bases citadas e segundo a variável utilizada, e esta literatura será usada para discutir os resultados obtidos. É de conhecimento geral que a consolidação de dados do DATASUS, como os óbitos, pode sofrer algum atraso no seu preenchimento conforme mostrado abaixo em cópia de nota contida na página do TABNET*. Porém, como mostrado nos dois exemplos abaixo, os atrasos não devem alterar os resultados.

*https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjD7YWTioD2AhWQKLkGHdDAC0EQFnoECAsQAQ&url=http%3A%2F%2Ftabnet.datasus.gov.br%2Fcgi%2Fdeftohtm.exe%3Fsim%2Fcv%2Fob10uf.def&usg=AOvVaw3fFORjnvHGKS0wrr4qb_N9:

“No dia 13/06/2019, os arquivos do SIM referentes ao ano de notificação 2017 foram atualizados, com alteração das causas básicas de 2 registros e exclusão de 1 registro.

No dia 01/04/2020, os arquivos do SIM referentes ao ano de notificação 2019 foram atualizados, com alteração das causas básicas de 4 registros e exclusão de 1 registro.”

10) Como serão resolvidos os problemas inerentes ao banco de dados secundários, como por exemplo a lentidão na alimentação de alguns sistemas de informação, podendo ter um atraso de até dois anos?

R- A proposta do estudo incluiu a avaliação dos dados disponíveis nos sistemas entre 2010 a 2019.

11) Quais as análises dos dados descartados deverão ser feitas para testar a qualidade dos dados?



R- A proposta foi de avaliação dos dados disponíveis nos sistemas de 2010 a 2019. Os dados descartados eram ou dados faltantes ou duplicatas, após quantificados foram descartados.

12) Será utilizado o critério de análise de completude, ou outro tipo de análise, para se considerar a informação como aceitável antes de sua inclusão no estudo?

R- Sim, dentro do escopo do projeto a completude foi definida como percentual de dados faltantes ou duplicados. Vide resposta 8.

A análise de completude indicou não haver dados faltantes para as variáveis selecionadas nos bancos de dados do SIM e do SIH. O percentual de dados faltantes no SINAN variou entre 21% para dados de leptospirose a 2% para dados de leishmaniose tegumentar americana.

13) Quais critérios de análise serão considerados para verificar se a informação do banco de dados é aceitável ou não antes de sua inclusão no estudo?

R- Vide respostas 9 e 10.

14) Como irão quantificar e apresentar os índices da qualidade dos dados, bem como pontos de corte para adoção de critérios de inclusão ou exclusão dos mesmos da análise?

R- Vide resposta 8 e seção de análise de dados 4.7 do relatório.

15) Como serão obtidos os dados secundários?

R- Os dados secundários utilizados para estimativas de morbimortalidade são de acesso público pelo DATASUS nos Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), Sistema de Informações Hospitalares (SIH), Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) e Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Dados demográficos populacionais foram obtidos também no Portal DATASUS: população censitária (2010) e estimada por sexo e faixa etária nos municípios avaliados (2011 a 2019). Indicadores socioeconômicos e ambientais foram referentes ao Censo 2010, obtidos por acesso livre ao *website* do IBGE, ou índices e indicadores disponibilizados pela Fundação João Pinheiro para o estado de Minas Gerais.

16) Serão obtidos dados secundários na sua origem? Como exemplo de secretarias municipais ou estadual de saúde e outras fontes notificadoras? Caso positivo, como e quando isso seria realizado?

R- A metodologia do estudo não incluiu a obtenção de dados secundários em secretarias municipais e estaduais de saúde.

17) Propõe-se extrair informação SIH-SUS para estudo de doenças mentais, dentre elas Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de substâncias psicoativas. Entretanto, no caso de doenças mentais, incluindo a nosologia destacada no estudo, apenas casos graves e descompensação chegam à internação. Sendo assim, o banco de informação hospitalar é deficitário para entendimento e elucidação deste tipo de problema de saúde. Como se pretende corrigir o viés de informações obtidas apenas com relação aos casos mais graves?



R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a busca de dados de saúde mental além da base SIH. Os resultados referentes a transtornos mentais e comportamentais devem ser analisados considerando a limitação inerente à fonte de dados.

18) Propõe-se extrair informação SIH-SUS para estudo de doenças e Transtornos mentais e comportamentais Transtornos de humor (afetivos); Transtornos neuróticos e relacionados com estresse; Outros transtornos mentais e comportamentais. Entretanto, apenas casos graves e descompensação chegam à internação. Sendo assim, o banco de informação hospitalar é deficitário para entendimento e elucidação deste tipo de problema de saúde. Como se pretende corrigir o viés de informações obtidas apenas com relação aos casos mais graves?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a busca de dados de saúde mental além da base SIH. Os resultados referentes a transtornos mentais e comportamentais devem ser analisados considerando a limitação inerente à fonte de dados.

19) Propõe-se extrair informação SIH-SUS para estudo de doenças mentais, dentre elas Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool, porém apenas os casos graves estarão no banco de informação hospitalar. Como se pretende corrigir o viés de informações obtidas apenas com relação aos casos mais graves?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a busca de dados de saúde mental além da base SIH. Os resultados referentes a transtornos mentais e comportamentais devem ser analisados considerando a limitação inerente à fonte de dados.

20) No caso de doenças mentais apenas casos muito graves ou situações de descompensação chegam à internação resultando num banco de informação hospitalar deficitário. Como isso será resolvido no sentido de aprimorar o entendimento e elucidação deste tipo de problema de saúde?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a busca de dados de saúde mental além da base SIH. Os resultados referentes a transtornos mentais e comportamentais devem ser analisados considerando a limitação inerente à fonte de dados.

21) Propõe-se com relação às intoxicações, particularmente envenenamento intoxicação por exposição a substâncias nocivas o uso do SIH-SUS. Por que não se propôs utilizar apenas o banco de dados do SINAN para todos os casos de intoxicação exógena?

R- As notificações por Intoxicação Exógena foram também incluídas na análise.

22) Existe alguma proposta de linkage (conexão) e averiguação dos casos de intoxicação obtidos pelo SIH-SUS e SINAN?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a conexão do SIH e SINAN nos casos de intoxicação. Cabe destacar que as bases de dados não possuem variáveis de identificação de usuários, inviabilizando análise de consistência ou averiguação dos casos de intoxicação.



23) Como será feita a conexão e a averiguação dos casos de intoxicação que podem ser obtidos por diferentes bancos de dados?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a conexão dos casos de intoxicação por diferentes sistemas bancos de dados. Cabe destacar que as bases de dados não possuem variáveis de identificação de usuários, inviabilizando a verificação de “averiguação” dos casos de intoxicação entre diferentes fontes. A interpretação dos resultados buscará identificar e discutir as consistências entre os achados obtidos usando dados de diferentes fontes.

24) Propõe-se acessar o banco de dados do HIPERDIA para o estudo de doenças comportamentais, tais como tabagismo, sedentarismo e sobrepeso, bem como cardiovasculares. Como a análise de dados provenientes de um sistema de informação extinto em 2013 poderá contribuir com a análise de danos de um fenômeno ocorrido em 2019? A partir de qual banco de dados serão coletadas estas informações desde 2013?

R- Como descrito na versão final do projeto aprovada: “A base do Hiperdia da DATASUS não será usada como fonte de informações pois os dados desta base só estão disponíveis até 2013, não cobrindo, portanto, o período do rompimento da barragem.”

25) Como se pretende analisar algumas doenças transmissíveis, doenças respiratórias, afecções de pele e doenças cardiovasculares, elencadas no texto, que não consistem em agravos de notificação compulsória utilizando o banco de dados do SINAN?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo incluiu a análise destes agravos pelo SIM e SIH.

26) Dados sobre algumas doenças transmissíveis, doenças respiratórias, afecções de pele e doenças cardiovasculares não consistem em agravos de notificação compulsória e, portanto, inexistem no banco de dados do SINAN. Como serão obtidas tais informações? Quais outras fontes poderão ser utilizadas?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo incluiu a análise destes agravos pelo SIM e SIH.

27) Quais os agravos de notificação compulsória serão analisados por meio do SINAN nesta proposta?

R- Os agravos incluídos para análise do banco do SINAN foram:

| Agravos | Código da CID-10 |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Cólera | A 009 |
| Dengue | A 90 a A 92 |
| Doença de Chagas Aguda | B 571 |
| Esquistossomose | B 659 |
| Febre Amarela | A 959 |
| Febre Tifoide | A 010 |
| Hepatites Virais | B 19 |
| Intoxicação Exógena | T 659 |
| Leishmaniose Visceral | B 550 |
| Leishmaniose Tegumentar Americana | B 551 |
| Leptospirose | A 279 |
| Malária | B 54 |
| Tuberculose | A 169 |
| Violência Interpessoal/Autoprovocada | Y 09 |



28) Como buscar dados de notificação compulsória mais recentes, que os disponíveis no SINAN ou outros sistemas de informação utilizados? Considerando, que o rompimento da barragem ocorreu em 2019, e que há defasagens de tempo para as notificações serem disponibilizadas nos sistemas, como será garantido a coleta de dados recentes para determinação dos danos?

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu dados de notificação compulsória de outras fontes além do SINAN.

29) Pretendem utilizar para as análises de doenças e transtornos mentais a coleta de dados contidos no Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA-SUS), particularmente os Registro das Ações Ambulatoriais de Saúde (RAAS), visto que foi desenvolvido pelo DATASUS, com vistas à solução informatizada para entrada de dados referentes às ações dos Centros de Atenção Psicossocial (CAPS)?

R- Não foram utilizados dados de outros sistemas de informação além dos propostos no Projeto base do estudo aprovado pelo juízo.

30) Quais as ressalvas com relação à qualidade destes dados do SUS (SIA-SUS) devem ser consideradas para seu uso?

R- A metodologia do estudo não incluiu a utilização de dados do SIA-SUS.

31) Pretendem utilizar o Sistema de Informação da Atenção Básica (SISAB) como fonte de informação para estudos de morbidade sobre saúde mental? Para quais agravos e quais suas limitações?

R- A metodologia do estudo não incluiu a utilização dos dados do SISAB.

32) Quais as vantagens e desvantagens do uso do SINAN para estudos sobre morbimortalidade de saúde mental?

R- Transtornos mentais não são agravos de notificação compulsória e, portanto, não analisados com dados do SINAN.

33) Serão consideradas na análise as violências autoinfligidas e intoxicações exógenas para a compreensão de tendência e distribuição espacial da saúde mental na população monitorada?

R- Investigou-se a associação do período do rompimento (variável indicadora de rompimento) e dos grupos de municípios com os desfechos estudados (taxas de notificações, taxas de mortalidade padronizadas por idade e taxas de internação hospitalar) ajustadas por sexo e indicadores socioeconômicos e ambientais. Não foi objetivo do estudo compreender fatores associados à variação temporal ou espacial dos transtornos mentais.

34) Quais os sistemas de informação serão utilizados para analisar o grupo de causas externas, particularmente, com relação a envenenamento e intoxicação por exposição a substâncias nocivas? Apenas o SIH-SUS? Como contornar o viés de observação apenas dos casos graves?

R- Foram considerados dados do SIH e SIM. No SIM e SIH, as intoxicações foram analisadas conjuntamente com as outras causas de óbito do Capítulo XX do CID-10: Causas externas de morbidade e mortalidade. Intoxicações exógenas notificadas no SINAN foram também



analisadas. A observação apenas dos casos graves é uma limitação do estudo segundo a metodologia proposta.

35) Quanto aos dados referentes ao Tabagismo, serão coletadas informações pelo eSUS? Quais as vantagens e limitações dessa fonte de dados?

R- A metodologia proposta para o estudo não incluiu a coleta de dados do eSUS.

36) Com relação aos dados de sobrepeso é possível acessar tais variáveis por meio do Sistema de Informação de Vigilância Alimentar e Nutricional do MS (SISVAN)? Irão utilizar? Quais as vantagens e limitações dessa fonte de dados?

R- A metodologia do estudo não incluiu os dados do SISVAN.

37) Outra importante fonte de informação não considerada neste projeto é o VIGITEL, que consiste em um sistema de vigilância de fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis do MS, composta por uma sucessão de inquéritos realizados anualmente pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) desde 2006. Pretendem utilizar? Quais as vantagens e limitações dessa fonte de dados?

R- A metodologia do estudo não incluiu os dados do VIGITEL.

38) Como será verificado, se o aumento de incidência de doenças infecciosas e parasitárias são decorrentes do rompimento da barragem ou de fenômenos espaço temporais coincidentes, a exemplo do clima, circulação de sorotipos virais diferentes e outros.

R- A metodologia deste estudo ecológico não permite nenhuma inferência causal para nenhum dos desfechos investigados. As associações encontradas devem considerar a possibilidade de falácia ecológica. As estratégias utilizadas para o estudo foram a inclusão de municípios controle, buscando estimar diferenças dos desfechos nos municípios diretamente afetados dos vizinhos de 1ª e 2ª ordem, e se estas diferenças foram ou não modificadas pelo rompimento da barragem. Adicionalmente, as associações foram ajustadas por indicadores socioeconômicos e ambientais. Além disso, deve ser considerado o tempo curto de acompanhamento pós-rompimento

39) Serão feitas análises de dados individualizadas, ou apenas coletivas?

R- As análises realizadas foram coletivas, ou seja, foram obtidos dados para agregados de indivíduos de um mesmo município.

40) Como serão definidos e padronizados os critérios de eleição de agravos à saúde?

R- Para a eleição de agravos investigados, considerou-se a plausibilidade de possíveis efeitos do rompimento da barragem na saúde da população. A escolha das doenças e agravos em saúde e indicadores de morbimortalidade foi orientada por alguns critérios, a saber:

- Problemas de saúde listados no item 3 da chamada “OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO”: “doenças mentais e comportamentais, intoxicações, doenças infecciosas, problemas respiratórios, afecções de pele entre outros”.

-Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI).

-Estudos científicos anteriores que descrevem a incidência de doenças e problemas de saúde em populações afetadas por desastres ambientais, incluindo aqueles relacionadas à



contaminação por materiais de origem química, como metais pesados tais como lesões neurológicas e doenças relacionadas ao sistema nervoso.

41) Considerando que a escolha dos agravos em saúde para esta proposta teve como subsídio o impacto do desastre ambiental para a saúde, a partir de três consequências, combinadas ou não entre si, conforme a proposta da Organização Panamericana de Saúde. Questiona-se, quais (favor listar) **os agravos escolhidos** de acordo com: 1. Interrupção do funcionamento normal do cotidiano local ou regional, envolvendo perdas e prejuízos (materiais e culturais, econômicos e ambientais), bem como ampliação dos riscos, doenças e óbitos; 2. Sobrecarga das capacidades institucionais locais ou estaduais, superior à sua capacidade de atuação com uso de seus próprios recursos e 3. Alteração dos contextos de produção de riscos e doenças, entre características preexistentes e novas, criados após o evento, resultando em uma sobreposição de condições de risco e danos ambientais e humanos nos territórios e populações afetados, possíveis de se prolongar por meses e anos e quais suas interações.

R- Os agravos estudados nesse subprojeto 37 estão descritos no quadro abaixo. Cabe destacar que estas características do desastre atuam de forma combinada ou não representando riscos à saúde e que uma mesma condição de saúde pode estar associada com uma ou mais destas características. Por estas razões, a escolha dos agravos não deve ser especificada em função de uma ou outra única característica do desastre.

Quadro 2 – Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte dos dados.

(continua)

| Doenças e condições de saúde de acordo com capítulos da CID-10 | Fonte |
|--|--|
| <p>Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias Tuberculose (do aparelho geniturinário; do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos; do sistema nervoso; óssea e das articulações; miliar)* Doenças de transmissão feco-oral (amebíase; diarreia e gastroenterite; cólera; outras infecções por <i>Salmonella</i>; shigelose; outras infecções intestinais bacterianas; outras doenças intestinais por protozoários; febre tifoide* e paratifoide; hepatites virais*; infecções intestinais virais, outras e as não especificadas) Doenças transmitidas por inseto vetor (dengue*; febre amarela; leishmaniose visceral *; leishmaniose tegumentar *; filariose; malária*; doença de Chagas) Doenças transmitidas através do contato com a água (esquistossomose*; leptospirose) Doenças relacionadas com higiene (tracoma; conjuntivite viral; micoses; dermatofitose) Geohelmintos e teníases (oxiuríase; cisticercose; infecção por <i>Echinococcus granulosus</i>; infecção por <i>Taenia</i>; ancilostomose; ascaridíase; estrogiloidíase; tricuriíase)</p> | <p>SIM SIH SINAN</p> |
| <p>Capítulo IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas Diabetes <i>mellitus</i></p> | <p>SIM SIH</p> |
| <p>Capítulo V – Transtornos mentais e comportamentais Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas Transtornos de humor (afetivos) Transtornos neuróticos, relacionados com estresse ou somatoformes Outros transtornos mentais e comportamentais</p> | <p>SIM SIH</p> |
| <p>Capítulo VII – Doenças do olho e anexos Conjuntivite Transtornos da conjuntiva</p> | <p>SIM SIH</p> |



Quadro 2 – Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte dos dados.

(continuação)

| | |
|--|---------------------|
| Capítulo IX – Doenças do aparelho circulatório Hipertensão essencial (primária) Doenças hipertensivas Infarto agudo do miocárdio Doenças isquêmicas do coração Doenças cerebrovasculares | SIM SIH |
| Capítulo X – Doenças do aparelho respiratório Tuberculose pulmonar* Tuberculose respiratória* Bronquectasia Pneumoconiose Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas Doenças crônicas das vias aéreas inferiores Outras doenças das vias aéreas superiores Asma | SIM SIH SINAN |
| Capítulo XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo Doenças de pele e do tecido subcutâneo Outras doenças de pele e do tecido subcutâneo Infecções de pele e do tecido subcutâneo | SIM SIH |
| Capítulo XIV – Doenças do aparelho geniturinário Insuficiência Renal Crônica Insuficiência Renal não especificada | SIM SIH |
| Capítulo XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal Infecções específicas do período perinatal | SIM SIH |
| Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas** | SIH |
| Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade Acidentes de transporte Outras causas externas de traumatismos acidentais Envenenamento [intoxicação] acidental por e exposição a substâncias nocivas Lesões autoprovocadas intencionalmente Agressões* Eventos (fatos) cuja intenção é indeterminada Sequelas de causas externas de morbidade e de mortalidade | SIM SIH SINAN |
| Todas as causas Doenças dos capítulos I ao XX | SIM SIH |
| Causas naturais Doenças dos capítulos I ao XIX (SIM) Doenças dos capítulos I ao XVIII (SIH) | SIM SIH |

SIM: Sistema de Informação sobre Mortalidade; SIH: Sistema de Informação Hospitalar; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação; SINASC: Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos.

* Problemas de saúde avaliados no SINAN

** Segundo as normas do SIH/SUS, as internações provocadas por causas externas devem ser classificadas, no diagnóstico principal, segundo o tipo de traumatismo, ou seja, pelo capítulo XIX. No entanto, existem situações em que é permitido que o diagnóstico principal seja classificado diretamente pelo capítulo XX (BRASIL, 2022; TOMIMATSU *et al.*, 2009)

42) Considerando que a escolha dos indicadores de morbimortalidade para esta proposta teve como subsídio o impacto do desastre ambiental para a saúde, a partir de três consequências, combinadas ou não entre si, conforme a proposta da Organização Panamericana de Saúde.

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 296 de 393



Questiona-se, quais (favor listar) dos **indicadores de morbimortalidade** escolhidos de acordo com: 1. Interrupção do funcionamento normal do cotidiano local ou regional, envolvendo perdas e prejuízos (materiais e culturais, econômicos e ambientais), bem como ampliação dos riscos, doenças e óbitos; 2. Sobrecarga das capacidades institucionais locais ou estaduais, superior à sua capacidade de atuação com uso de seus próprios recursos e 3. Alteração dos contextos de produção de riscos e doenças, entre características preexistentes e novas, criados após o evento, resultando em uma sobreposição de condições de risco e danos ambientais e humanos nos territórios e populações afetados, possíveis de se prolongar por meses e anos e quais suas interações.

R- As características do desastre atuam de forma combinada ou não representando riscos à saúde e uma mesma condição de saúde pode estar associada com uma ou mais destas características. Por estas razões, a escolha dos agravos não deve ser especificada em função de uma ou outra característica do desastre.

Indicadores de Mortalidade escolhidos estão listados abaixo:

- Taxa de Mortalidade Geral e por Causas específicas (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10) padronizado por idade e segundo o sexo
- Razão de Mortalidade Materna
- Taxa de Mortalidade Infantil
- Taxa de Mortalidade Neonatal
- Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce
- Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia
- Taxa de Mortalidade Pós-Neonatal
- Taxa de Mortalidade Perinatal
- Mortalidade Proporcional por causas (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10)

Indicadores de Morbidade escolhidos:

- Taxa de Hospitalização por causas específicas agrupadas por capítulos do CID-10
- Taxa de Notificação de agravos

43) Considerando, segundo a proposta apresentada, que os critérios específicos para a escolha das doenças e agravos em saúde e indicadores de morbimortalidade selecionados foram: 1. Problemas de saúde listados no item 3 do edital; 2. Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI); 3. Estudos científicos anteriores que descrevem a incidência de doenças e problemas de saúde em populações afetadas por desastres ambientais; 4. doenças e agravos em saúde cujos dados são disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Questiona-se: Quais os agravos serão estudados de acordo com esses critérios

R -As doenças e condições de saúde selecionadas estão descritas na reposta do item 41. Todas as doenças e agravos possuem dados disponíveis no DATASUS, em sistemas específicos conforme demonstrado na coluna fonte. As doenças e condições de saúde foram classificadas de acordo com o CID-10.

44) Considerando os quesitos 41 e 43 solicita-se definir quais os agravos serão estudados considerando todos os critérios elencados e a viabilidade de informações por sistemas considerados com os critérios de validação de completude e qualidade e período de cobertura adequado ao projeto.



R- Os agravos e condições de saúde foram apresentados em resposta ao quesito 43. Para a análise de completude, foram calculados os valores absolutos e relativos de dados faltantes das variáveis selecionadas nas bases dos Sistemas de Informação. Esses valores foram calculados considerando-se os 100 municípios avaliados no projeto e separadamente para Belo Horizonte e para as demais cidades (exceto a capital do estado).

A análise de completude indicou não haver dados faltantes para as variáveis selecionadas nos bancos de dados do SIM e do SIH. O percentual de dados faltantes no SINAN variou entre 21% para dados de leptospirose a 2% para dados de leishmaniose tegumentar americana.

Para a remoção de duplicidades do SINAN, selecionou-se um conjunto de variáveis para determinar se uma dada notificação era duplicata de outra ou não. Foram utilizadas diferentes variáveis para cada agravo, mas foram incluídas pelo menos: município de residência, data de nascimento, idade, sexo e data de notificação. Em caso de coincidência simultânea dessas variáveis, definiu-se haver então duplicidade e foram retidas na base a primeira notificação ou aquela mais completa quando a primeira era incompleta. Valores faltantes (*missings*) simultaneamente coincidentes também foram considerados como duplicidade. Além desse processo, foram também eliminadas as notificações duplicadas conforme informado na variável de duplicidade, a qual está presente em alguns agravos.

45) Qual o período considerado aceitável para as fontes de dados para essa proposta?

R- Os dados foram coletados no período de 2010 a 2019. O período de pré-rompimento para todos os agravos avaliados no SINAN foi definido como aquele entre os anos de 2013 a 2018, em função de alteração na ficha de notificação de dengue no ano de 2014.

46) Serão consideradas outras áreas do estado e/ou país na análise de surto e epidemias de doenças transmissíveis para inferência sobre relação causal entre aumento de casos na região e período em estudo e o rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão? Com quais critérios de escolha?

R- Não serão analisados dados de outras áreas do estado e/ou país além daqueles dos 100 municípios, incluindo os diretamente afetados, vizinhos de 1ª e 2ª ordem. Foram considerados outros estudos publicados na literatura nacional e internacional para discussão dos resultados encontrados nesse estudo.

47) Consideram incluir a tuberculose em todas as suas formas de apresentação, inclusive respiratória, no grupo de doenças transmissíveis, em função de sua natureza, importância e significado clínico-epidemiológico?

R- Para a análise dos dados do SIM, os tipos de tuberculose foram agrupados no Capítulo I do CID 10 – Algumas doenças infecciosas e parasitárias.



| | | |
|--|--|-------------------------------|
| Capítulo I Algumas doenças infecciosas e parasitárias | - Tuberculose respiratória com ou sem confirmação bacteriológica e histológica | A15 e A16 |
| | - Meningite tuberculosa - Tuberculoma meníngeo - Outras tuberculoses do sistema nervoso - Tuberculose não especificada do sistema nervoso | A170, A171, A178 e A179 |
| | - Tuberculose óssea e das articulações | A180 |
| | - Tuberculose do aparelho geniturinário | A181 |
| | - Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos | A183 |
| | - Tuberculose miliar aguda de localização única e especificada - Tuberculose miliar aguda de múltiplas localizações - Tuberculose miliar aguda não especificada - Outras tuberculoses miliares - Tuberculose miliar não especificada | A190, A191, A192, A198 e A199 |

Para a análise dos dados do SIH, de forma semelhante, as internações por tuberculose foram analisadas no Capítulo I do CID-10

| | | |
|--|--|----------------------------|
| Capítulo I Algumas doenças infecciosas e parasitárias | Tuberculose respiratória | A15+A16 |
| | Tuberculose do sistema nervoso | A170 + A 171 + A178 + A179 |
| | Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos | A183 |
| | Tuberculose óssea e das articulações | A180 |
| | Tuberculose do aparelho geniturinário | A181 |
| | Tuberculose miliar | A190-A199 |

Análises de mortalidade por causas específicas foram também demonstradas no relatório.

48) Concordam em utilizar, de modo geral, apenas nomenclatura padronizada CID 10 para doenças e outros agravos à saúde?

R- Para esse estudo foi utilizada a nomenclatura do CID 10.

49) Com relação à análise de dados de morbidade, afirma-se no texto do projeto ajustado, que a escolha dos indicadores de morbidade será feita conforme o tipo e a natureza da doença ou agravo à saúde. Como será feito esse procedimento? Favor detalhar.

R- A escolha dos indicadores de morbidade baseou-se nas características dos registros e dados disponíveis sobre as doenças e agravos em cada sistema de informação, conforme descrito no quesito 50.

50) Com relação à análise de dados de morbidade serão considerados na escolha do indicador, a forma de obtenção e tratamento do dado de morbidade, para definir o uso de incidência ou prevalência?

R- A morbidade foi caracterizada a partir da análise dos dados do SIH e SINAN. Foram obtidas taxas de internação hospitalar por diagnóstico principal de internação agrupadas por capítulo CID-10, para cada município e ano (2010 a 2019). Os valores observados foram demonstrados em gráficos. Para o cálculo, foram considerados no numerador os casos de internação no ano e município avaliado, tendo em vista que não é possível identificar se cada



registro de internação é um caso novo de internação, ou seja, um mesmo indivíduo pode ter mais de uma internação pela mesma causa ou por causas distintas no período. Destaca-se que com relação ao SIH, não se trata nem de prevalência e nem de incidência, pois não cobre toda a população, uma vez que contém apenas registros de internações realizadas no âmbito do SUS, excluindo, portanto, todas as internações ocorridas no sistema suplementar de saúde, enquanto o denominador das taxas de internações contém toda a população em um dado ano e local.

Para o SINAN, as taxas de notificações foram referentes a casos incidentes para os agravos leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose, já que na base de dados destes agravos existe uma variável que define a entrada da notificação como caso novo ou outras situações (recidiva, reingresso após abandono, transferência, pós-óbito). Para os demais agravos, as taxas se referem a todos os casos, pois não é possível identificar, pelos dados disponíveis, se as notificações de um determinado local e período, se referem a casos novos ou outras situações, como mencionado anteriormente. Os valores foram também representados em gráficos para cada município e ano.

Quanto aos modelos estatísticos, para avaliar o impacto do rompimento, os dados de todas as bases (sistemas) foram agregados em dois períodos, antes e depois do rompimento. Para avaliar o impacto sobre a mortalidade, a princípio as taxas foram padronizadas pela distribuição etária da população padrão de Minas Gerais, no ano de 2010, obtendo assim o número de óbitos esperados. No GLM com distribuição Poisson para a variável resposta número de óbitos observados, o preditor linear foi formado pela inclusão de um termo offset, sendo o logaritmo natural do número esperados de óbitos e de uma variável indicadora de rompimento. O efeito esperado desse modelo é a Razão de Mortalidade Padronizada (Standardized Mortality Ratio - SMR).

Para internações e notificações, os modelos têm como variáveis respostas o número de internações e notificações, respectivamente, sendo o termo offset o logaritmo natural da população residente no município, para ambos. Os efeitos estimados por esses modelos foram riscos relativos médios. Posteriormente, para os três sistemas, foram ajustados modelos espaciais que além do efeito médio na região, estimou a contribuição do efeito em cada um dos municípios estudados.

51) Foi citado o uso de Taxas de Ataque. Quais as vantagens e limitações deste indicador para este estudo? Para quais situações e desfechos deverão ser utilizados neste estudo?

R- A taxa de ataque não foi utilizada, tendo em vista que se aplica geralmente ao estudo de doenças durante um surto em uma área ou população bem definida.

52) Consideram o termo Taxa de prevalência o mais adequado para o tipo de cálculo proposto? Favor diferenciar taxas e coeficientes.

R- Coeficiente é um termo utilizado como sinônimo de taxa. Optou-se pela padronização e uso do termo taxa no relatório.



53) Quais os coeficientes de incidência pretende-se calcular?

R- Os óbitos são ocorrências incidentes por definição. Portanto, todas as taxas de mortalidade referem-se à incidência no ano e município. Para o SINAN, conforme disponível, as taxas de notificações foram referentes a casos incidentes (“casos novos”) para os agravos leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose, uma vez que as notificações destes agravos na base SINAN incluem uma variável que define a entrada como “caso novo” ou outras situações (recidiva, reingresso após abandono, transferência, pós-óbito).

54) Como e quando serão definidos os desfechos em que serão calculados a prevalência, incidência, mortalidade e letalidade?

R- Para óbitos, todo registro no SIM é considerado um caso novo e único (óbito) no período definido de um ano. Portanto, os óbitos em determinado ano e município resultaram em taxas de mortalidade (incidência) por todas as causas, taxa de mortalidade por causas específicas e agrupadas por capítulo do CID-10. Para efeito de comparação, estas taxas foram padronizadas por idade e foram estimadas razões de mortalidade padronizadas por idade (SMR).

Com relação ao SIH, não se trata de nem de prevalência e nem de incidência, pois não cobre toda a população, uma vez que contém apenas registros de internações realizadas no âmbito do SUS, excluindo, portanto, todas as internações ocorridas no sistema suplementar de saúde, enquanto o denominador das taxas de internações contém toda a população em um dado ano e local. Além disso, não é possível saber identificar se a causa de uma internação é incidente (caso novo) ou se deve a problema pré-existente (caso antigo). Da mesma forma, as taxas de internação referem ao número de AIHs e um mesmo usuário SUS pode ter mais de uma internação no ano, gerar assim mais de uma AIH. Neste sentido, as taxas de internações podem conter repetições de indivíduos no numerador, não podendo ser consideradas como taxas baseadas em ocorrências individuais (como o SIM) para um determinado local.

No SINAN, as notificações foram incidentes para os agravos leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose, já que na base de dados destes agravos existe uma variável que define a entrada da notificação como caso novo ou outras situações (recidiva, reingresso após abandono, transferência, pós-óbito). Para os demais agravos, as taxas se referem a todas as notificações no período pois, pelos dados disponíveis, não é possível identificar se as notificações de um determinado local e período, se referem a casos novos ou outras situações, como mencionado anteriormente.

Os dados secundários utilizados (SIM, SIH e SINAN) não podem ser cruzados individualmente e não permitem estimar letalidade por causa.

55) Concordam em utilizar padronização internacional (OPAS, 2010) para definição dos indicadores de saúde? Ou outra padronização internacional?

R- A padronização internacional da OPAS foi utilizada para a definição dos indicadores de saúde.



56) Qual tipo de indicador de incidência será utilizado? Incidência Acumulada ou taxas de incidência? Porque?

R- As taxas de incidência de óbito foram calculadas considerando o tempo médio que a população esteve sob risco para o desfecho, definida como a população no meio do ano. Portanto, a taxa de mortalidade estimada é uma estimativa da densidade média de incidência. Para o SINAN, a mesma metodologia foi utilizada, pois a população sob risco de adoecer no início de um dado ano não é disponível nas bases demográficas do país.

57) Foram verificadas inadequações relativas às definições dos Coeficientes, tais como Mortalidade Materna, que deve ser indicado por 100 mil nascidos vivos, e componentes e subcomponentes dos Coeficientes de Mortalidade Infantil, que são calculados em função de dias de vida e não semanas. Quais as fontes bibliográficas foram utilizadas para estas definições? Esses ajustes serão feitos?

R- O cálculo da Taxa de Mortalidade Materna (ou Razão de Mortalidade Materna) foi realizado de acordo com a fórmula descrita na página 120 do documento elaborado pela Rede Interagencial de Informação para a Saúde (REDE Interagencial de Informação para a Saúde Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações / Rede Interagencial de Informação para a Saúde - Ripsa. – 2. ed. – Brasília: Organizacao Pan-Americana da Saude, 2008. 349 p.: il. <https://www.paho.org/bra/dmdocuments/indicadores.pdf>). Esta mesma fonte foi utilizada para descrever as fórmulas de cálculo dos demais indicadores de Mortalidade Infantil, conforme apresentado no quadro abaixo.

| Indicador | Numerador | Denominador | Multiplicador |
|--|---|---|---------------|
| Razão de mortalidade materna/Taxa de mortalidade materna | Número de óbitos de mulheres residentes, por causas e condições consideradas de morte materna, no ano e no município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 100.000 |
| Taxa de mortalidade infantil | Número de óbitos de residentes com idade entre 0 e 364 dias, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal | Número de óbitos de residentes de 0 a 27 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal precoce | Número de óbitos de residentes de 0 a 6 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal tardia | Número de óbitos de residentes de 7 a 27 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade pós-neonatal | Número de óbitos de residentes de 8 a 364 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade perinatal | Número de óbitos fetais + número de óbitos de crianças de 0 a 6 dias completos de vida, ambos de mães residentes, no ano e município avaliado | Número de nascimentos totais (óbitos fetais + nascidos vivos) de mães residentes, no ano e município avaliado | 1.000 |



58) É possível, escolher claramente quais os parâmetros utilizados para definir os componentes e subcomponentes dos indicadores de morbidade, assim como os de mortalidade constantes no Anexo da proposta?

R- A morbidade foi descrita a partir de taxas de hospitalizações por diagnóstico principal de internação agrupadas por capítulos do CID-10 (quesito 43). Foi também descrita pelas notificações no SINAN. No SINAN, as notificações foram incidentes para os agravos leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose, já que na base de dados destes agravos existe uma variável que define a entrada da notificação como caso novo ou outras situações (recidiva, reingresso após abandono, transferência, pós-óbito). Para os demais agravos, as taxas se referem a todas as notificações no período pois, pelos dados disponíveis, não é possível identificar se as notificações de um determinado local e período, se referem a casos novos ou outras situações, como mencionado anteriormente.

59) Quais os CMC- Coeficiente de Mortalidade por Causas - serão determinados?

R- Foram determinadas Taxas de Mortalidade por todas as causas, por causas específicas e agrupadas por capítulos do CID-10 (quesitos 40 a 43).

60) Um dos objetivos específicos do estudo é descrever e comparar as taxas de morbimortalidade padronizadas por idade, sexo e sua variação segundo indicadores socioeconômicos, ambientais e a rede assistencial de saúde dos municípios incluídos no estudo. Entretanto, não está claro na metodologia descrita como se pretende fazer esta análise. Qual modelo de regressão definido para estas análises?

R- À princípio, os dados foram divididos em dois períodos, pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019), sendo o número de casos e população residente somados no período pré a fim de obter a taxa média do período, e criada uma variável indicadora de rompimento (sim/não). Os modelos de regressão para cada um dos desfechos de interesse, avaliaram o impacto do rompimento adicionando essa variável indicadora como explicativa. Esses modelos foram estendidos adicionando outras variáveis tais como o grupo de municípios (diretamente afetados, vizinhos de primeira ordem e vizinhos de segunda ordem) e alguns indicadores socioeconômicos e ambientais. Sendo essas variáveis estatisticamente significativas havia evidência de impacto sobre os desfechos. De forma análoga, o mesmo foi feito estratificando os desfechos segundo sexo.

61) Qual ou quais banco(s) de dados se pretende acessar para estudo das doenças descritas no quadro 5?

R- Os bancos utilizados foram os extraídos dos Sistemas de Informação: SIH, SIM e SINAN.

62) Serão consideradas outras áreas do estado e/ou país na análise de surto epidemias de doenças transmissíveis para inferência sobre relação causal entre aumento de casos na região e período em estudo e o rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão?

R- Não serão analisados dados de outras áreas do estado e/ou país além daqueles dos 100 municípios, incluindo os diretamente afetados, vizinhos de 1ª e 2ª ordem. Foram considerados outros estudos publicados na literatura nacional e internacional para discussão dos resultados encontrados nesse estudo.



63) Indicadores de morbidade baseados apenas nos sistemas de vigilância epidemiológica e sanitária não são suficientes para o escopo do projeto. Serão incluídos dados provenientes dos sistemas referentes à assistência, não só HIPERDIA e SIH-SUS, como também e-SUS AB, SIA-SUS e SISVAN nas análises?

R- Não foram utilizados outros bancos de dados além SIM, SINAN e SIH.

64) Quando não houver suficiência de informações e dados confiáveis, uma vez que se sabe que poucos são os sistemas de informação em saúde considerados como de boa qualidade, como poderão ser minimizados tais possíveis vieses?

R- O uso de dados secundários oriundos de sistemas de informação possui limitações inerentes às características e objetivos do registro. Estas limitações devem ser consideradas na interpretação dos achados.

65) Independentemente da qualidade da informação, por meio dos referidos bancos de dados não será possível alcançar os objetivos propostos nestas chamadas, uma vez que estes não contemplam todas as informações que se necessita investigar. Quais serão os meios utilizados para tornarem mínimos os prejuízos?

R- Os dados obtidos nos Sistemas de Informação possibilitaram responder aos objetivos da pesquisa. Todas as limitações inerentes a cada fonte de dados foram discutidas.

66) Como serão mensurados os prejuízos materiais e culturais, econômicos e ambientais descritos na metodologia desta Chamada?

R- Prejuízos materiais, culturais, econômicos e ambientais foram descritos como características dos desastres, que podem ampliar os riscos de doenças e óbitos como parte da fundamentação da escolha de desfechos em saúde a serem investigados. Contudo, não foi objetivo do estudo mensurar estes prejuízos.

67) Sabe-se que mais do que o tipo e a natureza da doença em estudo, é a forma de obtenção e tratamento do dado que definirá a escolha do indicador de morbidade, pois qualquer agravo à saúde pode ser analisado por meio do estudo da incidência ou prevalência. Porque a escolha dos indicadores de morbidade será feita conforme o tipo e a natureza da doença ou agravo à saúde?

R- Este quesito foi esclarecido previamente na resposta ao quesito 54.

68) A Razão de Mortalidade Proporcional (RMP) ou Indicador de Swaroop-Uemura utiliza como parâmetro os dados de Mortalidade Proporcional de indivíduos com 50 anos ou mais, pois foi criado em 1957, cuja expectativa de vida era muito inferior à existente nos dias de hoje. Solicita-se que tal parâmetro de idade seja revisto para adequação dos resultados. Porque está sendo utilizado o RMP de indivíduos com 50 anos ou mais?

R- Concordamos que o indicador está desatualizado e o mesmo não foi estimado neste estudo. Na verdade, a mortalidade foi analisada padronizando-se pela idade, o que é mais indicado para comparações de taxas no tempo e entre municípios ou conjunto de municípios.

69) Na metodologia da chamada 37 há a menção de que os dados serão coletados por meio do portal do Datasus (MS DATASUS). Todavia, há algumas informações, detalhadas, referidas



no subprojeto, bem como alguns sistemas que não estarão disponíveis, de forma pública, necessitando de uma senha do Gestor. Como serão conseguidos estes dados?

R- Os bancos utilizados são de acesso público e todas as análises foram realizadas usando dados disponíveis e extraídos do DATASUS.

70) Sobre a metodologia de análise, será feita análise de regressão (não necessariamente linear) para estimar a tendência e teste de hipóteses para verificar se os parâmetros são estatisticamente não nulos? Será verificado a existência de sazonalidade?

R- Foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM) e Modelos Espaciais Autorregressivos Condicionais (CAR) com as bases de dados agregadas em dois períodos, pré e pós rompimento. Por esse motivo, não foram analisadas, tendência e sazonalidade. Essa estratégia foi adotada pelo fato de termos apenas um ano após o rompimento e por muitos dos agravos analisados serem de ocorrência rara.

71) Será testada a autocorrelação existente nos dados? Caso ela esteja presente quais modelos serão utilizados para se fazer o ajuste e como?

R- A autocorrelação existente nos dados, a priori, foi explorada através dos índices de Moran global e local e mapas exploratórios, além de ser considerada explicitamente nos modelos espaciais.

72) Será verificado a intervenção uma vez que um dos objetivos é avaliar o pré e pós desastre? Como?

R- Os dados foram divididos em dois períodos, pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019), sendo o número de casos e população residente somados no período pré a fim de obter a taxa média do período, e criada uma variável indicadora de rompimento (sim/não). Os modelos de regressão para cada um dos desfechos de interesse avaliaram o impacto do rompimento adicionando essa variável indicadora como explicativa.

73) Será feita análise multinível? Determinar porque.

R- Os modelos espaciais autorregressivos condicionais (CAR) possuem dois termos aleatórios ao nível da unidade de análise (municípios) no preditor linear. Um termo espacialmente estruturado que considera a vizinhança entre os municípios, e outro termo não espacialmente estruturado que considera apenas a heterogeneidade entre os municípios. Este último termo é similar ao efeito aleatório dos modelos lineares mistos ou modelos multiníveis.

74) O município de Três Marias não será considerado nas análises, pois está além da represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, conforme definido pela justiça. Porém, mesmo que Três Marias não faça parte dos municípios afetados, o mesmo é um dos municípios de 2ª ordem, compartilhando fronteira com outros três municípios de 1ª ordem. Qual o motivo deste município não ser considerado na vizinhança de 2ª ordem?

R-A determinação judicial foi seguida e o referido município não foi incluído.

75) Por que os municípios de Abaeté (que faz fronteira com Martinho Campos e Pompéu) e Bonfim, Ibirité e Moeda (que fazem fronteira com Brumadinho, entre outros municípios afetados) foram definidos como municípios não limítrofes?



R- Esses municípios foram definidos como limítrofes ou próximos aos afetados (grupo 2).

76) Por que foram definidos apenas os municípios de Contagem, Inhaúma, Mateus Leme, Pitangui e Onça do Pitangui, como municípios de 1ª ordem limítrofes para mais de um município afetado, sendo que tem outros (como Ibitaré, por exemplo)?

R- Os municípios limítrofes de mais de um município são: Abaeté, Contagem, Cordisburgo, Felixlândia, Ibitaré, Inhaúma, Itatiaiuçu, Mateus Leme, Onça do Pitangui, Pitangui.

77) Por que os municípios de Quartel Geral e Araçá foram considerados não limítrofes aos municípios afetados, sendo que os mesmos compartilham fronteira com Martinho Campos e Paraopeba, respectivamente?

R- Esses municípios foram considerados limítrofes (Grupo 2).

78) Quais são os tipos de gráficos, estatísticas resumo, técnicas de visualização e de análise de padrões serão utilizados na análise estatística exploratória das variáveis estudadas ao longo do tempo e do espaço?

R- Os dados foram divididos em dois períodos, pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019), sendo o número de casos e população residente somados no período pré a fim de obter a taxa média do período, e criada uma variável indicadora de rompimento (sim/não). Com as bases agregadas foram feitos gráficos de barras com as diferenças entre os números observados e entre as taxas considerando casos, internações e óbitos nos dois períodos. Além disso, foram feitos mapas anuais e agregados nos dois períodos das taxas e mapas dos quadrantes que indicam autocorrelação entre os municípios resultantes do índice de Moran Local.

79) Quais os métodos de análise de séries temporais serão aplicados nas análises ao longo do tempo? Serão realizadas análises para verificar a existência de tendência ou sazonalidade? Caso existam, como serão tratadas?

R- A princípio, as séries temporais de mortalidade foram analisadas através de Modelos Aditivos Generalizados (GAM), no entanto devido ao fato de termos apenas um ano de dados após o rompimento e por muitos dos agravos analisados terem tido ocorrência rara, os resultados foram bastante imprecisos, nos levando a adotar outra estratégia de análise, agrupando em dois períodos, pré e pós-rompimento. Desta forma, não foi possível analisar tendência e sazonalidade com as bases agregadas.

80) Na descrição e avaliação da existência de padrões espaciais ou agrupamentos (clusters) serão utilizados apenas técnicas descritivas de visualização como mapas de Kernel e Razão de Kernel? Não serão utilizados mapas para representar resultados de testes estatísticos, como LISA maps para identificar regiões que apresentam correlação espacial local significativas? Quais outros métodos de inferência estatística ou mapas serão utilizados na análise de clusters espaciais de morbimortalidade para os indicadores selecionados na população de referência, no período de 2010 a 2019, e mudanças de padrões ao longo do tempo?

R- Como as unidades de análise foram os municípios da região de estudo definida, optou-se por fazer análise exploratória através de mapas anuais e agregados nos dois períodos das taxas, e mapas dos quadrantes, que indicam autocorrelação entre os municípios resultantes do índice de Moran Local. Além disso, foram feitos mapas dos efeitos estimados em cada



município através dos modelos espaciais. Nesses modelos espaciais foram testados o risco adicional em cada município após o rompimento.

81) No ajuste e avaliação das várias classes de modelos de regressão, quais são as variáveis a serem estudadas e quais os fatores ou variáveis explicativas associadas à morbimortalidade serão consideradas em cada uma dessas classes? Que outros modelos, além dos já descritos, poderão ser utilizados?

R- À princípio, os dados foram divididos em dois períodos, pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019), sendo o número de casos e população residente somados no período pré a fim de obter a taxa média do período, e criada uma variável indicadora de rompimento (sim/não). Fatores possivelmente associados aos desfechos de estudo (notificações, mortalidade e internações), tais como indicadores socioeconômicos e ambientais, foram testados para a região como um todo utilizando Modelos Lineares Generalizados (GLM), bem como seus efeitos sobre os riscos em cada município avaliado, através de Modelos Espaciais Autorregressivos Espaciais (CAR). Os modelos GLM para cada um dos desfechos de interesse, avaliaram o impacto do rompimento adicionando essa variável indicadora como explicativa. Esses modelos foram estendidos adicionando outras variáveis tais como o grupo de municípios (diretamente afetados, vizinhos de primeira ordem e vizinhos de segunda ordem) e alguns indicadores socioeconômicos e ambientais. Sendo essas variáveis estatisticamente significativas havia evidência de impacto sobre os desfechos. De forma análoga, o mesmo foi feito estratificando os desfechos segundo sexo. Nos modelos espaciais também foram consideradas a variável explicativa indicadora de rompimento e os indicadores socioeconômicos e ambientais.

82) Quais os pacotes do software R serão utilizados nas análises propostas?

R- Pacotes: "spdep", "geobr", "tidyverse", "rgeoda", "INLA", "splines", "ggplot2", "car".

83) Quais métodos serão utilizados na detecção de mudanças pré e pós-rompimento dos padrões dos agravos ao longo do tempo? E ao longo do espaço?

R- Os dados foram divididos em dois períodos, pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019), sendo o número de casos e população residente somados no período pré a fim de obter a taxa média do período, e criada uma variável indicadora de rompimento (sim/não). Os modelos GLM e modelos espaciais, para cada um dos desfechos de interesse, avaliaram o impacto do rompimento adicionando essa variável indicadora como explicativa.

84) Serão aplicados métodos de análises espaço-temporais com o objetivo de avaliar os indicadores de morbimortalidade conjuntamente no espaço e tempo? Quais?

R- Os dados foram divididos em dois períodos, pré-rompimento (2010 a 2018) e pós-rompimento (2019), sendo o número de casos e população residente somados no período pré a fim de obter a taxa média do período, e criada uma variável indicadora de rompimento (sim/não). Os modelos GLM e modelos espaciais, para cada um dos desfechos de interesse, avaliaram o impacto do rompimento adicionando essa variável indicadora como explicativa. Efeitos foram estimados em cada município através dos modelos espaciais, além de testados os riscos adicionais após o rompimento.



85) Quais métodos serão utilizados na avaliação rigorosa do desempenho dos modelos preditivos propostos? Será utilizado algum método de validação dos resultados preditos?

R- Vários modelos foram ajustados, considerando as distribuições de probabilidade de Poisson, Binomial Negativa e Poisson inflacionado de zeros, além de inclusão/exclusão de efeitos aleatórios e termos de interação. Os mesmos foram comparados através de medidas tais como, Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC) e Critério de Informação de Watanabe-Akaike (WAIC).

86) Será testada a existência de tendência espacial e da não-estacionariedade do processo espacial. Como?

R- A possível correlação entre os dados observados nos municípios de análise é incorporada nos modelos espaciais através de um termo aleatório espacialmente estruturado que considera a matriz de vizinhança entre esses municípios e um termo autorregressivo de primeira ordem.

87) Serão feitas análises de fatores de risco? Qual a metodologia?

R- Fatores possivelmente associados aos desfechos de estudo (notificações, mortalidade e internações), tais como indicadores socioeconômicos e ambientais, foram testados para a região como um todo utilizando Modelos Lineares Generalizados (GLM), bem como seus efeitos sobre os riscos em cada município avaliado, através de Modelos Espaciais. Os modelos de regressão para cada um dos desfechos de interesse, avaliaram o impacto do rompimento adicionando essa variável indicadora como explicativa. Esses modelos foram estendidos adicionando outras variáveis tais como o grupo de municípios (diretamente afetados, vizinhos de primeira ordem e vizinhos de segunda ordem) e alguns indicadores socioeconômicos e ambientais. Sendo essas variáveis estatisticamente significativas havia evidência de impacto sobre os desfechos. De forma análoga, o mesmo foi feito estratificando os desfechos segundo sexo. Nos modelos espaciais também foram consideradas a variável explicativa indicadora de rompimento e os indicadores socioeconômicos e ambientais.

88) Será realizada análise multivariada ou multiníveis? Como e para quais indicadores?

R- Fatores possivelmente associados aos desfechos de estudo (notificações, mortalidade e internações), tais como indicadores socioeconômicos e ambientais, foram testados para a região como um todo utilizando Modelos Lineares Generalizados (GLM), bem como seus efeitos sobre os riscos em cada município avaliado, através de Modelos Espaciais. Além disso, as correlações entre os indicadores também foram exploradas, a fim de auxiliar na escolha de variáveis a comporem os preditores lineares de modelos múltiplos. Alguns indicadores estavam altamente relacionados entre si e apresentaram pouca variabilidade, no entanto ainda assim observou-se significância estatística para alguns agravos e grupos de agravos. Os mesmos, no entanto, tiveram um impacto pequeno nos desfechos e algumas vezes em direções opostas ao esperado, fato este atribuído à falácia ecológica e/ou qualidade dos indicadores. Como o próprio rompimento ou a variabilidade/similaridade entre os municípios explicaram grande parte dos desfechos, foram feitos apenas modelos univariados utilizando os indicadores socioeconômicos.

Quanto à proposta de utilização de modelos multiníveis, os modelos espaciais autorregressivos condicionais (CAR) possuem dois termos aleatórios ao nível da unidade de análise (municípios) no preditor linear. Um termo espacialmente estruturado que considera a vizinhança entre os municípios, e outro termo não espacialmente estruturado que considera



apenas a heterogeneidade entre os municípios. Este último termo é similar ao efeito aleatório dos modelos lineares mistos ou modelos multiníveis.

89) A proposta 38 também irá utilizar dados secundários de saúde. Serão feitos esforços conjuntos entre as equipes para coleta dos dados, análise de completude e validação dos dados, conexão (linkage) entre bancos e outros para buscar uma maior qualidade e transparência dos estudos?

R- As equipes dos subprojetos 37 e 38 não trabalharam em conjunto.

90) As chamadas 37 e 38 têm em comum com a 37 apresentarem desenhos mais limitados para determinação de nexos causais e o objetivo de construir um diagnóstico de situação retrospectiva e prospectiva, considerando o rompimento da barragem. Serão feitos esforços conjuntos para determinação de definições e conceitos em comum, que poderão servir de base para outros estudos mais acurados a posteriori, para determinação dos danos coletivos e individuais?

Não foram realizados esforços conjuntos entre subprojetos 37 e 38 para definições conjuntas.

91) Quais os produtos serão produzidos por essa chamada? Esses produtos serão capazes de auxiliar a determinação de danos a população e auxiliar a valoração das indenizações a posteriori?

R- Os produtos são:

- relatório final com a descrição dos resultados obtidos em resposta aos objetivos, bem como a interpretação e limitações dos achados.

- um vídeo sobre os resultados direcionados para a população em geral.

- base de dados secundários original e tratada.

92) Como a metodologia proposta para evidenciação de nexos de causalidade irá contemplar os danos individuais e coletivos para auxiliar a valoração das indenizações a posteriori?

R - Estudos ecológicos não evidenciam nexos de causalidade.

93) No Título da proposta “Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão” e no Objetivo Geral “Descrever padrões e tendências no perfil epidemiológico de morbimortalidade da população dos municípios afetados pelo rompimento da barragem de rejeitos de minério na Mina “Córrego do Feijão” e de municípios controles localizados no entorno dos municípios atingidos no período de 2010 a 2019 (10 anos), avaliar o padrão e dispersão geográfica de morbimortalidade no período, e investigar associações de fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais com indicadores de morbimortalidade nos municípios afetados e controles.” Não se observa a importância dada a medir danos a população pelo rompimento da barragem. Apenas, no último objetivo específico “f) Identificar os prováveis impactos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho na saúde da população atingida” se faz referência ao rompimento da barragem. Pode-se considerar que esse é um objetivo secundário nessa proposta? Esse não deveria ser o objetivo principal? E portanto, considerado no objetivo principal?



R- Esse objetivo foi considerado no estudo. Cabe mencionar que os objetivos da proposta aprovada seguem àqueles definidos pela chamada 37/2020, nos itens 3.1 e 3.2

3.1 Objetivo geral

Determinar o perfil epidemiológico de morbimortalidade, na população de referência, no período de 2010 a 2019 (10 anos).

3.2 Objetivos específicos

a) Identificar os tipos e a frequência de doenças, na população de referência, no período indicado.

b) Estimar as taxas de morbimortalidade da população de referência, no período indicado.

c) Analisar possíveis associações com variáveis socioeconômicas e demográficas.

d) Analisar a existência de clusters de morbimortalidade na população de referência, no período indicado.

e) Identificar os prováveis impactos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho na saúde da população atingida

94) Considerando o Título da proposta “Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão” e no Objetivo Geral “Descrever padrões e tendências no perfil epidemiológico de morbimortalidade da população dos municípios afetados pelo rompimento da barragem de rejeitos de minério na Mina “Córrego do Feijão” e de municípios controles localizados no entorno dos municípios atingidos no período de 2010 a 2019 (10 anos), avaliar o padrão e dispersão geográfica de morbimortalidade no período, e investigar associações de fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais com indicadores de morbimortalidade nos municípios afetados e controles.” Não se observa a importância dada a medir danos a população pelo rompimento da barragem. Apenas, no último objetivo específico “f) Identificar os prováveis impactos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho na saúde da população atingida” se faz referência ao rompimento da barragem. Questiona-se: mesmo que não seja possível o levantamento de dados após o rompimento suficientes para a análise de relações entre a saúde e o rompimento (exemplo: não se obteve dados de 2019-2020), os objetivos do projeto serão cumpridos?

R- Foram analisados os dados disponíveis nos sistemas DATASUS (SIM, SIH, SINSN) no período proposto pelo Subprojeto 37.

95) Considerando a pandemia de COVID19 e as restrições impostas em função dos riscos de infecção, quais os impactos previstos sobre o cronograma de execução e desenvolvimento da proposta apresentada?

R- Os dados dos bancos foram obtidos *on line* e a epidemia de COVID-19 não teve impacto no cronograma.

96) Os danos causados pelos agravos à saúde considerados na proposta serão impactados pelos danos causados pela pandemia do COVID19? Como isso será analisado?



R- Os dados analisados foram de 2010 a 2019, portanto, antes da pandemia.

97) Como métodos da modelagem preditiva com aprendizagem de máquinas (Florestas de Regressão, Support Vector Machines, Regressão Ridge e LASSO) poderão auxiliar a prever os índices de mortalidade/morbidade?

R- No andar do projeto foi averiguado que tais métodos seriam de pouca valia dado a quantidade de pontos pós rompimento da barragem, 12 meses por cidade. Mesmo se utilizados a interpretação de tais modelos seria algo laborioso, não seria algo tão direto quanto os Generalized Additive Models (GANs), que foi realizada no projeto.

98) Como as técnicas K-Means, Mean-Shift, Affinity Propagation ou Spectral Clustering pode ajudar a analisar os clusters de morbimortalidade?

R- No processo da análise de migração entre cidades clusterização foi utilizada para entender os clusters, também chamados de comunidades, que compartilham arestas (migrações) comuns.

99) Quais as limitações metodológicas da proposta? Como elas podem interferir na análise dos resultados e seu alcance? Definir e listar todas as limitações do estudo.

R- As seguintes limitações podem ser apontadas:

- Estudo ecológico.
- Limitações dos dados secundários.
- Eventos em saúde são diferentemente descritos pelos códigos CID-10 conforme base de dados.
- Mal preenchimento da causa básica de óbito (SIM)
- Duplicidade das notificações (SINAN).
- Mal preenchimento de informações na base SINAN.
- O SIH não é um indicador fiel de causa de internação porque são realizadas as notificações para fins de recebimento.
- O tempo de acompanhamento pode ser insuficiente para alterar a incidência de eventos com longos períodos de latência, como as doenças crônicas não transmissíveis. Sendo assim, é possível que não sejam detectadas alterações na morbimortalidade sobre um conjunto de doenças crônicas não transmissíveis no curto período de tempo após o rompimento da barragem.
- Eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados por desastres, como sofrimento mental (depressão e ansiedade) ou comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de bebidas alcólicas e outras substâncias psicoativas), não são objeto de notificações em sistemas de informação a nível municipal e, portanto, não foram investigados no presente projeto.
- Transtornos mentais e comportamentais são eventos difíceis de estudar via SIH-SUS, pois raramente levam à internação, o que acarreta uma subestimação dos agravos. Apenas eventos graves podem ser analisados com a base SIH-SUS.



100) Considerando as etapas a serem desenvolvidas no projeto, não está claro em que momento serão realizadas as análises para as modelagens das técnicas de inteligência artificial citadas na proposta. Em qual das etapas isso será realizado?

R- Na análise de migrações.

101) Objetivamente, listar quais os resultados esperados coletivos e individuais e como eles irão auxiliar na valoração das indenizações a posteriori?

R- Não houve análise de dados individuais. Os resultados observados foram descritos nos relatórios do projeto.

102) Como se pretende metodologicamente contornar as limitações dos dados secundários (incompletude, qualidade na coleta e armazenamento, período, falta de informações pertinentes), visto que não foram coletados pelos pesquisadores, nem para responder os objetivos do projeto atual. Como garantir que as conclusões possam estar conectadas com a realidade?

R- As conclusões serão consistentes com os resultados obtidos por meio de um estudo ecológico utilizando-se de dados secundários, com limitações inerentes às características de cada fonte.

103) Como se pretende metodologicamente garantir que as conclusões estarão conectadas com a realidade e não mera inferência estatística? Como contornar as limitações dos dados secundários, especialmente considerando os indicadores relacionados ao estilo de vida e comportamento das pessoas, tais como tabagismo, sedentarismo e sobrepeso?

R- O projeto não incluiu indicadores relacionados ao estilo de vida e comportamento das pessoas. O projeto aprovado esclareceu este aspecto:

Alguns eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados pela exposição ao rompimento da Barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho, como sofrimento mental (depressão e ansiedade), ou comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de álcool), não são objeto de notificações em sistemas de saúde disponíveis para municípios.

104) Como as conclusões poderão servir para avaliar os danos causados pelo rompimento da barragem? Como será garantida a avaliação da associação dos danos à saúde com o rompimento?

R- As conclusões serão consistentes com os resultados obtidos por meio de um estudo ecológico utilizando-se de dados secundários, com limitações inerentes às características de cada fonte.

105) Considerando as fragilidades do uso de dados secundários, que podem ser incompletos e descolados dos objetivos específicos do estudo, como garantir que as conclusões sejam conectadas à realidade? Qual a confiança estatística será utilizada?

R- As conclusões serão consistentes com os resultados obtidos por meio de um estudo ecológico utilizando-se de dados secundários, com limitações inerentes às características de cada fonte.



I.2 – Resposta aos quesitos formulados pela VALE 2 – Acerto da metodologia do projeto – 23/09/2020 - UFLA

1-Qualidade da Informação

Se por um lado os estudos de agregados possuem a vantagem de serem de baixo custo e rápida execução, por utilizarem banco de dados secundários (SIM, SINASC, SINAN, SIH-SUS, SAISUS, e-SUS, dentre outros) e com isto permitirem medir exposições para um grande número de indivíduos, de forma a se estimar efeito contextual de uma exposição, bem como avaliar a implantação de programas; por outro lado eles possuem a desvantagem de dependerem da qualidade da informação dos bancos de dados que, no Brasil, embora apresentando progressiva melhoria, ainda encontra-se comprometida (SOARES et al, 2019; SILVA et al, 2020; MARQUES et al, 2020). Ademais, poucos são os sistemas de informação em saúde considerados como de boa qualidade como, por exemplo, o SINASC (AGRANONIK e JUNG, 2019), entretanto, mesmo estes possuem inconsistências em seus bancos de dados quando analisados mais detidamente (SZWARCOWALD et al, 2019). Embora o texto “Nos autos nº 5095925-28.2020.8.13.0024” inclua menção a procedimentos para a avaliação da qualidade dos dados secundários, o procedimento a ser adotado para esta análise não aparece no texto do projeto. Vale ressaltar ainda, que além de problemas no banco de dados secundários, a alimentação de alguns sistemas de informação tende a ser lenta, podendo ter um atraso de até dois anos.

Sugestões de ajuste

- Evitar esforços para trabalho conjunto entre as propostas que utilizarão dados secundários, com o intuito de extrair o maior número de dados completos, que seja possível, com vistas a uma avaliação mais acurada da situação geral de saúde da população.

R- Não houve trabalho conjunto entre as propostas que utilizaram dados secundários.

- Utilizar o critério de análise de completude, ou outro tipo de análise, para se considerar a informação como aceitável antes de sua inclusão no estudo.

R- O critério de análise de completude foi utilizado.

- Fazer linkage de banco de dados para avaliar consistência do mesmo, quando possível, e indicar a metodologia empregada.

R- Linkamos os dados com base no código do município no IBGE.

- Quantificar e apresentar índices da qualidade do dado, bem como pontos de corte para adoção de critérios de inclusão ou exclusão dos mesmos da análise.

R- A quantificação sobre os dados faltantes do SINAN pode ser vista na seção de análise de dados 4.7 do relatório final. Para SIM e SIH as colunas relevantes estavam todas preenchidas.

- Sugere-se atenção à forma de obtenção do banco de dados, uma vez que o atraso na alimentação do mesmo, em níveis mais centrais, pode inviabilizar o estudo proposto (2010 a 2019). O ideal seria fazer levantamento de dados junto às fontes notificadoras, isto é, municípios de origem. Acredita-se que por se tratar de um processo judicializado, os gestores locais não apresentariam objeções em fornecer a informação necessária para o grupo de pesquisadores.

R- Nesse estudo não foram utilizados dados obtidos nos municípios de origem. Conforme aprovado e descrito no projeto, as condições e agravos de saúde foram analisados a partir de



dados secundários extraídos do DATASUS, dos SIM, SIH e SINAN. No item 3.3 do projeto, lê-se sobre a inclusão de doenças e agravos em saúde

2) Variáveis Relacionadas à Saúde Mental e Intoxicações

A proposta objetiva extrair informações do SIH-SUS para o estudo de doenças mentais, dentre elas os Transtornos mentais de comportamento, devido ao uso de outras substâncias psicoativas; Transtornos de humor (afetivos); transtornos neuróticos e relacionados ao estresse; outros transtornos mentais e comportamentais. Todavia, no caso de doenças mentais, incluindo a nosologia destacada no estudo, apenas casos muito graves ou situações de descompensação chegam à internação. Consequentemente, um banco de informação hospitalar é deficitário para entendimento e elucidação deste tipo de problema de saúde. Para tais desfechos a coleta de dados contidos no Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA-SUS), seria de grande valia, particularmente os Registro das Ações Ambulatoriais de Saúde (RAAS), visto que foi desenvolvido pelo DATASUS, com vistas à solução informatizada para entrada de dados referentes às ações dos Centros de Atenção Psicossocial (CAPS). Deste modo, estão contemplados na “Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais do Sistema Único de Saúde” atributos referentes a procedimentos relacionados aos indivíduos, suas relações interpessoais, o convívio familiar e/ou comunitário e o tipo de acolhimento nos CAPS (noturno, em terceiro turno, diurno, atendimento individual ou atendimento em grupo) (BRASIL, 2012).

Todavia, há, também, ressalvas com relação à qualidade destes dados, sendo necessários investimentos em Educação Permanente dos profissionais das equipes CAPS para o manejo dos registros gerados a partir das ações desenvolvidas, visto que estes suscitam dificuldades em relacionar sua prática ao preenchimento deste sistema (SILVA, 2018).

No texto do projeto ajustado, incluiu-se uma nota no Quadro 4, afirmando que “Transtornos de humor (afetivos)”, “Transtornos neuróticos e relacionados com estresse”, “Outros transtornos mentais e comportamentais”, “são eventos difíceis de estudar via SIA-SUS, pois raramente levam à internação, o que acarreta uma subestimação dos agravos.” Entretanto o sistema de informação descrito no corpo da tabela não é o SIA-SUS, referente aos atendimentos ambulatoriais, mas sim o SIH-SUS, referente aos atendimentos hospitalares, ao qual se quer crer que a nota fazia referência.

Uma possível fonte de informação para estudos de morbidade sobre saúde mental, embora limitada (CAVALCANTE et al, 2018), seria o Sistema de Informação da Atenção Básica (SISAB), uma vez que em suas fichas encontram-se dados sobre queixas de sofrimento mental, prescrições de ansiolíticos e outros medicamentos psicoativos. Outra importante fonte de informação para estudos sobre morbimortalidade de saúde mental seria o SINAN que, a despeito de algumas limitações (MAIA et al, 2019), tem a vantagem de regularidade na notificação, investigação e processamento dos dados. Este sistema, na medida em que contempla dados sobre violências autoinfligidas, bem como intoxicações exógenas seria uma fonte complementar importante para a compreensão de tendência e distribuição espacial da saúde mental na população monitorada. Quanto ao grupo de causas externas, propõe-se, particularmente, com relação a envenenamento e intoxicação por exposição a substâncias nocivas, apenas o uso do SIH-SUS. Ora, do mesmo modo que no caso da saúde mental, apenas casos graves ou agudos de intoxicação chegam aos hospitais.

2.1 -Sugestões de ajuste

- Inclusão dos dados provenientes do SIA-SUS, particularmente o RAAS, SISAB e SINAN para avaliação e monitoramento da saúde mental.



R- Nesse estudo não foram incluídos dados do SIA-SUS.

- Linkage e averiguação dos casos de intoxicação obtidos por diferentes bancos de dados, isto é, SIH-SUS e SINAN.

R- A metodologia desenvolvida para este estudo não incluiu a conexão do SIH e SINAN nos casos de intoxicação. Cabe destacar que as bases de dados não possuem variáveis de identificação de usuários, inviabilizando análise de consistência ou averiguação dos casos de intoxicação.

- Corrigir nota de rodapé do Quadro 4.

R- A nota de rodapé do Quadro 4 foi corrigida. SIA-SUS foi substituído por SIH-SUS. NO relatório, os agravos e condições de saúde investigados foram apresentados de acordo com a CID-10, especificando as fontes dos dados.

3) Estilo de Vida e Saúde

R- Para o estudo de agravos à saúde relacionados a estilo de vida e comportamento das pessoas, tais como tabagismo, sedentarismo e sobrepeso, foi proposta a consulta de dados provenientes do HIPERDIA, que é um sistema de informação extinto desde 2013, quando se iniciou o processo de implantação do e-SUS.

3.1 Sugestões de ajuste

1. Sugere-se que tais desfechos sejam verificados, com toda ressalva, devido à incompletude de dados, bem como devido às poucas informações disponíveis, no Sistema de Informação em Saúde para Atenção Básica (SISAB), o qual integra a estratégia do Departamento de Saúde da Família (DESF/SAPS/MS) denominada e-SUS Atenção Básica (e-SUS AB), uma vez que o próprio Ministério da Saúde (MS) utiliza o referido sistema como principal fonte de dados para a avaliação de indicadores relacionados aos desfechos hipertensão e diabetes. São utilizados pelo MS os Indicadores: a) Percentual de pessoas hipertensas com Pressão Arterial aferida em cada semestre e b) o Percentual de diabéticos com solicitação de hemoglobina glicada (BRASIL, 2020a). Todavia, ressalta-se que as fichas referentes a estes desfechos são muito incipientes quando comparadas às fichas do antigo HIPERDIA, que também deve ser consultado com o objetivo de produzir uma série cronológica de 10 anos (2010-2019) e não interrompida em 2013, cinco anos antes do evento em estudo.

R- Nesse estudo não foram utilizados dados do SISAB e do Hiperdia.

2. Quanto aos dados referentes ao Tabagismo, algumas informações também poderão ser coletadas pelo e-SUS, uma vez que, segundo a Portaria n.571/2013, a atenção às pessoas tabagistas deverá ser realizada em todos os estabelecimentos de atenção do SUS, prioritariamente nos serviços de Atenção Básica, assim como os medicamentos devem ser prescritos pelos profissionais da atenção básica e disponibilizados na própria Unidade Básica de Saúde, de preferência (BRASIL, 2013).

R- Nesse estudo não foram utilizados do e-SUS.

3. Com relação aos dados de sobrepeso é possível acessar tais variáveis por meio do Sistema de Informação de Vigilância Alimentar e Nutricional do MS (SISVAN), dados Antropométricos (baixo peso, eutróficos, sobrepeso, obesidade graus I – II e III) estão disponibilizados por município e por fases da vida. No SISVAN também estão disponíveis informações a respeito do Consumo Alimentar, da Atenção Nutricional à Desnutrição Infantil (ANDI) e do Acompanhamento Nutricional da população. (BRASIL, 2020b).

R- Nesse estudo não foram utilizados dados do SISVAN.



4. Outra importante fonte de informação não considerada neste projeto é o VIGITEL, que consiste em um sistema de vigilância de fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis do MS, composta por uma sucessão de inquéritos realizados anualmente pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) desde 2006. Como mencionado no quesito 2, acredita-se que o MS, assim como os gestores municipais ou estadual, não teria objeções em fornecer a informação necessária para o grupo de pesquisadores.

R- Nesse estudo não foram utilizados dados do VIGITEL.

5. Sugere-se que seja melhorada a redação da metodologia, de forma a demonstrar claramente como se pretende contornar as limitações dos dados secundários, especialmente considerando os indicadores relacionados ao estilo de vida e comportamento das pessoas, tais como tabagismo, sedentarismo e sobrepeso, que são especialmente de difícil aferição. Para tanto, observar todas as sugestões de ajustes consideradas no item 1 deste documento, que trata da qualidade da informação, e as sugestões anteriores nesse mesmo item, que sugerem outras fontes e sistemas de informação. Deixar claro, quais as fontes de dados, os dados que poderão ser obtidos (variáveis e período), qualidade e limitações. É fundamental, que a metodologia utilizada seja capaz de demonstrar que as conclusões não serão meras inferências estatísticas, mas que estarão conectadas à realidade e com que grau de confiança aceitável. O que só será obtido a partir de uma amostra representativa da população.

R- A metodologia do projeto aprovado sinaliza que

Alguns eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados pela exposição ao rompimento da Barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho, como sofrimento mental (depressão e ansiedade), ou comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de álcool), não são objeto de notificações em sistemas de saúde disponíveis para municípios. Os dados de inquéritos de saúde como os da Pesquisa Nacional de Saúde (2013) não estão disponíveis para municípios.

4) Doenças Transmissíveis e Não-Transmissíveis

Na introdução foi citado que: “Estudos epidemiológicos revelam impacto de desastres ambientais na morbimortalidade da população, tanto por doenças infecciosas quanto por doenças crônicas não transmissíveis. São observados crescimento de doenças infecciosas e virais de veiculação hídrica e transmitidas por vetores...” Entretanto, ao consultar as fontes originais citadas, percebe-se uma relação distante entre o rompimento ocorrido em Brumadinho com os fenômenos referenciados neste trecho. Como exemplo, em novembro de 2008 ocorreu o evento climático de maior magnitude que se tem registro no estado de Santa Catarina (Xavier, Barcellos e Freitas, 2014). A região do litoral centro-norte do estado foi submetida a um grande volume de chuvas que teve como resultado grandes prejuízos materiais e humanos. Eventos dessa natureza podem determinar aumento de casos de doenças infecciosas, diarreias e arboviroses transmitidas por vetores, por estabelecerem estreita relação com o ambiente aquático. Ressalta-se que, ao menos o aumento de número de casos de dengue detectado em Brumadinho no ano de 2019, não pode ser entendido como um evento isolado, ou com relação direta ao rompimento, visto que, neste ano ocorreu uma grande epidemia de dengue em todo o Brasil, sendo então complexo prematuro fazer o estabelecimento do nexos causal isoladamente.

Segundo a Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais esta epidemia, que registrou mais de 480 mil casos no Estado, teria relação com as condições climáticas, densidade populacional e intensa circulação do sorotipo DENV2, visto que as epidemias anteriores no



Estado foram causadas pelo sorotipo DENV1, ou seja, a população não tinha imunidade prévia ao sorotipo viral (SES-MG, 2019).

No Quadro 4 da proposta recomendada, mencionam-se “problemas respiratórios” e não “doenças respiratórias”, incluindo neste grupo os termos “Tuberculose pulmonar”, “Outras tuberculoses respiratórias” e “Restante de tuberculose respiratórias”, cuja nomenclatura diverge da internacionalmente padronizada (CID 10), citado pelos pesquisadores. De modo similar, Infarto agudo do miocárdio, como o próprio nome indica, é uma situação aguda e não uma “doença crônica”, embora possa tratar-se de agravamento de quadro crônico prévio. Ao que parece, houve uma confusão entre “Infarto agudo do miocárdio” (CID 10 - I21), com “Doença isquêmica crônica do coração” (CID 10 - I25). O conceito de risco, por sua vez, é bastante específico e não se inclui no rol de doenças crônicas, embora fundamental para a compreensão e prevenção de muitas delas. (MEDRONHO et al, 2009; ROTHMAN et al, 2011)

Na lista de doenças consideradas como objeto de estudo, elenca-se “outras doenças infecciosas e parasitárias”, assim como algumas doenças respiratórias, afecções de pele e doenças cardiovasculares que não consistem em agravos de notificação compulsória e, portanto, inexitem no banco de dados do SINAN. Também é muito vaga a menção, repetidamente, de “outras doenças”. Considera-se que os tópicos apresentados na seção 3.3 da proposta aprimorada não são critérios para a seleção de doenças e agravos em saúde a serem estudadas.

4.1-Sugestões de ajuste

6. Considerar outras áreas do estado e/ou país na análise de surto e epidemias de doenças transmissíveis para inferência sobre relação causal entre aumento de casos na região e período em estudo e o rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão.

R- A inclusão de outras áreas do estado e/ou país não garantiria a inferência causal a partir dos achados do estudo ecológico conduzido. Os critérios para seleção de municípios dos grupos controles foram apresentados na metodologia.

7. Utilizar apenas o termo “Tuberculose das vias respiratórias” (CID 10 - A16) e excluir os termos “Outras tuberculoses respiratórias” e “Restante de tuberculose respiratórias”, embora os dois últimos apareçam como modo de filtragem de dados no SIH-SUS.

R- Foi utilizado o termo “tuberculose das vias respiratórias”.

8. Incluir tuberculose em todas as suas formas de apresentação, inclusive respiratória, no grupo de doenças transmissíveis, em função de sua natureza, importância e significado clínico epidemiológico.

R- Para a análise dos dados do SIM, os tipos de tuberculose foram agrupados no Capítulo I do CID 10 – Algumas doenças infecciosas e parasitárias.



| | | |
|--|--|-------------------------------|
| Capítulo I | - Tuberculose respiratória com ou sem confirmação bacteriológica e histológica | A15 e A16 |
| Algumas doenças infecciosas e parasitárias | - Meningite tuberculosa | A170, A171, A178 e A179 |
| | - Tuberculoma meníngeo | |
| | - Outras tuberculoses do sistema nervoso | A180 |
| | - Tuberculose não especificada do sistema nervoso | |
| | - Tuberculose óssea e das articulações | |
| | - Tuberculose do aparelho geniturinário | A181 |
| - Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos | A183 | |
| | - Tuberculose miliar aguda de localização única e especificada | A190, A191, A192, A198 e A199 |
| | - Tuberculose miliar aguda de múltiplas localizações | |
| | - Tuberculose miliar aguda não especificada | |
| | - Outras tuberculoses miliares | |
| | - Tuberculose miliar não especificada | |

Para a análise dos dados do SIH, de forma semelhante, as internações por tuberculose foram analisadas no Capítulo I do CID-10

| | | |
|--|--|----------------------------|
| Capítulo I Algumas doenças infecciosas e parasitárias | Tuberculose respiratória | A15+A16 |
| | Tuberculose do sistema nervoso | A170 + A 171 + A178 + A179 |
| | Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos | A183 |
| | Tuberculose óssea e das articulações | A180 |
| | Tuberculose do aparelho geniturinário | A181 |
| | Tuberculose miliar | A190-A199 |

Análises de mortalidade por causas específicas foram também demonstradas no relatório.

9. Utilizar, de modo geral, apenas nomenclatura padronizada para doenças e outros agravos à saúde.

R- Foi utilizada nomenclatura padronizada de acordo com CID-10.

10. Refazer o Quadro 4, agrupando as doenças e agravos à saúde de acordo ao CID 10 e a sua presença ou não no SINAN, bem como indicando o e-SUS, SIA-SUS, SIH-SUS ou outro sistema de informação disponível para aquelas que não são de notificação compulsória.

R- As doenças e agravos à saúde foram apresentados de acordo com a CID-10, incluindo a informação sobre as fontes consultadas para a obtenção dos dados.



Quadro 2 – Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte dos dados.

(continua)

| Doenças e condições de saúde de acordo com capítulos da CID-10 | Fonte |
|---|------------------------------|
| <p>Capítulo I – Algumas doenças infecciosas e parasitárias Tuberculose (do aparelho geniturinário; do intestino, peritônio e gânglios mesentéricos; do sistema nervoso; óssea e das articulações; miliar)* Doenças de transmissão feco-oral (amebíase; diarreia e gastroenterite; cólera; outras infecções por <i>Salmonella</i>; shigelose; outras infecções intestinais bacterianas; outras doenças intestinais por protozoários; febre tifoide* e paratifoide; hepatites virais*; infecções intestinais virais, outras e as não especificadas) Doenças transmitidas por inseto vetor (dengue*; febre amarela; leishmaniose visceral*; leishmaniose tegumentar*; filariose; malária*; doença de Chagas) Doenças transmitidas através do contato com a água (esquistossomose*; leptospirose) Doenças relacionadas com higiene (tracoma; conjuntivite viral; micoses; dermatofitose) Geohelmintos e teníases (oxiuríase; cisticercose; infecção por <i>Echinococcus granulosus</i>; infecção por <i>Taenia</i>; ancilostomose; ascaridíase; estrogiloidíase; tricuriase)</p> | <p>SIM SIH SINAN</p> |
| <p>Capítulo IV – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas Diabetes <i>mellitus</i></p> | <p>SIM SIH</p> |
| <p>Capítulo V – Transtornos mentais e comportamentais Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas Transtornos de humor (afetivos) Transtornos neuróticos, relacionados com estresse ou somatoformes Outros transtornos mentais e comportamentais</p> | <p>SIM SIH</p> |
| <p>Capítulo VII – Doenças do olho e anexos Conjuntivite Transtornos da conjuntiva</p> | <p>SIM SIH</p> |
| <p>Capítulo IX – Doenças do aparelho circulatório Hipertensão essencial (primária) Doenças hipertensivas Infarto agudo do miocárdio Doenças isquêmicas do coração Doenças cerebrovasculares</p> | <p>SIM SIH</p> |
| <p>Capítulo X – Doenças do aparelho respiratório Tuberculose pulmonar* Tuberculose respiratória* Bronquectasia Pneumoconiose Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas Doenças crônicas das vias aéreas inferiores Outras doenças das vias aéreas superiores Asma</p> | <p>SIM SIH SINAN</p> |



Quadro 2 – Doenças e condições de saúde selecionadas e fonte dos dados.

(continuação)

| | |
|--|---------------------|
| Capítulo XII – Doenças da pele e do tecido subcutâneo Doenças de pele e do tecido subcutâneo Outras doenças de pele e do tecido subcutâneo Infecções de pele e do tecido subcutâneo | SIM SIH |
| Capítulo XIV – Doenças do aparelho geniturinário Insuficiência Renal Crônica Insuficiência Renal não especificada | SIM SIH |
| Capítulo XVI – Algumas afecções originadas no período perinatal Infecções específicas do período perinatal | SIM SIH |
| Capítulo XIX – Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas** | SIH |
| Capítulo XX – Causas externas de morbidade e mortalidade Acidentes de transporte Outras causas externas de traumatismos acidentais Envenenamento [intoxicação] acidental por e exposição a substâncias nocivas Lesões autoprovocadas intencionalmente Agressões* Eventos (fatos) cuja intenção é indeterminada Sequelas de causas externas de morbidade e de mortalidade | SIM SIH SINAN |
| Todas as causas Doenças dos capítulos I ao XX | SIM SIH |
| Causas naturais Doenças dos capítulos I ao XIX (SIM) Doenças dos capítulos I ao XVIII (SIH) | SIM SIH |

SIM: Sistema de Informação sobre Mortalidade; SIH: Sistema de Informação Hospitalar; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação; SINASC: Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos.

* Problemas de saúde avaliados no SINAN

** Segundo as normas do SIH/SUS, as internações provocadas por causas externas devem ser classificadas, no diagnóstico principal, segundo o tipo de traumatismo, ou seja, pelo capítulo XIX. No entanto, existem situações em que é permitido que o diagnóstico principal seja classificado diretamente pelo capítulo XX (BRASIL, 2022; TOMIMATSU *et al.*, 2009)

11. Conferir os agravos de notificação compulsória no site do DATASUS (<http://portalsinan.saude.gov.br/doencas-e-agravos?showall=&limitstart>) e na Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo território nacional (https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt0264_19_02_2020.html), para certificação de quais agravos se pode de fato estudar a partir do banco de dados do SINAN.

certificação de quais agravos se pode de fato estudar a partir do banco de dados do SINAN.

R- Os agravos analisados a partir das notificações no SINAN foram:



| Agravos | Código da CID-10 |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Cólera | A 009 |
| Dengue | A 90 a A 92 |
| Doença de Chagas Aguda | B 571 |
| Esquistossomose | B 659 |
| Febre Amarela | A 959 |
| Febre Tifoide | A 010 |
| Hepatites Virais | B 19 |
| Intoxicação Exógena | T 659 |
| Leishmaniose Visceral | B 550 |
| Leishmaniose Tegumentar Americana | B 551 |
| Leptospirose | A 279 |
| Malária | B 54 |
| Tuberculose | A 169 |

12. Reescrever texto da seção 3.3 da metodologia, apresentando reais critérios para eleição de agravos à saúde, de natureza transmissível ou não, que justifiquem seu estudo neste caso.

R- O texto dessa seção no Projeto final aprovado foi revisto



I.3 – Resposta aos quesitos formulados pelo MPMG – Análise das chamadas - Análise da AECOM – 22/9/20

1- Em termos da relação saúde, doença e toxicologia, o tempo da avaliação proposta vai contemplar as intoxicações agudas (que seriam as manifestações de saúde que ocorrem em até duas semanas após a exposição), as subcrônicas (que ocorrem entre duas semanas e 3 meses) e o crônica (cujos sinais e sintomas se manifestam depois de 3 meses da exposição ou até anos depois – que é o caso de doenças com características crônicas como o câncer, por exemplo). Do ponto de vista da avaliação dos efeitos do rompimento a longo prazo, seria necessário um estudo prospectivo, ou seja, do rompimento para adiante.

Quesitos

✓ Pede-se esclarecer o critério para a escolha das doenças consideradas no período indicado;

R- Conforme descrito no projeto, foram selecionados doenças e agravos em saúde cujos dados são disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), que utiliza a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) segundo Capítulo CID 10, Grupo CID-10, Categoria CID-10 e Causa - CIDBR. Também foram observados os seguintes aspectos para esta definição:

- Problemas de saúde listados no item 3 da chamada “OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO”: “doenças mentais e comportamentais, intoxicações, doenças infecciosas, problemas respiratórios, afecções de pele entre outros”.

-Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI).

-Estudos científicos anteriores que descrevem a incidência de doenças e problemas de saúde em populações afetadas por desastres ambientais, incluindo aquelas relacionadas à contaminação por materiais de origem química, como metais pesados tais como lesões neurológicas e doenças relacionadas ao sistema nervoso.

Cabe destacar, os esclarecimentos apresentados no projeto em relação ao tempo de acompanhamento e limitações das fontes de dados

Tempo de acompanhamento suficiente para alterar a incidência do evento no caso de doenças crônicas com longos períodos de latência. Ou seja, é possível que alterações na morbimortalidade sobre um conjunto de doenças crônicas não transmissíveis não sejam observáveis (ou estatisticamente significantes) no pequeno período de tempo compreendido do presente estudo.

A maioria dos dados disponíveis de morbidade referem-se exclusivamente a população usuária do SUS, e a cobertura das informações irá variar segundo o percentual de usuários do SUS em cada município. Além disso, o Sistema de informações refere-se a notificação de eventos e não a pessoas, ou seja, uma pessoa pode gerar mais de uma notificação, e aumentos de notificações não podem ser interpretados como aumento de população acometida.

Alguns eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados pela exposição ao rompimento da Barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho, como sofrimento mental (depressão e ansiedade), ou comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de álcool), não são objeto de notificações em sistemas de saúde disponíveis para municípios. Os dados de inquéritos de saúde como os da Pesquisa Nacional de Saúde (2013) não estão disponíveis para municípios.

✓ Pede-se esclarecer se poderão ser consideradas outras doenças que podem ter aumentado ou tido o surgimento após o rompimento da barragem, tais como aquelas oriundas do estresse;



R- Não foram considerados outros agravos.

✓ Pede-se atenção às doenças do ponto de vista toxicológico, que podem ser omitidas devido à grande quantidade de informações que serão geradas;

R- Cientes.

✓ Pede-se esclarecer os coeficientes e indicadores de morbimortalidade a serem considerados nas análises dos dados;

R- Indicadores de Mortalidade escolhidos estão listados abaixo:

- Taxa de Mortalidade Geral e por Causas específicas (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10) padronizado por idade e segundo o sexo
- Razão de Mortalidade Materna
- Taxa de Mortalidade Infantil
- Taxa de Mortalidade Neonatal
- Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce
- Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia
- Taxa de Mortalidade Pós-Neonatal
- Taxa de Mortalidade Perinatal
- Mortalidade Proporcional por causas (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10)

Indicadores de Morbidade escolhidos:

- Taxa de Hospitalização por causas específicas agrupadas por capítulos do CID-10
- Taxa de Notificação de agravos

✓ Pede-se esclarecer **como serão considerados os dados como válidos;**

R- As linhas sem missing nas colunas relevantes foram consideradas como válidas.

✓ Pede-se esclarecer **como serão consideradas e tratadas as informações de bases de dados distintas;**

R- Optamos por utilizar o máximo de informação de uma única base, no caso o DATASUS. Para os indicadores socioeconômicos e ambientais optamos por utilizar a base com dados mais recentes, no caso a da FJP.

✓ Pede-se esclarecer qual será o software utilizado, modelos aplicados e análises estatísticas consideradas para o tratamento dos dados;



R- Softwares: R e Python;

Análises estatísticas: Análise exploratória (medidas sumárias, gráficos, mapas, análise de correlação de Spearman, índices de Moran Global e Local) e modelos estatísticos (Modelos Lineares Generalizados - GLM e Modelos Espaciais Autorregressivos Condicionais - CAR);

Tratamento dos dados: Análise de qualidade, padronização de taxas, agregação dos dados em dois períodos (pré e pós-rompimento).

✓ Pede-se esclarecer sobre a determinação de um município, com características socioeconômicas e demográficas semelhantes às do estudo pelos pesquisadores, para efeito de validação dos resultados;

R- O estudo apontou que houve dependência espacial no conjunto de municípios para os indicadores socioeconômicos e ambientais, ou seja, o valor do indicador em um dado município foi correlacionado com os valores dos municípios vizinhos. O Índice de Moran Local forneceu informações sobre a extensão da aglomeração espacial de valores semelhantes de um determinado indicador no entorno de um município, sendo esta extensão expressa em categorias de *clusters* nos mapas (Relatório Final). Esses dados são importantes para a análise dos resultados.

✓ Pede-se esclarecer se foi considerada a apresentação dos resultados em uma abordagem espaço temporal em comparação com os dados pré e pós rompimento da Barragem B-I no período indicado;

R- As análises e apresentação dos resultados, tanto em termos médios quanto nas análises espaciais consideraram a comparação entre os períodos pré e pós-rompimento.

✓ Pede-se esclarecer sobre a identificação, qualificação e estimativa provável dos efeitos a longo prazo, uma vez que talvez não seja possível essa quantificação sem o reconhecimento dos fatores relacionados ao processo saúde-doença.

R- Não foram obtidas estimativas de efeitos em longo prazo, pois o tempo de acompanhamento pós-rompimento foi de um ano (2019).

2- Indicadores de Morbimortalidade

Os indicadores de morbimortalidade ficaram basicamente restritos aos de mortalidade. Dentre eles, a Razão de Mortalidade Proporcional (RMP) ou Indicador de Swaroop-Uemura utiliza como parâmetro os dados de Mortalidade Proporcional de indivíduos com 50 anos ou mais, pois foi criado em 1957, cuja expectativa de vida era muito inferior à existente nos dias de hoje. Há muitas décadas já é discutida a necessidade de substituição da faixa etária do indicador para >60 anos, sendo o ideal >75 anos (PAIVA et al., 1987).

Embora se tenha feito esta correção no anexo, o equívoco permanece no corpo do texto do projeto. Nos anexos do projeto, foram verificadas inadequações relativas às definições dos Coeficientes, tais como Mortalidade Materna, que deve ser indicado por 100 mil nascidos vivos, e componentes e subcomponentes dos Coeficientes de Mortalidade Infantil, que são calculados em função de dias de vida e não semanas.



Com relação à análise de dados de morbidade, afirma-se no texto do projeto ajustado, que a escolha dos indicadores de morbidade será feita conforme o tipo e a natureza da doença ou agravo à saúde. Entretanto, mais do que tipo e a natureza da doença em estudo, é a forma de obtenção e tratamento do dado que definirá a escolha do indicador de morbidade, pois qualquer agravo à saúde pode ser analisado por meio do estudo da incidência ou prevalência. A forma de obtenção e análise da prevalência está bem descrita no texto do projeto, entretanto a de incidência não. Apesar de se reconhecer a taxa de ataque como uma medida de incidência referida a uma população específica (ou a um grupo bem definido de pessoas), limitada a um período de tempo de dias ou semanas e localizada numa área restrita, ou seja, como uma medida indicada para investigar surtos epidêmicos (ROUQUAYROL et al, 2017; HEBEL et al, 2011; ROTHMAN et. al., 2011), a sua obtenção é mantida no projeto ajustado. Porém, a taxa de ataque não é uma medida adequada para estudos agregados de séries temporais, pois na maior parte das vezes não há como determinar o número real de casos e a população efetivamente exposta de forma bem definida.

A taxa de ataque é uma medida de incidência utilizada em situações nas quais a população exposta e os casos são todos conhecidos, por isto, é mais utilizada em situações de investigação de surtos. Ao se obter dados secundários, particularmente os de notificação compulsória, devido à subnotificação, nem todos os casos são conhecidos, gerando o que se convencionou chamar de “fenômeno do iceberg” (SOARES et. al., 2001).

Sugestões de ajuste

1. Corrigir parâmetro de idade da RMP para adequação à faixa etária para > 75 anos no corpo do texto do projeto e não só no anexo.

R- Concordamos que o indicador está desatualizado e o mesmo não foi estimado neste estudo. Na verdade, a mortalidade foi analisada padronizando-se pela idade, o que é mais indicado para comparações de taxas no tempo e entre municípios ou conjunto de municípios.

2. Rever definições e cálculos de coeficientes de morbidade, pois o termo “Taxa” é empregado para análises de pessoa-tempo e, portanto, não devem ser utilizados em análise de prevalência. (OPAS, 2010)

R- Para o cálculo das taxas “o numerador é o número absoluto de vezes em que ocorre o evento de interesse em um período de tempo especificado e o denominador é a população de referência (ou população em estudo) no mesmo tempo especificado (OPAS, 2018, p. 19¹). Cabe destacar que as medidas de incidência podem usar dois tipos de denominadores: pessoas sob risco durante um período de tempo definido (incidência cumulativa); ou quando todas as pessoas não são observadas durante todo o período de tempo-pessoas-tempo (densidade de incidência).

¹ Organização Pan-Americana da Saúde. Indicadores de saúde. Elementos conceituais e práticos. Washington, D.C.: OPAS; 2018. Disponível em https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49057/9789275720059_por.pdf?sequence=5



A taxa de incidência é um indicador baseado em eventos incidentes, ou seja, um evento ou caso novo de uma doença, óbito, ou agravamento em saúde ocorrido em determinado tempo de observação. A taxa de prevalência é assim definida: “número de casos existentes de uma doença ou outro evento de saúde dividido pelo número de pessoas de uma população em tempo especificado”¹.

No quesito 1, foram descritas as taxas de morbidade estimadas no estudo.

3. Utilizar padronização internacional (OPAS, 2010) para definição dos indicadores de saúde.

R- O cálculo da Taxa de Mortalidade Materna (ou Razão de Mortalidade Materna) foi realizado de acordo com a fórmula descrita na página 120 do documento elaborado pela Rede Interagencial de Informação para a Saúde (REDE Interagencial de Informação para a Saúde Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações / Rede Interagencial de Informação para a Saúde - Ripsa. – 2. ed. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 349 p.: il. <https://www.paho.org/bra/dmdocuments/indicadores.pdf>). Esta mesma fonte foi utilizada para descrever as fórmulas de cálculo dos demais indicadores de Mortalidade Infantil, conforme apresentado no quadro abaixo.

| Indicador | Numerador | Denominador | Multiplicador |
|--|---|---|---------------|
| Razão de mortalidade materna/Taxa de mortalidade materna | Número de óbitos de mulheres residentes, por causas e condições consideradas de morte materna, no ano e no município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 100.000 |
| Taxa de mortalidade infantil | Número de óbitos de residentes com idade entre 0 e 364 dias, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal | Número de óbitos de residentes de 0 a 27 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal precoce | Número de óbitos de residentes de 0 a 6 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade neonatal tardia | Número de óbitos de residentes de 7 a 27 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade pós-neonatal | Número de óbitos de residentes de 8 a 364 dias de idade, no ano e município avaliado | Número de nascidos vivos de mães residentes, no ano e no município avaliado | 1.000 |
| Taxa de mortalidade perinatal | Número de óbitos fetais + número de óbitos de crianças de 0 a 6 dias completos de vida, ambos de mães residentes, no ano e município avaliado | Número de nascimentos totais (óbitos fetais + nascidos vivos) de mães residentes, no ano e município avaliado | 1.000 |



4. Sugere-se indicar o uso da Incidência Acumulada (N° do evento/pop x 10n), pois dificilmente será possível o cálculo de taxas de incidência, que se viáveis, mas muito pouco provável de serem obtidas, seriam os melhores indicadores.

R- As taxas de incidência com dados do SINAN (leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana e tuberculose) foram calculadas considerando o tempo médio que a população esteve sob risco para o desfecho, definida como a população no meio do ano. Portanto, a taxa de notificação estimada é uma estimativa da densidade média de incidência, pois a população sob risco de adoecer no início de um dado ano não é disponível nas bases demográficas do país.

De forma semelhante, as taxas de incidência de óbito foram calculadas considerando o tempo médio que a população esteve sob risco para o desfecho, definida como a população no meio do ano. Portanto, a taxa de mortalidade estimada é uma estimativa da densidade média de incidência

5. Indicadores de morbidade baseados apenas nos sistemas de vigilância epidemiológica e sanitária são insuficientes para o escopo do projeto. É necessário incluir nas análises dados provenientes dos sistemas referentes à assistência, não só HIPERDIA e SIH-SUS. Considerar inclusão de dados provenientes do e-SUS AB, SIA-SUS e SISVAN, conforme sugestões em quesitos anteriores.

R- A metodologia aprovada para esse estudo não incluiu dados do e-SUS, SIA-SUS e SISVAN.

3- Análise de Variáveis de Pessoa e Contextuais

R- Um dos objetivos específicos do estudo é descrever e comparar as taxas de morbimortalidade, padronizadas por idade e sexo e suas variações segundo indicadores socioeconômicos, ambientais e a rede assistencial de saúde dos municípios. Entretanto, não está claro como se pretende realizar esta análise.

Sugestões de ajuste

1. Calcular coeficientes de prevalência e incidência (quando possível), especificados por sexo, idade e outras covariáveis pertinentes em cada caso.

R- Foram demonstradas taxas de morbimortalidade de acordo com o período (por ano e para período pré e pós-rompimento), e por grupos (municípios diretamente afetados, vizinhos de 1ª ordem e vizinhos de 2ª ordem).

2. Realizar análises multiníveis, tomando-se o nível individual e o nível contextual separadamente, utilizando-se os resíduos do primeiro nível para trabalhar o segundo nível. Tal sugestão se pauta no fato de que o agrupamento e análise conjunta de variáveis de diferentes contextos, em uma única análise, leva à perda de informações e estimativas tendenciosas, o que pode prejudicar gravemente a generalização dos resultados. Ante ao exposto, a abordagem multinível é defendida com o intuito de se avaliar o comportamento de correspondência/influência de vários níveis. Deste modo, a regressão multinível leva a



melhores estimativas, é mais conveniente e oferece mais informações comportamentais, bem como elucida todas as interações (CARON, 2019).

Os referidos Modelos de Regressão Logística Hierárquicos permitem que se leve em consideração o agrupamento dos indivíduos dentro de seus respectivos clusters (variáveis contextuais), no caso desta proposta refere-se aos diferentes municípios incluídos, com vistas a se estimar o efeito da interação das características dos sujeitos e dos clusters nos resultados individuais. Ressalta-se que há inúmeras análises auxiliares que permitem estimar o efeito residual ou da média das covariáveis da população, medidas no nível do sujeito, em contraste com os efeitos do cluster (ou específicos do cluster) decorrentes de um modelo de regressão logística multinível (AUSTIN, MERLO, 2017).

Os modelos espaciais autorregressivos condicionais (CAR) possuem dois termos aleatórios ao nível da unidade de análise (municípios) no preditor linear. Um termo espacialmente estruturado que considera a vizinhança entre os municípios, e outro termo não espacialmente estruturado que considera apenas a heterogeneidade entre os municípios. Este último termo é similar ao efeito aleatório dos modelos lineares mistos ou modelos multiníveis.

3. Com relação ao Quadro 7, que trata das Informações demográficas e socioeconômicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sugere-se o acréscimo das variáveis contextuais: a) “Pessoal Ocupado” e b) “População Ocupada”, a serem inseridas nos modelos multiníveis, para cada município, uma vez que há a disponibilidade destas variáveis no IBGE @cidades e sabe-se que a ocupação impacta, sobremaneira, a saúde mental, bem como a situação socioeconômica das famílias e dos municípios.

R- As variáveis socioeconômicas e ambientais incluídas no estudo foram as descritas no quadro abaixo. Cabe destacar o critério de atualidade do dado disponível para a escolha dos indicadores, conforme descrito no relatório.

| Construto | Indicador socioeconômico | Ano | Fonte |
|-----------|---|------|---|
| Educação | IMRS – Dimensão Educação Indicadores: -% pessoas de 15 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo; -taxa de distorção idade-série do ensino médio; -% docentes com formação classificada como grupo 1 na educação infantil; -% docentes com formação classificada como grupo 1 nos anos iniciais do ensino fundamental; -% docentes com formação classificada como grupo 1 nos anos finais do ensino fundamental; -% docentes com formação classificada como grupo 1 no ensino médio; -taxa de atendimento da educação básica; -índice de qualidade geral da educação; -taxa de distorção idade-série dos anos finais do ensino fundamental. | 2018 | http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/ |
| Saúde | IMRS – Dimensão Saúde Indicadores: -taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis; -taxa de mortalidade por câncer de colo de útero; -cobertura vacinal de pentavalente em menores de 1 ano; | | |



| | | | |
|---------------------------------|--|-------------|---|
| | -% nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal; -% população atendida pela Estratégia de Saúde da Família; -% óbitos por causas mal definidas; -% internações hospitalares por condições sensíveis à atenção primária; -% internações de média complexidade de pacientes do SUS encaminhados para outra microrregião. | | |
| Saneamento | IMRS – Dimensão Saneamento e Meio Ambiente Indicadores: - % população urbana em domicílios com abastecimento de água (rede); -% população urbana em domicílios com esgotamento sanitário (rede); -% esgoto tratado; -% população urbana atendida com coleta direta de lixo; disposição final do lixo coletado; - índice de esforço de gestão das políticas de saneamento básico. | | |
| Trabalho e renda | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM (Censo) | 2010 | http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha |
| | Índice de Gini (Censo) | | |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (renda domiciliar mensal <i>per capita</i> <1/2 salário mínimo) | 2010 | https://datasus.saude.gov.br/trabalho-e-rendas-censos-1991-2000-e-2010 |
| | Proporção de pessoas com baixa renda (renda domiciliar mensal <i>per capita</i> <1/2 salário mínimo) | | |
| | Razão de renda | | |
| | Produto Interno Bruto <i>per capita</i> | 2010 a 2018 | |
| | Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município | 2014 a 2019 | http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/ |
| Taxa de emprego no setor formal | 2010 a 2019 | | |

IMRS: Índice Mineiro de Responsabilidade Social; %: percentual

4- Municípios Considerados para Análise Espacial

Os vizinhos de primeira e segunda ordem para a análise espacial foram descritos e sua utilização justificada. Esta era, a princípio, uma das grandes falhas da primeira versão avaliada da proposta, que foi corrigida na versão aprimorada. Na primeira versão foi indicado que seriam considerados apenas 38 vizinhos, sendo 19 vizinhos de cada uma das ordens. **Nessa versão aprimorada**, serão considerados praticamente todos os municípios vizinhos. Entretanto, no item 3.2, parágrafos 2 e 3, também existem equívocos, pois as exceções informadas, não procedem. Não existe exceção na definição das vizinhanças. Ademais, Abaeté, Bonfim, Ibitaré e Moeda são de fato municípios limítrofes, e, portanto, vizinhos de 1ª ordem. Assim como Quartel Geral e Araçá são municípios limítrofes e vizinhos de 1ª ordem de Martinho Campos e Paraopeba, respectivamente.

Embora o município de Três Marias tenha sido excluído por decisão judicial, faltou apresentar esta justificativa no corpo do projeto. Seria importante tentar incluir este município do estudo uma que é um vizinho de 2ª ordem, cuja ausência em uma modelagem espaço-temporal de análise pode impactar no resultado final do estudo.



1. Uniformizar texto do projeto e informações dos quadros 1 e 2, admitindo-se 83 ou 84 municípios.

R- Foram incluídos 100 municípios, dos quais 19 foram diretamente afetados, 40 municípios limítrofes ou próximos aos afetados e 41 que fazem limite com municípios próximos aos afetados.

2. Corrigir no texto do projeto a passagem: “Alguns municípios não limítrofes, mas que estão próximos aos municípios afetados, foram considerados de 1ª ordem para se chegar ao número de 40 municípios, incluindo Bonfim, Abaeté, Ibirité, Moeda”. Esses municípios são de fato limítrofes aos municípios diretamente afetados e, portanto, vizinhos de 1ª ordem.

R- Estes municípios pertencem de fato ao grupo 2, vizinhos de 1ª ordem. Esta exceção se aplica aos municípios Paineiras, Itabirito e Santo Hipólito.

3. Do mesmo modo, corrigir a parte do texto que afirma: “Alguns municípios limítrofes dos municípios vizinhos aos afetados foram escolhidos por proximidade espacial e distribuição territorial, mas, não fazem limites, Quartel Geral e Araçaí”.

R- Os municípios Quartel Geral e Araçaí fazem limites com municípios diretamente afetados. Esta frase foi excluída.

4. Rever numeração dos quadros, pois do Quadro 2 pula-se para o Quadro 4, omitindo-se o número 3 e se apresentam dois Quadros 5. 25. Verificar possibilidade de inclusão do município de Três Marias no estudo.

R- Atendendo à ordem judicial, o município de Três Marias não foi incluído no estudo.

5) Análise Espaço-temporal

O texto apresentado sobre as análises estatísticas na proposta aprimorada está bem melhor do que na proposta inicial. A análise exploratória foi descrita por meio dos procedimentos a serem analisados. A análise temporal e de regressão proposta foi citada, nomeando a metodologia a ser analisada. Também foi considerada a correlação existente nos dados e o efeito pré e pós rompimento da barragem. Na primeira versão não se havia apresentados detalhes sobre os métodos estatísticos que seriam utilizados, nem sequer mencionado o uso de análise exploratória dos dados, considerando a estrutura espaço-temporal. Nesta versão aprimorada está contemplada a descrição adequada dos métodos estatísticos que serão utilizados na análise exploratória para caracterização espacial, temporal e espaço-temporal dos dados dos municípios considerados. Também foram descritos adequadamente os diferentes modelos e métodos estatísticos para identificar e caracterizar os fatores associados à morbimortalidade. Além dos métodos estatísticos, são descritos métodos ou técnicas de aprendizagem de máquina que serão utilizados na definição de modelos preditivos, complementando os resultados obtidos com os métodos estatísticos. Ou seja, os ajustes metodológicos operacionalizados nesta parte do projeto aprimorado estão a contento.

R- Cientes.



6) Convergência de Esforços

Observa-se complementariedade entre as Chamadas N° 37 e 38, uma vez que elas têm o mesmo escopo, objeto de estudo e delineamento de pesquisa similares. A diferença entre elas restringe-se praticamente aos bancos de dados a serem consultados. Se possível, a fusão das referidas propostas subsidiaria um delineamento mais acurado para a chamada 57, a qual ainda será aberta e cujo escopo objetiva a apresentação de mais uma proposta de um “Estudo de Inquérito”, que já está contemplado pela chamada 03. Ressalta-se, ainda, como já dito na reunião de tratativas da chamada 03, que esta cumpre, a contento, o delineamento de um Inquérito, havendo apenas a necessidade dos ajustes já sugeridos pela equipe do Núcleo de Saúde do eixo Socioeconômica da UFLA. Contudo, ressalta-se que um estudo de Inquérito, por sua vez, também não é acurado o suficiente para inferências no nível individual. Estudos de agregados, por sua vez, como os das Chamadas 37 e 38 não permitem nexos causais para o nível individuado, uma vez que não é possível utilizar resultados de associações contextuais para inferências individuadas, com potencial viés na estimação do efeito. (MEDRONHO, 2009; ROTHMAN, GREENLAND, LASH, 2011).

Assim, há a necessidade de delineamento de uma pesquisa de Coorte de exposição especial para persecução do objetivo de estabelecimento de nexos causais entre o rompimento da barragem e a saúde física e mental das pessoas. Desta forma, ter-se-ia segurança para a recomendação de reparo individual àqueles que de fato tiveram sua saúde comprometida. Não obstante, estudos de agregados a partir de dados secundários podem e devem ser utilizados na vigilância em saúde, com vistas ao monitoramento de padrões, planejamento dos serviços de saúde e análise de impacto de intervenções ou quaisquer mudanças, intencionais ou acidentais, no contexto.

Assim, os achados das Chamadas N° 37 e 38, agrupadas ou não, devem ser considerados como análises preliminares e de impacto coletivo que servirão de base para delineamentos mais acurados em chamadas subsequentes. Obviamente, reparos por danos no patrimônio material ou imaterial serão definidos a partir dos resultados de outros estudos e independem dos efeitos sobre o estado de saúde das pessoas.

A importância e necessidade da complementariedade dos estudos foi muito bem exposta no comentário.



I.4 – Resposta aos quesitos formulados pelo Estado de MG – 29/09/20

1. Esclarecer o critério para a escolha das doenças consideradas no período indicado;

R- Conforme descrito no projeto, foram selecionadas doenças e agravos em saúde cujos dados são disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), que utiliza a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) segundo Capítulo CID 10, Grupo CID-10, Categoria CID-10 e Causa - CIDBR. Também foram observados os seguintes aspectos para esta definição:

- Problemas de saúde listados no item 3 da chamada “OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO”: “doenças mentais e comportamentais, intoxicações, doenças infecciosas, problemas respiratórios, afecções de pele entre outros”.

-Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI).

-Estudos científicos anteriores que descrevem a incidência de doenças e problemas de saúde em populações afetadas por desastres ambientais, incluindo aquelas relacionadas à contaminação por materiais de origem química, como metais pesados tais como lesões neurológicas e doenças relacionadas ao sistema nervoso.

Cabe destacar, os esclarecimentos apresentados no projeto em relação ao tempo de acompanhamento e limitações das fontes de dados

Tempo de acompanhamento suficiente para alterar a incidência do evento no caso de doenças crônicas com longos períodos de latência. Ou seja, é possível que alterações na morbimortalidade sobre um conjunto de doenças crônicas não transmissíveis não sejam observáveis (ou estatisticamente significantes) no pequeno período de tempo compreendido do presente estudo.

A maioria dos dados disponíveis de morbidade referem-se exclusivamente a população usuária do SUS, e a cobertura das informações irá variar segundo o percentual de usuários do SUS em cada município. Além disso, o Sistema de informações refere-se a notificação de eventos e não a pessoas, ou seja, uma pessoa pode gerar mais de uma notificação, e aumentos de notificações não podem ser interpretados como aumento de população acometida.

Alguns eventos de saúde altamente relevantes e potencialmente impactados pela exposição ao rompimento da Barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho, como sofrimento mental (depressão e ansiedade), ou comportamentais (tabagismo e o uso abusivo de álcool), não são objeto de notificações em sistemas de saúde disponíveis para municípios. Os dados de inquéritos de saúde como os da Pesquisa Nacional de Saúde (2013) não estão disponíveis para municípios.

2. Esclarecer se poderão ser consideradas outras doenças que podem ter aumentado ou tido o surgimento após o rompimento da barragem, tais como aquelas oriundas do estresse;

R- Somente foram incluídas as doenças (agravos) que foram acordadas no Projeto.

3. Recomenda-se atenção às doenças do ponto de vista toxicológico, que podem ser omitidas devido à grande quantidade de informações que serão geradas;

R- Cientes.

4. Esclarecer os coeficientes e indicadores de morbimortalidade a serem considerados nas análises dos dados;

R- Indicadores de Mortalidade escolhidos estão listados abaixo:



- Taxa de Mortalidade por Causa (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10) padronizado por idade e segundo o sexo
- Razão de Mortalidade Materna
- Taxa de Mortalidade Infantil
- Taxa de Mortalidade Neonatal
- Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce
- Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia
- Taxa de Mortalidade Pós-Neonatal
- Taxa de Mortalidade Perinatal
- Mortalidade Proporcional por causas (segundo os agravos selecionados conforme a CID-10)

Indicadores de Morbidade escolhidos:

- Taxa de Hospitalização por causas específicas agrupadas por capítulos do CID-10
- Taxa de Notificação de agravos

5. Esclarecer como serão considerados os dados como válidos;

R- As linhas sem missing nas colunas relevantes foram consideradas como válidas.

6. Esclarecer como serão consideradas e tratadas as informações de bases de dados distintas;

R- As bases não foram avaliadas de forma conjunta.

7. Esclarecer qual será o software utilizado, modelos aplicados e análises estatísticas consideradas para o tratamento dos dados;

R- Softwares: R e Python;

Análises estatísticas: Análise exploratória (medidas sumárias, gráficos, mapas, análise de correlação de Spearman, índices de Moran Global e Local) e modelos estatísticos (Modelos Lineares Generalizados - GLM e Modelos Espaciais Autorregressivos Condicionais - CAR);

Tratamento dos dados: Análise de qualidade, padronização de taxas, agregação dos dados em dois períodos (pré e pós-rompimento).

8. Esclarecer sobre a determinação de um município, com características socioeconômicas e demográficas semelhantes às do estudo pelos pesquisadores, para efeito de validação dos resultados;

R- O estudo apontou que houve dependência espacial no conjunto de municípios para os indicadores socioeconômicos e ambientais, ou seja, o valor do indicador em um dado município foi correlacionado com os valores dos municípios vizinhos. O Índice de Moran Local forneceu informações sobre a extensão da aglomeração espacial de valores semelhantes de um determinado indicador no entorno de um município, sendo esta extensão expressa em categorias de *clusters* nos mapas (Relatório Final). Esses dados são importantes para a análise dos resultados.



9. Esclarecer se foi considerada a apresentação dos resultados em uma abordagem espaço temporal em comparação com os da dos pré e pós-rompimento da Barragem B I no período indicado;

R- As análises e apresentação dos resultados, tanto em termos médios quanto nas análises espaciais consideraram a comparação entre os períodos pré e pós-rompimento.

10. Esclarecer sobre a identificação, qualificação e estimativa provável dos efeitos a longo prazo, uma vez que talvez não seja possível essa quantificação sem o reconhecimento dos fatores relacionados ao processo saúde doença.

R- As análises foram realizadas no período 2010-2019, portanto, não foi realizada estimativa provável dos efeitos do rompimento a longo prazo.



I.5 – Resposta aos quesitos formulados por MPMG e Defensoria Pública – 9/10/20

1. As condições de saúde dos municípios das áreas 5 serão incluídas no escopo do estudo para contemplar os 08 (oito) municípios designados nos autos do processo judicial em curso: Abaeté, Biquinhas, São Gonçalo de Abaeté, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Paineiras, Martinho Campos e Três Marias? De que forma? Citar.

R- Abaeté: município limítrofe aos diretamente afetados (vizinho de 1ª ordem)

Biquinhas: município que faz limite com municípios próximos aos afetados (vizinho de 2ª ordem)

São Gonçalo do Abaeté: município que faz limite com municípios próximos aos afetados (vizinho de 2ª ordem)

Felixlândia: município limítrofe aos diretamente afetados (vizinho de 1ª ordem)

Morada Nova de Minas: município limítrofe aos diretamente afetados (vizinho de 1ª ordem)

Paineiras: município próximo aos diretamente afetados (vizinho de 1ª ordem)

Martinho Campos: Município diretamente afetado, de acordo com a Chamada 37/2020

Três Marias: Município não incluído em acordo com ordem judicial.

2. Há possibilidade de complementação dos dados a partir de outras bases de dados secundários, caso os municípios tenham sistemas próprios de registro?

R- As bases utilizadas foram as propostas no Projeto aprovado: SIM, SIH e SINAN.

2.1. O sistema de informação HIPERDIA foi desativado em 2013 por conta da migração para o E-sus AB. Qual outro sistema de informação será utilizado para contemplar o período de 2013 a 2019 na análise referente aos fatores/problemas relacionados a doenças crônicas?

R- A base do Sistema SIM

2.2. Há previsão de utilização de outros sistemas de informação além do que foi sinalizado? Em caso positivo, qual(is)? As bases de dados do VIVA/SINAN, do SISVAN e do Censo Agropecuário serão utilizadas?

R- Não foram utilizadas essas bases destes sistemas

2.3. Serão analisados os dados e informações dos Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI) e das Equipes de Saúde da Família para povos quilombolas e ribeirinhos, presentes em municípios atingidos? Tal análise deve ser feita durante o período 2010-2020. A forma de análise será feita com base em dados primários ou secundários?

R- Não foram incluídas essas populações.

2.4. Serão analisados os dados clínicos referentes à ansiedade, à depressão, à insônia e às demais questões recorrentes no sofrimento psíquico?

R- Serão analisados óbitos e hospitalizações por transtornos mentais e comportamentais com dados do SIM e SIH.



| | |
|---|--------------------|
| <p>Capítulo V – Transtornos mentais e comportamentais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transtornos mentais e comportamentais devido ao uso de álcool e outras substâncias psicoativas • Transtornos de humor (afetivos) • Transtornos neuróticos, relacionados com estresse ou somatoformes • Outros transtornos mentais e comportamentais | <p>SIM SIH</p> |
|---|--------------------|

2.5. Serão considerados os procedimentos “atenção às situações de crise” e “acolhimento inicial por centro de atenção psicossocial” sob a perspectiva de compreender os padrões e as tendências?

R- Esses dados não estão na base dos sistemas analisados

3. A ênfase no perfil epidemiológico de morbimortalidade oferece uma leitura ampla o suficiente sobre a saúde da população, uma vez que os objetivos não destacam a relação dos dados a serem trabalhados a uma definição mais ampla de saúde?

R- O perfil epidemiológico realizado foi o possível dentro da metodologia proposta para esse estudo.

4. A série histórica a ser analisada no presente estudo (2010-2019) é suficiente para trazer dados completos para identificar as alterações nas condições de saúde das populações atingidas após o desastre? Haverá alguma ampliação da série histórica para 2010-2020? Em caso negativo, quais os elementos embasadores da decisão de não ampliação?

R- O projeto foi delineado em resposta à Chamada 37/2020, que definiu o período de 10 anos para o estudo (2010 a 2019).

5. Houve aumento, no período anterior à pandemia do Novo Coronavírus, da incidência e prevalência de doenças e agravos considerados de risco para o Novo Coronavírus?

R- Essa informação não foi objeto desse estudo.

6. Haverá coleta e análise de dados primários para captar os impactos e as mudanças no perfil de morbimortalidade das localidades atingidas?

OR- s dados que foram pesquisados são somente secundários.

7. Por qual motivo não se utilizará os quesitos de raça/cor no levantamento e análise da estimativa, descrição e comparação da taxa de morbimortalidade?

R- Não foi objeto do estudo avaliar o perfil de morbimortalidade em relação à raça/cor da pele.

8. Qual será a estratégia metodológica para identificar e mensurar os impactos do desastre na saúde e na qualidade de vida das populações tradicionais (quilombolas, indígenas e ribeirinhas)?

R- Essas populações específicas não foram objeto desse estudo.

9. A ocorrência/aumento das taxas de violência doméstica e sexual e os riscos de insegurança alimentar são relatadas pelas pessoas atingidas no conjunto dos municípios. A situação da



violência de gênero e contra as mulheres nos territórios será objeto de análise? Em caso positivo, qual será a metodologia utilizada?

R- O estudo de violência de gênero e contra as mulheres não foi objeto deste estudo.

10. Haverá inclusão das variáveis renda e escolaridade na caracterização epidemiológica da população atingida?

R- Nestes aspectos foram utilizados índices calculados pela Fundação João Pinheiro, incluindo a dimensão educação do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) em sua versão mais recente (2018) (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021a). Já para o construto de renda e trabalho, foram utilizados indicadores censitários do ano de 2010 e indicadores da Fundação João Pinheiro do ano 2018 e 2019. Estes e outros indicadores para cada construto avaliado estão demonstrados no quadro abaixo

| Construto | Indicador socioeconômico | Ano | Fonte |
|------------------|---|------|---|
| Educação | IMRS – Dimensão Educação Indicadores: -% pessoas de 15 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo; -taxa de distorção idade-série do ensino médio; -% docentes com formação classificada como grupo 1 na educação infantil; -% docentes com formação classificada como grupo 1 nos anos iniciais do ensino fundamental; -% docentes com formação classificada como grupo 1 nos anos finais do ensino fundamental; -% docentes com formação classificada como grupo 1 no ensino médio; -taxa de atendimento da educação básica; -índice de qualidade geral da educação; -taxa de distorção idade-série dos anos finais do ensino fundamental. | 2018 | http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/ |
| Saúde | IMRS – Dimensão Saúde Indicadores: -taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis; -taxa de mortalidade por câncer de colo de útero; -cobertura vacinal de pentavalente em menores de 1 ano; -% nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal; -% população atendida pela Estratégia de Saúde da Família; -% óbitos por causas mal definidas; -% internações hospitalares por condições sensíveis à atenção primária; -% internações de média complexidade de pacientes do SUS encaminhados para outra microrregião. | | |
| Saneamento | IMRS – Dimensão Saneamento e Meio Ambiente Indicadores: - % população urbana em domicílios com abastecimento de água (rede); -% população urbana em domicílios com esgotamento sanitário (rede); -% esgoto tratado; -% população urbana atendida com coleta direta de lixo; disposição final do lixo coletado; - índice de esforço de gestão das políticas de saneamento básico. | | |
| Trabalho e renda | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM (Censo) | 2010 | http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha |
| | Proporção de crianças em situação domiciliar de baixa renda (renda domiciliar mensal <i>per capita</i> <1/2 salário mínimo) | 2010 | https://datasus.saude.gov.br/trabalho-e-renda- |



| | | | |
|--|---|-------------|--------------------------------------|
| | Proporção de pessoas com baixa renda (renda domiciliar mensal <i>per capita</i> <1/2 salário mínimo) | | censos-1991-2000-e-2010 |
| | Razão de renda | | |
| | Produto Interno Bruto <i>per capita</i> | 2010 a 2018 | http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/ |
| | Percentual da população pobre ou extremamente pobre no Cadastro Único em relação a população total do município | 2014 a 2019 | |
| | Taxa de emprego no setor formal | 2010 a 2019 | |

IMRS: Índice Mineiro de Responsabilidade Social; %: percentual

11. Serão analisados os indicadores sociais para dimensionar os múltiplos impactos na saúde dos grupos vulnerabilizados (crianças, adolescentes, mulheres, pessoas idosas e pessoas com deficiência)? Haverá ampliação do escopo nas investigações dos fatores, mapeando esses e outros elementos, como: segurança alimentar e nutricional; trabalho infantil; consumo prejudicial de bebidas alcoólicas e outras drogas? Em caso negativo, qual a justificativa?

R- Não houve ampliação do escopo nas investigações, apenas o proposto no Projeto aprovado.

12. É possível a readequação dos termos utilizados para se referir às pessoas atingidas e a retirada do termo "diretamente" e "indiretamente" afetados/as? Em caso negativo, qual o fundamento da manutenção dos termos?

R- O termo “diretamente” foi utilizado para diferenciar o grupo dos municípios definidos pela chamada 37/2020 como região de referência (municípios atingidos) dos municípios selecionados nos grupos controle (vizinhos de 1ª ordem e 2ª ordem). O termo indiretamente não foi utilizado no relatório.

3. Considerando o descumprimento reiterado por parte da poluidora-pagadora do acordo de fornecimento de água a todas as pessoas e comunidades atingidas que fizessem tal requerimento, é possível verificar agravamento das condições de saúde da população? De que forma esse agravamento pode ser observado? É possível identificar consequências à saúde física e mental da população em razão da ausência de acesso à água? Quais? Qual metodologia será utilizada neste levantamento?

R- Não foi realizado esse levantamento no subprojeto 37.

13.1. No pós-desastre, pode-se estabelecer uma relação sobre a conduta da empresa causadora do dano sobre o processo de revitimização da população atingida durante a mitigação dos danos?

R- Não foi objeto desse estudo.

13.2. Há previsão de realização de levantamento das possíveis consequências à saúde da população frente ao descumprimento dos acordos judiciais por parte do poluidor pagador? Em caso positivo, quais podem as consequências e como podemos identificá-las?

R- Não foi objeto desse estudo.



14. Sobre as “doenças e condições de saúde selecionadas”, na categoria “doenças transmitidas por inseto vetor”, há algum motivo específico para não constar no grupo de doenças a chikungunya e a febre zika dentre as tais doenças selecionadas? Se sim, qual ou quais?

R- Esses agravos não foram incluídos no projeto aprovado pelo juízo.

15. Há inclusão do indicador de "Doenças e agravos relacionados ao trabalho" dentre os indicadores e fatores que serão utilizados para a descrição dos padrões e tendências do perfil epidemiológico das populações dos municípios afetados? Em caso negativo, qual a fundamentação da não inclusão?

R- Esses agravos não foram incluídos no projeto aprovado pelo juízo.

16. Quais indicadores relacionados aos transtornos mentais, que incluem o uso prejudicial de álcool e outras drogas e que não necessitam de internação hospitalar, serão analisados?

R- Foram analisados os transtornos do capítulo V da CID-10.

17. O indicador da Taxa de Mortalidade por Causas Externas será considerado? Em caso negativo, qual a justificativa de sua exclusão?

R- Este indicador foi incluído

18. De que forma será feita a publicização dos vídeos criados a partir dos relatórios parciais? Como esse material será compartilhado com a população? Há alguma metodologia que ampare a “tradução” desses materiais em linguagem acessível à população?

R- Será definido posteriormente pelas autoridades responsáveis

19. Quais as estratégias propostas para a garantia da participação popular e controle social no presente estudo?

R- Como produtos deste estudo estão um vídeo para conhecimento da população sobre os resultados do estudo e um resumo no Relatório Final direcionado a população leiga.



ANEXO II – Resumo do projeto em linguagem acessível

Um dos mais graves desastres em barragens de rejeitos de minério do mundo ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019 na cidade de Brumadinho, Minas Gerais. O desastre foi o rompimento da barragem de rejeitos de minério, denominada Mina “Córrego do Feijão”, da Companhia Vale S.A. A onda com cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos úmidos de minério de ferro vazou e atingiu a área administrativa da empresa, além de casas, áreas de criação de animais, plantações, rios e matas. As perdas humanas, como consequência direta do desastre, totalizaram 262 pessoas e 6 pessoas permanecem desaparecidas. Além das perdas humanas, do impacto imediato na saúde física e psicossocial das pessoas e das consequências ambientais, econômicas e sociais nas áreas próximas à área da barragem, o desastre alterou também as condições de vida e de saúde, além do meio ambiente em médio e longo prazos. Sendo assim, é primordial que estudos sejam realizados para avaliar o impacto de desastres ambientais sobre a saúde da população para o uso apropriado de recursos públicos direcionados à saúde dos afetados. Nesse contexto, insere-se o Subprojeto nº 37, intitulado “Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão”. Este Subprojeto teve como objetivo principal avaliar se houve diferença nas taxas de mortalidade, taxas de internação hospitalar e taxas de notificação de doenças ou agravos específicos nos períodos pré- e pós-rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em municípios do estado de Minas Gerais. Este é um estudo do tipo ecológico, ou seja, as unidades de análise espaciais foram os municípios e as unidades temporais foram os anos de notificação dos óbitos, internações ou doenças e agravos específicos. A região de estudo abrangeu 100 municípios, sendo estes divididos em 19 municípios diretamente afetados (Grupo 1), 40 municípios vizinhos de 1ª ordem (aqueles territorialmente adjacentes aos municípios diretamente afetados – Grupo 2) e 41 municípios vizinhos de 2ª ordem (aqueles territorialmente adjacentes aos de 1ª ordem – Grupo 3). Foram utilizados dados secundários, isto é, dados já previamente coletados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), onde é possível acessar dados dos diferentes Sistemas de Informação. No Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), foram extraídos dados sobre óbitos provenientes das Declarações de Óbito. No Sistema de Informação Hospitalar (SIH), foram extraídos dados sobre internações hospitalares provenientes das Autorizações de Internação Hospitalar. No Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), foram extraídos



dados de doenças ou agravos específicos de notificação compulsória. A escolha das causas básicas de óbito e internação hospitalar e das doenças ou agravos específicos a serem estudados foi realizada com base nos problemas de saúde listados na Chamada Pública Interna Induzida nº. 37/2020, na Classificação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado e na possível relação causal de doenças ou agravos com desastres ambientais. Foram então investigadas taxas de mortalidade e taxas de internação hospitalar conforme as causas básicas ou diagnósticos principais de doenças ou agravos selecionados e agrupados nos Capítulos da 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças – CID-10 – I, IV, V, VII, IX, X, XII, XIV, XVI, XIX e XX. Também foram investigadas taxas de mortalidade ou internação por todas as causas (conjunto de todos os motivos que podem causar óbitos ou internações), por causas naturais (conjunto de todas as doenças ou condições de mal funcionamento do organismo que causem óbito ou internação) e por causas externas (mortes ou internações causadas por acidentes, quedas, afogamento, queimaduras, intoxicações, agressões, lesões autoprovocadas, entre outros). A taxa de notificação foi investigada para as seguintes doenças ou agravos específicos: cólera, dengue, doença de Chagas aguda, esquistossomose, febre amarela, febre tifoide, hepatites virais, intoxicação exógena, leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana, leptospirose, malária, tuberculose, e violência interpessoal/autoprovocada. O período de avaliação (2010-2019) foi dividido em pré- e pós-rompimento da barragem de rejeitos. Para dados do SIM e do SIH, o período pré-rompimento considerou os anos de 2010 a 2018 e o ano pós-rompimento de 2019. Para dados do SINAN, o período pré-rompimento considerou os anos de 2013 a 2018 e o ano pós-rompimento de 2019. Foi verificada, também, a associação do ano pós-rompimento com as taxas de mortalidade, internação hospitalar e notificação de doenças ou agravos. Os resultados indicaram que não houve aumento estatisticamente significativo para a mortalidade geral, nem para o total de causas naturais e causas externas de morte no ano pós-rompimento. Entretanto, houve aumento estatisticamente significativo da mortalidade no ano pós-rompimento para a maioria das causas específicas analisadas quando elas foram agrupadas nos capítulos da CID-10 correspondentes, além das causas específicas de “Acidentes de Transporte”, “Homicídio” e “Eventos/fatos cuja intenção é indeterminada”. Não foi detectado aumento estatisticamente significativo nas internações hospitalares por todas as causas e nem por causas naturais, mas houve um aumento nas internações por diagnósticos principais agrupados no Capítulo XIX “Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas”, além do aumento das internações por diagnósticos principais selecionados e agrupados no Capítulo



XIV “Doenças do Aparelho Geniturinário”. Ainda, no SIH, detectamos que as internações pelas doenças “Dengue” e “Leishmaniose Tegumentar Americana” também apresentaram aumento estatisticamente significativo no ano pós-rompimento. Por fim, a análise de dados do SINAN identificou aumento estatisticamente significativo para a notificação das doenças “Dengue”, “Malária” e “Tuberculose”. Ressalta-se que as análises espaciais indicaram que as associações encontradas foram diferentes entre os municípios, com alguns municípios apresentando maiores taxas de mortalidade, internação ou de notificação de doenças e agravos quando comparados à toda a região de estudo. É fundamental destacar que os resultados encontrados não podem ser interpretados como associações de causa e efeito, pois os estudos ecológicos não são apropriados para esse fim, e essa é uma limitação deste estudo, chamada de viés ou falácia ecológica.



ANEXO III – Relatório financeiro da FUNDEP

|  | | EXECUÇÃO DA RECEITA E DESPESA | |
|---|------------|---|------------|
| OBJETO: "Avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão." | | | |
| CONTRATANTE/CONTRATADA: | | CONTRATO: 67/2021 - PROCESSO: 23072.231393/2020-13 REF.FINANCIADOR 5095925-28.2020.8.13.0024 REFERÊNCIA FUNDEP: 27947 | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG/ OSP - ODONTOLOGIA SOCIAL E PREVENTIVA (FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG) /FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP | | PRESTAÇÃO DE CONTAS FINAL PERÍODO: 05/03/2021 à 05/01/2022 | |
| RECEITA | | RESTITUIÇÃO ADIANTAMENTOS FUNDEP | |
| <u>SALDO ANTERIOR</u> | 0,00 | <u>DESPESAS</u> | |
| <u>RECURSOS RECEBIDOS</u> | 417.499,97 | EQUIP./MATERIAL PERMANENTE | 11.318,00 |
| | | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | 37.894,30 |
| LIBERAÇÃO 16/11/2020 | 417.775,22 | RESOLUÇÃO 10/95-UNIDADE | 37.748,43 |
| | | BOLSA | 324.497,35 |
| | | RESOLUÇÃO 10/95-UFMG | 7.549,70 |
| | | TARIFAS BANCARIAS | 31,98 |
| | | <u>DEVOLUÇÃO DE SALDO</u> | 1.112,63 |
| <u>TOTAL RECEITAS</u> | 417.499,97 | <u>TOTAL DESPESAS</u> | 419.039,76 |
| <u>RENDIMENTOS NO PERÍODO</u> | 2.652,42 | <u>SALDO EM 18/04/2022</u> | |
| <u>TOTAL</u> | 420.152,39 | <u>TOTAL</u> | 420.152,39 |
| EXECUTOR | | RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO | |
| Musamara Mística dos Santos Analista de Projetos | | Wenderson Veloso da Silva Santos Analista de Prestação de Contas | |

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 343 de 393



Projeto Brumadinho UFMG

| FUNDEP UFMG | | RELAÇÃO DE PAGAMENTOS | | | | | | | |
|-------------|--|--|----------------------------|----------------|------------|---------------------|----------------------------------|-----------|-------|
| RECURSOS | | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG/OSP - ODONTOLOGIA SOCIAL E PREVENTIVA (FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG)/FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP | | | | | PRESTAÇÃO DE CONTAS | | |
| 1- CONC. | OBJETO: "Avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão." | | | | | | PARCIAL | X | FINAL |
| 2 - EXEC. | CONTRATO: 67/2021 - PROCESSO: 23072.231393/2020-13 | REF.FINANCIADOR 3095925-28.2020.8.13.0024 | | | | | PERÍODO: 05/03/2021 à 05/01/2022 | | |
| 3 - OUTROS | REFERÊNCIA FUNDEP: 27947 | | | | | | | | |
| REC. ITEM | CREDOR | CNPJ/CPF | RUBRICAS | CH/OB | DATA PAGTO | TÍT.CRÉDITO | DATA EMISSÃO | VALOR | |
| 1 | 1 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR MANUT CONTA | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 04/05/2021 | 811.240.700.181.298 | 04/05/2021 | 54,95 | |
| 1 | 2 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 52558/21 | 07/05/2021 | 762520 | 07/05/2021 | 4,99 | |
| 1 | 3 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. ESTORNO TOTAL DE DEBITO OCORRIDO EM 04/05/2021 | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 13/05/2021 | 101.330.800.046.742 | 13/05/2021 | (54,95) | |
| 1 | 4 LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 52923/21 | 20/05/2021 | 3/2021 | 20/05/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 5 LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 52923/21 | 20/05/2021 | 4/2021 | 20/05/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 6 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 20/05/2021 | 851.401.300.052.942 | 20/05/2021 | 2,46 | |
| 1 | 7 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 52815/21 | 21/05/2021 | 765111 | 21/05/2021 | 8.965,84 | |
| 1 | 8 ANDREA MARIA DUARTE VARGAS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 296.211.196-34 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 3/2021 | 21/05/2021 | 9.373,33 | |
| 1 | 9 ANDREA MARIA DUARTE VARGAS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 296.211.196-34 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 4/2021 | 21/05/2021 | 9.373,33 | |
| 1 | 10 RAQUEL CONCEICAO FERREIRA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 985.829.096-91 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 3/2021 | 21/05/2021 | 8.787,59 | |
| 1 | 11 RAQUEL CONCEICAO FERREIRA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 985.829.096-91 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 4/2021 | 21/05/2021 | 8.787,59 | |
| 1 | 12 SANDHI MARIA BARRETO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 317.177.486-00 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 3/2021 | 21/05/2021 | 8.633,42 | |
| 1 | 13 SANDHI MARIA BARRETO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 317.177.486-00 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 4/2021 | 21/05/2021 | 8.633,42 | |
| 1 | 14 TAYNANA CESAR SIMOES - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 041.008.316-09 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 3/2021 | 21/05/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 15 TAYNANA CESAR SIMOES - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 041.008.316-09 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 4/2021 | 21/05/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 16 COSME MARCELO FURTADO PASSOS DA SILVA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 823.201.447-49 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 3/2021 | 21/05/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 17 COSME MARCELO FURTADO PASSOS DA SILVA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 823.201.447-49 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 4/2021 | 21/05/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 18 FLAVIO VINICIUS DINIZ DE FIGUEIREDO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 058.784.734-45 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 3/2021 | 21/05/2021 | 4.686,71 | |
| 1 | 19 FLAVIO VINICIUS DINIZ DE FIGUEIREDO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 058.784.734-45 | BOLSA | GEFIN 52914/21 | 21/05/2021 | 4/2021 | 21/05/2021 | 4.686,71 | |
| 1 | 20 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 21/05/2021 | 851.411.100.085.466 | 21/05/2021 | 2,46 | |
| 1 | 21 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 53104/21 | 28/05/2021 | 766147 | 28/05/2021 | 0,22 | |
| 1 | 22 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 53264/21 | 04/06/2021 | 767319 | 04/06/2021 | 3.074,65 | |
| 1 | 23 RAQUEL CONCEICAO FERREIRA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 985.829.096-91 | BOLSA | GEFIN 53203/21 | 04/06/2021 | 5/2021 | 04/06/2021 | 8.787,59 | |
| 1 | 24 SANDHI MARIA BARRETO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 317.177.486-00 | BOLSA | GEFIN 53203/21 | 04/06/2021 | 5/2021 | 04/06/2021 | 8.633,42 | |
| 1 | 25 TAYNANA CESAR SIMOES - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 041.008.316-09 | BOLSA | GEFIN 53203/21 | 04/06/2021 | 5/2021 | 04/06/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 26 COSME MARCELO FURTADO PASSOS DA SILVA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 823.201.447-49 | BOLSA | GEFIN 53203/21 | 04/06/2021 | 5/2021 | 04/06/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 27 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 04/06/2021 | 821.551.200.449.710 | 04/06/2021 | 2,46 | |
| 1 | 28 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 53428/21 | 11/06/2021 | 768834 | 11/06/2021 | 0,22 | |
| 1 | 29 LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 53605/21 | 18/06/2021 | 5/2021 | 18/06/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 30 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 53609/21 | 18/06/2021 | 769790 | 18/06/2021 | 132,60 | |
| 1 | 31 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 18/06/2021 | 871.691.100.145.591 | 18/06/2021 | 2,46 | |
| 1 | 32 ANDREA MARIA DUARTE VARGAS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 296.211.196-34 | BOLSA | GEFIN 53582/21 | 21/06/2021 | 5/2021 | 21/06/2021 | 9.373,33 | |
| 1 | 33 FLAVIO VINICIUS DINIZ DE FIGUEIREDO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 058.784.734-45 | BOLSA | GEFIN 53582/21 | 21/06/2021 | 5/2021 | 21/06/2021 | 4.686,71 | |
| 1 | 34 OFFCOMP COMERCIO E SERVICO DE INFORMATICA LTDA | 10.388.905/0001-34 | EQUIP./MATERIAL PERMANENTE | GEFIN 53583/21 | 21/06/2021 | 000.038.974 | 24/06/2021 | 10.580,00 | |
| 1 | 35 BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAG FORNEC | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 21/06/2021 | 821.721.200.813.932 | 21/06/2021 | 2,46 | |
| 1 | 36 FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG | 17.217.985/0027-43 | RESOLUCAO 10/95-UNIDADE | GEFIN 53697/21 | 23/06/2021 | AD | 23/06/2021 | 11.214,94 | |
| 1 | 37 UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS | 17.217.985/0001-04 | RESOLUCAO 10/95-UFMG | GEFIN 53697/21 | 23/06/2021 | AD | 23/06/2021 | 2.242,99 | |
| 1 | 38 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 53753/21 | 25/06/2021 | 770865 | 25/06/2021 | 5.029,48 | |
| 1 | 39 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 53895/21 | 30/06/2021 | 771642 | 30/06/2021 | 631,48 | |
| 1 | 40 LUCIENE FATIMA FERNANDES ALMEIDA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 016.223.786-36 | BOLSA | GEFIN 53847/21 | 30/06/2021 | 5/2021 | 30/06/2021 | 6.314,74 | |
| 1 | 41 RAQUEL CONCEICAO FERREIRA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 985.829.096-91 | BOLSA | GEFIN 53949/21 | 05/07/2021 | 6/2021 | 05/07/2021 | 8.787,59 | |
| 1 | 42 SANDHI MARIA BARRETO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 317.177.486-00 | BOLSA | GEFIN 53949/21 | 05/07/2021 | 6/2021 | 05/07/2021 | 8.633,42 | |
| 1 | 43 TAYNANA CESAR SIMOES - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 041.008.316-09 | BOLSA | GEFIN 53949/21 | 05/07/2021 | 6/2021 | 05/07/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 44 COSME MARCELO FURTADO PASSOS DA SILVA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 823.201.447-49 | BOLSA | GEFIN 53949/21 | 05/07/2021 | 6/2021 | 05/07/2021 | 8.201,75 | |



Projeto Brumadinho UFMG

| FUNDEP UFMG | | RELAÇÃO DE PAGAMENTOS | | | | | | | | |
|--|------|--|--------------------|----------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------|--------------|-----------|-------|
| RECURSOS | | | | | | PRESTAÇÃO DE CONTAS | | | | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG/OSP - ODONTOLOGIA SOCIAL E PREVENTIVA (FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG)/FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP | | | | | | | | | | |
| 1- CONC. OBJETO: "Avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão." | | | | | | PARCIAL | | X | | FINAL |
| 2 - EXEC. CONTRATO: 67/2021 - PROCESSO: 23072.231393/2020-13 REF.FINANCIADOR 3095923-28.2020.8.13.0024 | | | | | | PERÍODO: 03/03/2021 à 05/01/2022 | | | | |
| 3 - OUTROS REFERÊNCIA FUNDEP: 27947 | | | | | | | | | | |
| REC. | ITEM | CREDOR | CNPJ/CPF | RUBRICAS | CH/OB | DATA PAGTO | TÍT.CRÉDITO | DATA EMISSÃO | VALOR | |
| 1 | 45 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 05/07/2021 | 841.851.200.040.802 | 05/07/2021 | 2,46 | |
| 1 | 46 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 54135/21 | 09/07/2021 | 774435 | 09/07/2021 | 3.382,69 | |
| 1 | 47 | JOSE MARIA DO NASCIMENTO | 26.738.020/0001-58 | EQUIP./MATERIAL PERMANENTE | GEFIN 54244/21 | 15/07/2021 | 000.000.068 | 17/06/2021 | 738,00 | |
| 1 | 48 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAG FORNEC | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 15/07/2021 | 831.951.200.467.789 | 15/07/2021 | 2,46 | |
| 1 | 49 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 54319/21 | 16/07/2021 | 776245 | 16/07/2021 | 74,05 | |
| 1 | 50 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 20/07/2021 | 852.011.300.070.760 | 20/07/2021 | 2,46 | |
| 1 | 51 | LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 54399/21 | 20/07/2021 | 6/2021 | 20/07/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 52 | ANDREA MARIA DUARTE VARGAS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 296.211.196-34 | BOLSA | GEFIN 54398/21 | 21/07/2021 | 6/2021 | 21/07/2021 | 9.373,33 | |
| 1 | 53 | FLAVIO VINICIUS DINIZ DE FIGUEIREDO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 058.784.734-45 | BOLSA | GEFIN 54398/21 | 21/07/2021 | 6/2021 | 21/07/2021 | 4.686,71 | |
| 1 | 54 | FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG | 17.217.985/0027-43 | RESOLUCAO 10/95-UNIDADE | GEFIN 54469/21 | 22/07/2021 | AD | 22/07/2021 | 7.527,88 | |
| 1 | 55 | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS | 17.217.985/0001-04 | RESOLUCAO 10/95-UFMG | GEFIN 54469/21 | 22/07/2021 | AD | 22/07/2021 | 1.505,58 | |
| 1 | 56 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 54669/21 | 30/07/2021 | 778553 | 30/07/2021 | 3.232,81 | |
| 1 | 57 | LUCIENE FATIMA FERNANDES ALMEIDA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 016.223.786-36 | BOLSA | GEFIN 54617/21 | 30/07/2021 | 6/2021 | 30/07/2021 | 6.314,74 | |
| 1 | 58 | GUILHERME BEZERRA DOS SANTOS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 070.269.823-70 | BOLSA | GEFIN 54617/21 | 30/07/2021 | 7/2021 | 30/07/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 59 | RAQUEL CONCEICAO FERREIRA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 985.829.096-91 | BOLSA | GEFIN 54756/21 | 05/08/2021 | 7/2021 | 05/08/2021 | 8.787,59 | |
| 1 | 60 | SANDHI MARIA BARRETO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 317.177.486-00 | BOLSA | GEFIN 54756/21 | 05/08/2021 | 7/2021 | 05/08/2021 | 8.633,42 | |
| 1 | 61 | TAYNANA CESAR SIMOES - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 041.008.316-09 | BOLSA | GEFIN 54756/21 | 05/08/2021 | 7/2021 | 05/08/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 62 | COSME MARCELO FURTADO PASSOS DA SILVA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 823.201.447-49 | BOLSA | GEFIN 54756/21 | 05/08/2021 | 7/2021 | 05/08/2021 | 8.201,75 | |
| 1 | 63 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 05/08/2021 | 822.171.300.059.467 | 05/08/2021 | 2,46 | |
| 1 | 64 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 54843/21 | 06/08/2021 | 780079 | 06/08/2021 | 3.382,70 | |
| 1 | 65 | LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 55150/21 | 19/08/2021 | 7/2021 | 19/08/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 66 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 19/08/2021 | 882.311.100.085.529 | 19/08/2021 | 2,46 | |
| 1 | 67 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 55178/21 | 20/08/2021 | 782849 | 20/08/2021 | 1.552,12 | |
| 1 | 68 | ANDREA MARIA DUARTE VARGAS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 296.211.196-34 | BOLSA | GEFIN 55151/21 | 20/08/2021 | 7/2021 | 20/08/2021 | 9.373,33 | |
| 1 | 69 | FLAVIO VINICIUS DINIZ DE FIGUEIREDO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 058.784.734-45 | BOLSA | GEFIN 55151/21 | 20/08/2021 | 7/2021 | 20/08/2021 | 4.686,71 | |
| 1 | 70 | LUCIENE FATIMA FERNANDES ALMEIDA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 016.223.786-36 | BOLSA | GEFIN 55344/21 | 30/08/2021 | 7/2021 | 30/08/2021 | 6.314,74 | |
| 1 | 71 | GUILHERME BEZERRA DOS SANTOS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 070.269.823-70 | BOLSA | GEFIN 55344/21 | 30/08/2021 | 8/2021 | 30/08/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 72 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 55445/21 | 31/08/2021 | 784648 | 31/08/2021 | 777,34 | |
| 1 | 73 | LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 55523/21 | 02/09/2021 | 8/2021 | 02/09/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 74 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 02/09/2021 | 862.451.200.038.575 | 02/09/2021 | 2,46 | |
| 1 | 75 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 55568/21 | 03/09/2021 | 785528 | 03/09/2021 | 4.934,58 | |
| 1 | 76 | TAYNANA CESAR SIMOES - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 041.008.316-09 | BOLSA | GEFIN 55521/21 | 03/09/2021 | 8/2021 | 03/09/2021 | 8.201,76 | |
| 1 | 77 | COSME MARCELO FURTADO PASSOS DA SILVA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 823.201.447-49 | BOLSA | GEFIN 55521/21 | 03/09/2021 | 8/2021 | 03/09/2021 | 8.201,76 | |
| 1 | 78 | RAQUEL CONCEICAO FERREIRA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 985.829.096-91 | BOLSA | GEFIN 55521/21 | 03/09/2021 | 8/2021 | 03/09/2021 | 8.787,59 | |
| 1 | 79 | SANDHI MARIA BARRETO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 317.177.486-00 | BOLSA | GEFIN 55521/21 | 03/09/2021 | 8/2021 | 03/09/2021 | 8.633,42 | |
| 1 | 80 | FLAVIO VINICIUS DINIZ DE FIGUEIREDO - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 058.784.734-45 | BOLSA | GEFIN 55521/21 | 03/09/2021 | 8/2021 | 03/09/2021 | 4.686,71 | |
| 1 | 81 | ANDREA MARIA DUARTE VARGAS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 296.211.196-34 | BOLSA | GEFIN 55521/21 | 03/09/2021 | 8/2021 | 03/09/2021 | 9.373,33 | |
| 1 | 82 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 03/09/2021 | 862.461.200.099.339 | 03/09/2021 | 2,46 | |
| 1 | 83 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 55687/21 | 10/09/2021 | 786912 | 10/09/2021 | 0,24 | |
| 1 | 84 | FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG | 17.217.985/0027-43 | RESOLUCAO 10/95-UNIDADE | GEFIN 56340/21 | 05/10/2021 | AD | 05/10/2021 | 18.674,08 | |
| 1 | 85 | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS | 17.217.985/0001-04 | RESOLUCAO 10/95-UFMG | GEFIN 56340/21 | 05/10/2021 | AD | 05/10/2021 | 3.734,82 | |
| 1 | 86 | GUILHERME BEZERRA DOS SANTOS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 070.269.823-70 | BOLSA | GEFIN 56286/21 | 05/10/2021 | 9/2021 | 05/10/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 87 | GUILHERME BEZERRA DOS SANTOS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 070.269.823-70 | BOLSA | GEFIN 57097/21 | 05/11/2021 | 10/2021 | 05/11/2021 | 1.458,71 | |
| 1 | 88 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 57136/21 | 05/11/2021 | 797012 | 05/11/2021 | 2.532,64 | |
| 1 | 89 | GUILHERME BEZERRA DOS SANTOS - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 070.269.823-70 | BOLSA | GEFIN 57884/21 | 03/12/2021 | 11/2021 | 03/12/2021 | 1.458,71 | |

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 345 de 393



Número do documento: 22072121260956300009553489640

<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=22072121260956300009553489640>

Assinado eletronicamente por: FABIANO TEODORO DE REZENDE LARA - 21/07/2022 21:26:10

Num. 9557397971 - Pág. 129

Projeto Brumadinho UFMG

| FUNDEP UFMG | | RELAÇÃO DE PAGAMENTOS | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--------------------|-------------------------|----------------|------------|----------------------------------|--------------|-----------------------|
| RECURSOS | | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG/OSP - ODONTOLOGIA SOCIAL E PREVENTIVA (FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG)/FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP | | | | | PRESTAÇÃO DE CONTAS | | |
| 1- CONC. | OBJETO: "Avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão." | | | | | | PARCIAL | X | FINAL |
| 2 - EXEC. | CONTRATO: 67/2021 - PROCESSO: 23072.231393/2020-13 | REF.FINANCIADOR 5095925-28.2020.8.13.0024 | | | | | PERÍODO: 05/03/2021 à 05/01/2022 | | |
| 3 - OUTROS | REFERÊNCIA FUNDEP: 27947 | | | | | | | | |
| REC. | ITEM | CREDOR | CNPJ/CPF | RUBRICAS | CH/OB | DATA PAGTO | TÍT.CRÉDITO | DATA EMISSÃO | VALOR |
| 1 | 90 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 57933/21 | 03/12/2021 | 802749 | 03/12/2021 | 145,87 |
| 1 | 91 | FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG | 17.217.985/0027-43 | RESOLUCAO 10/95-UNIDADE | GEFIN 57995/21 | 06/12/2021 | AD | 06/12/2021 | 331,53 |
| 1 | 92 | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS | 17.217.985/0001-04 | RESOLUCAO 10/95-UFMG | GEFIN 57995/21 | 06/12/2021 | AD | 06/12/2021 | 66,31 |
| 1 | 93 | FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 18.720.938/0001-41 | CUSTOS ADMINISTRATIVOS | GEFIN 58144/21 | 13/12/2021 | 804386 | 13/12/2021 | 39,78 |
| 1 | 94 | LUCAS MARIANI PAIVA CALDEIRA BRANT - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 022.231.936-41 | BOLSA | GEFIN 58744/22 | 04/01/2022 | 1/2022 | 04/01/2022 | 1.100,00 |
| 1 | 95 | BANCO DO BRASIL S.A. - Ref. TAR PAGAMENTOS830.041.200.254.938 | 00.000.000/0033-79 | TARIFAS BANCARIAS | AVISO BANCARIO | 04/01/2022 | 830.041.200.254.938 | 04/01/2022 | 2,46 |
| 1 | 96 | LUCIENE FATIMA FERNANDES ALMEIDA - Ref. BOLSA DE PESQUISA | 016.223.786-36 | BOLSA | GEFIN 58741/22 | 05/01/2022 | 1/2022 | 05/01/2022 | 1.100,00 |
| Total Geral de Pagamentos: | | | | | | | | | R\$ 419.039,76 |

Muzemara Mística dos Santos
Analista de Projetos

Wenderson Veloso de Silva Santos
Analista de Prestação de Contas



|  | | Anexo IV | | RELAÇÃO DE BENS - NACIONAIS E IMPORTADOS | |
|--|------------|--|---|---|----------------------|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG/ OSP - ODONTOLOGIA SOCIAL E PREVENTIVA (FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG) /FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP | | | CONTRATO: 67/2021 - PROCESSO: 23072.231393/2020-13 REF.FINANCIADOR 5095925-28.2020.8.13.0024 REFERÊNCIA FUNDEP: 27947 | | |
| DOC. Nº | DATA | ESPECIFICAÇÃO | QTDE. | VALOR UNITÁRIO | TOTAL |
| 000.086.663 | 29/01/2021 | TAB 10.4 GALAXY TAB A7 T505 4G ANDR GR GRAFITE ANDROIDE | 3 | R\$ 1.574,10 | R\$ 4.722,30 |
| 000.011.128 | 23/02/2021 | Camera Canon Rebel T7 Kit 18-55 | 1 | R\$ 2.999,00 | R\$ 2.999,00 |
| 000.000.285 | 01/05/2021 | NOTEBOOK LENOVO FLEX 5-14IIL / WINDOWS 10-HOME-CEST: 21.028.00 | 1 | R\$ 3.890,00 | R\$ 3.890,00 |
| 000.000.495 | 21/12/2021 | HD Externo Seagate 1 TB usb 3.0 | 2 | R\$ 360,00 | R\$ 720,00 |
| | | | | Total | R\$ 12.331,30 |

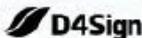
Musamara Mística dos Santos
 Analista de Projetos

Wenderson Veloso da Silva Santos
 Analista de Prestação de Contas



| FUNDEP UFMG | | CONCILIAÇÃO BANCÁRIA | | |
|--|---|---|------------|----------------------------------|
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG/ OSP - ODONTOLOGIA SOCIAL E PREVENTIVA (FO-FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG) /FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP | | CONTRATO: 67/2021 - PROCESSO: 23072.231393/2020-13 REF.FINANCIADOR 5095925-28.2020.8.13.0024 REFERÊNCIA FUNDEP: 27947 | | |
| FONTE DO RECURSO | AGENTE FINANCEIRO | CONTA BANCÁRIA | AGÊNCIA Nº | PERÍODO |
| TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS | Banco do Brasil S/A | 960.604-1 | 1.615-2 | PERÍODO: 05/03/2021 à 05/01/2022 |
| ITEM | HISTÓRICO | | | VALOR |
| 1 | Saldo bancário em 18/04/2022 conforme extratos bancários em anexo | | | - |
| | Conta Corrente 0,00 | | | - |
| | Aplicação Investimentos 0,00 | | | - |
| 2 | MENOS: valor das ordens bancárias, de saques, de pagamentos e/ou cheques emitidos no período e não DEBITADOS, conforme discriminação nominal no quadro abaixo:..... | | | - |
| 3 | OUTROS: lançamentos contabilizados e não constantes do Extrato Bancário: | | | |
| | # DÉBITO (-)..... | | | - |
| | # CRÉDITO (+)..... | | | - |
| 4 | Lançamentos constantes do Extrato Bancário e não contabilizados | | | - |
| 5 | Saldo do Demonstrativo de execução financeira | | | - |
| | Saldo Disponível | | | 0,00 |
| DOCUMENTOS EMITIDOS E NÃO COMPESADOS | | | | |
| DOC. | NÚMERO | DATA | FAVORECIDO | VALOR |
| | | | | |
| TOTAL | | | | 0,00 |
| Musamara Mistica dos Santos Analista de Projetos | | Wenderson Veloso da Silva Santos Analista de Prestação de Contas | | |





8 páginas - Datas e horários baseados em Brasília, Brasil
Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON)
 Certificado de assinaturas gerado em 18 de abril de 2022, 16:55:59



27947 - FORMULARIO PRESTACAO CONTAS pdf
 Código do documento e70688f1-c26c-465a-9ff4-0b4d49d16bad



Assinaturas

-  Musamara Mistica dos Santos
 musamarasantos@fundep.com.br
 Assinou
-  Wenderson Veloso da Silva Santos
 wendersonsantos@fundep.com.br
 Assinou

Musamara Mistica dos Santos



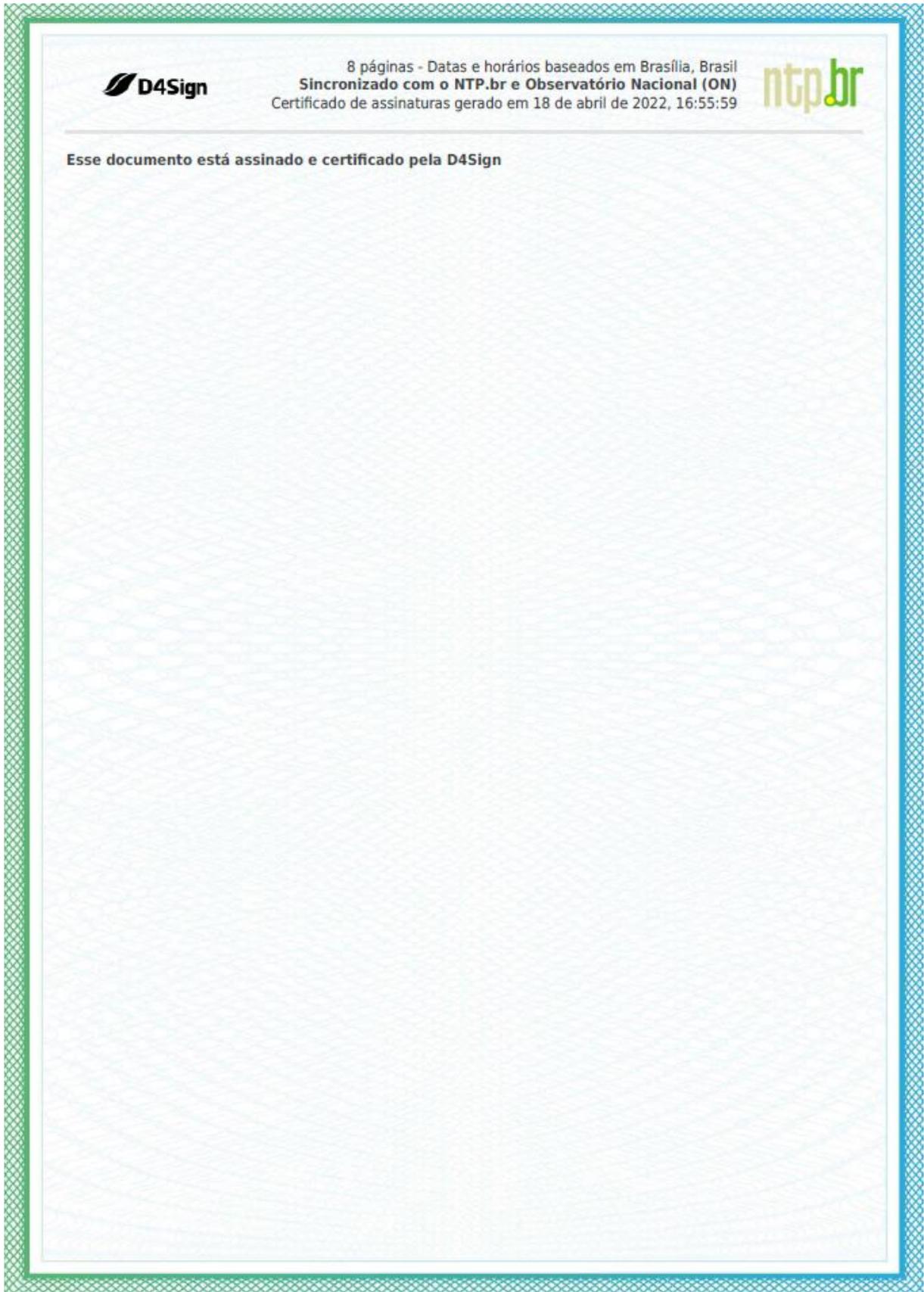
Eventos do documento

- 18 Apr 2022, 16:35:22**
 Documento e70688f1-c26c-465a-9ff4-0b4d49d16bad **criado** por WENDERSON VELOSO DA SILVA SANTOS (76cc77c9-9503-4ccd-bb56-522669fa60d6). Email:wendersonsantos@fundep.com.br. - DATE_ATOM: 2022-04-18T16:35:22-03:00
- 18 Apr 2022, 16:38:13**
 Assinaturas **iniciadas** por WENDERSON VELOSO DA SILVA SANTOS (76cc77c9-9503-4ccd-bb56-522669fa60d6). Email: wendersonsantos@fundep.com.br. - DATE_ATOM: 2022-04-18T16:38:13-03:00
- 18 Apr 2022, 16:46:37**
 MUSAMARA MISTICA DOS SANTOS **Assinou** (3c9a2916-ca74-4607-9739-40b459e5ba32) - Email: musamarasantos@fundep.com.br - IP: 150.164.30.176 (mail2.fundep.ufmg.br porta: 39332) - Documento de identificação informado: 082.044.276-38 - DATE_ATOM: 2022-04-18T16:46:37-03:00
- 18 Apr 2022, 16:48:25**
 WENDERSON VELOSO DA SILVA SANTOS **Assinou** (76cc77c9-9503-4ccd-bb56-522669fa60d6) - Email: wendersonsantos@fundep.com.br - IP: 150.164.30.176 (mail2.fundep.ufmg.br porta: 10862) - **Geolocalização: -19.8631151 -43.96722** - Documento de identificação informado: 022.427.996-30 - DATE_ATOM: 2022-04-18T16:48:25-03:00

Hash do documento original
(SHA256):cbb238bbe723ef740f30fe7c24266e7ba949e66f0895e858ff8a02f5e3cd879d
 (SHA512):f271c645d878fcac67ad22dc12a665c143aff7496d6ea2a04c02e57b362852d08f942e5aa60335c38e89916fcd2c473f40b570b64cd99f0573739ecc455feabe

Esse log pertence **única e exclusivamente** aos documentos de HASH acima





Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 350 de 393



Projeto
Brumadinho
UFMG

Projeto técnico científico
de extensão da UFMG.

EXTRATOS BANCÁRIOS CONTA CORRENTE

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Un. Adm. II – Campus UFMG
Belo Horizonte, MG – Brasil Caixa postal 856 – 30161-970
Telefone: (31) 3409-4200 | www.fundep.ufmg.br

FUNDEP UFMG

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 351 de 393



18/04/2022 15:21

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647009
18/04/2022 15:21:20

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960504-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 11 / 2020

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|-------------------------------|------------|--------------|--------|
| 08/07/2020 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 16/11/2020 | 16/11/2020 | 0000 | 14173 | 900 Resgate Depósito Judicial | 49.869.294 | 417.499,97 C | |
| 16/11/2020 | 16/11/2020 | 0000 | 00000 | 345 BB RF CP Aut Mais | 42 | 417.499,97 D | 0,00 C |
| 30/11/2020 | | 0000 | 00000 | 345 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.



18/04/2022 15:22

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647011
18/04/2022 15:22:08

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 12 / 2020

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------|
| 16/11/2020 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 31/12/2020 | | 0000 | 00000 | 000 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.



18/04/2022 15:22

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647012
18/04/2022 15:22:35

Ciente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 01 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------|
| 16/11/2020 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 31/01/2021 | | 0000 | 00000 | 000 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.



18/04/2022 15:22

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647013
18/04/2022 15:22:49

Ciente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 02 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------|
| 16/11/2020 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 26/02/2021 | | 0000 | 00000 | 000 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

<https://autoatendimento2.bb.com.br/apf-apj-autoatendimento/index.html?v=2.3.53#/template/~2Fconsultas~2F009-2.bb>

1/1

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 355 de 393





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:34:13

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 03 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------|--------|
| 16/11/2020 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 29/03/2021 | 29/03/2021 | 0000 | 14049 | 855 BB RF CP Aut Mals | 1.200.042 | 417.775,22 C | |
| 29/03/2021 | 29/03/2021 | 0000 | 13037 | 120 Aplicação em Poupança | 1.615.510.960.604 | 417.775,22 D | 0,00 C |
| 31/03/2021 | | 0000 | 00000 | 120 S A L D O | | | 0,00 C |

 OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE663741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:34:56

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 04 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------|
| 29/03/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 30/04/2021 | | 0000 | 00000 | 000 S A L D O | | | 0,00 C |

 OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:35:44

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 05 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Loja | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------------------|---------------------|--------------|--------|
| 29/03/2021 | | 0000 | 0000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 04/05/2021 | | 0000 | 13113 | 231 Tar Manuten Conta Ativa | 811.240.700.181.298 | 54,95 D | |
| | | | | Cobrança referente 04/05/2021 | | | |
| 04/05/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 54,95 C | 0,00 C |
| 07/05/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 18.007 | 4,99 D | |
| 07/05/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 4,99 C | 0,00 C |
| 13/05/2021 | | 0000 | 14113 | 670 Tar Manuten Conta Ativa | 101.330.800.046.742 | 54,95 C | |
| | | | | Estorno cobrança de 04/05/2021 | | | |
| 13/05/2021 | | 0000 | 00000 | 480 Aplicação Poupança | 148 | 54,95 D | 0,00 C |
| 20/05/2021 | | 0000 | 13134 | 438 Pagamentos Diversos | 11.586 | 2.917,42 D | |
| 20/05/2021 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 851.401.300.052.942 | 2,46 D | |
| | | | | Cobrança referente 20/05/2021 | | | |
| 20/05/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 2.919,88 C | 0,00 C |
| 21/05/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 6.013 | 62.962,10 D | |
| 21/05/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 6.015 | 16.403,50 D | |
| 21/05/2021 | | 0000 | 13134 | 393 Pagamentos Diversos | 6.016 | 16.403,50 D | |
| 21/05/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 6.076 | 8.965,84 D | |
| 21/05/2021 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 851.411.100.085.466 | 2,46 D | |
| | | | | Cobrança referente 21/05/2021 | | | |
| 21/05/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 104.737,40 C | 0,00 C |
| 28/05/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 12.857 | 0,22 D | |
| 28/05/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 0,22 C | 0,00 C |
| 31/05/2021 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |

 OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:36:11

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 06 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|-------------------------------|---------------|------------|-----------|---------------------------|---------------------|-------------|--------|
| 28/05/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 04/06/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 16.973 | 3.074,65 D | |
| 04/06/2021 | | 0000 | 13134 211 | Pagamentos Diversos | 17.114 | 17.421,01 D | |
| 04/06/2021 | | 0000 | 13134 211 | Pagamentos Diversos | 17.123 | 8.201,75 D | |
| 04/06/2021 | | 0000 | 13134 393 | Pagamentos Diversos | 17.179 | 8.201,75 D | |
| 04/06/2021 | | 0000 | 13113 310 | Tarifa Pagamentos | 821.551.200.449.710 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 04/06/2021 | | | | | | | |
| 04/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 36.901,62 C | 0,00 C |
| 11/06/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 6.925 | 0,22 D | |
| 11/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 0,22 C | 0,00 C |
| 18/06/2021 | | 0000 | 13134 438 | Pagamentos Diversos | 10.769 | 1.458,71 D | |
| 18/06/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 11.312 | 132,60 D | |
| 18/06/2021 | | 0000 | 13113 310 | Tarifa Pagamentos | 871.691.100.145.591 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 18/06/2021 | | | | | | | |
| 18/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 1.593,77 C | 0,00 C |
| 21/06/2021 | | 0000 | 13134 211 | Pagamentos Diversos | 8.299 | 14.060,04 D | |
| 21/06/2021 | | 0000 | 13134 393 | TED Transf.Eletr.Disponiv | 8.344 | 10.580,00 D | |
| 21/06/2021 | | 0000 | 13113 170 | Tarifa Pagto Fomeced TED | 821.721.200.813.932 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 21/06/2021 | | | | | | | |
| 21/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 24.642,50 C | 0,00 C |
| 23/06/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 5.092 | 13.457,93 D | |
| 23/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 13.457,93 C | 0,00 C |
| 25/06/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 7.083 | 5.029,48 D | |
| 25/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 5.029,48 C | 0,00 C |
| 30/06/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 14.052 | 631,48 D | |
| 30/06/2021 | | 0000 | 13134 211 | Pagamentos Diversos | 14.138 | 6.314,74 D | |
| 30/06/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 6.946,22 C | |
| 30/06/2021 | | 0000 | 00000 999 | S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:36:35

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 07 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Loja | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|-------------------------------|---------------|------------|-------|-------------------------------|---------------------|-------------|--------|
| 30/06/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 05/07/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 15.698 | 17.421,01 D | |
| 05/07/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 15.709 | 8.201,75 D | |
| 05/07/2021 | | 0000 | 13134 | 393 Pagamentos Diversos | 15.797 | 8.201,75 D | |
| 05/07/2021 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 841.861.200.040.802 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 05/07/2021 | | | | | | | |
| 05/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 33.826,97 C | 0,00 C |
| 09/07/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 8.671 | 3.382,69 D | |
| 09/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 3.382,69 C | 0,00 C |
| 15/07/2021 | | 0000 | 13134 | 393 TED Transf.Eletr.Disponiv | 8.881 | 738,00 D | |
| 15/07/2021 | | 0000 | 13113 | 170 Tarifa Pagto Fomecod TED | 831.961.200.467.789 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 15/07/2021 | | | | | | | |
| 15/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 740,46 C | 0,00 C |
| 16/07/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 7.066 | 74,05 D | |
| 16/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 74,05 C | 0,00 C |
| 20/07/2021 | | 0000 | 13134 | 438 Pagamentos Diversos | 10.957 | 1.458,71 D | |
| 20/07/2021 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 852.011.300.070.760 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 20/07/2021 | | | | | | | |
| 20/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 1.461,17 C | 0,00 C |
| 21/07/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 4.707 | 14.060,04 D | |
| 21/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 14.060,04 C | 0,00 C |
| 22/07/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 5.418 | 9.033,46 D | |
| 22/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 9.033,46 C | 0,00 C |
| 30/07/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 14.963 | 3.232,81 D | |
| 30/07/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 15.085 | 7.773,45 D | |
| 30/07/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 11.006,26 C | 0,00 C |
| 31/07/2021 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:36:55

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 08 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|-------------------------------|---------------|------------|-------|-------------------------|---------------------|-------------|--------|
| 30/07/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 05/08/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 17.404 | 17.421,01 D | |
| 05/08/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 17.414 | 8.201,75 D | |
| 05/08/2021 | | 0000 | 13134 | 393 Pagamentos Diversos | 17.584 | 8.201,75 D | |
| 05/08/2021 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 822.171.300.059.467 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 05/08/2021 | | | | | | | |
| 05/08/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 33.826,97 C | 0,00 C |
| 06/08/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 19.529 | 3.382,70 D | |
| 06/08/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 3.382,70 C | 0,00 C |
| 19/08/2021 | | 0000 | 13134 | 438 Pagamentos Diversos | 7.399 | 1.458,71 D | |
| 19/08/2021 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 882.311.100.085.529 | 2,46 D | |
| Cobrança referente 19/08/2021 | | | | | | | |
| 19/08/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 1.461,17 C | 0,00 C |
| 20/08/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 12.504 | 1.552,12 D | |
| 20/08/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 13.036 | 14.060,04 D | |
| 20/08/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 15.612,16 C | 0,00 C |
| 30/08/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 15.803 | 7.773,45 D | |
| 30/08/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 7.773,45 C | 0,00 C |
| 31/08/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 10.772 | 777,34 D | |
| 31/08/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 777,34 C | |
| 31/08/2021 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:27

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647019
18/04/2022 15:27:12

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 09 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|-------------------------|---------------------|-------------|--------|
| 31/08/2021 | | 0000 | 0000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 02/09/2021 | 02/09/2021 | 0000 | 13134 | 438 Pagamentos Diversos | 10.187 | 1.458,71 D | |
| 02/09/2021 | 02/09/2021 | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 862.451.200.038.575 | 2,46 D | |
| 02/09/2021 | 02/09/2021 | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 1.461,17 C | 0,00 C |
| 03/09/2021 | 03/09/2021 | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 20.106 | 4.934,58 D | |
| 03/09/2021 | 03/09/2021 | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 20.269 | 8.201,76 D | |
| 03/09/2021 | 03/09/2021 | 0000 | 13134 | 393 Pagamentos Diversos | 20.359 | 8.201,76 D | |
| 03/09/2021 | 03/09/2021 | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 20.401 | 31.481,05 D | |
| 03/09/2021 | 03/09/2021 | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 862.461.200.099.339 | 2,46 D | |
| 03/09/2021 | 03/09/2021 | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 52.821,61 C | 0,00 C |
| 10/09/2021 | 10/09/2021 | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 10.497 | 0,24 D | |
| 10/09/2021 | 10/09/2021 | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 0,24 C | 0,00 C |
| 30/09/2021 | | 0000 | 00000 | 825 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.





Consultas - Extrato de conta corrente

G3320811089087581
08/11/2021 11:37:43

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 10 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|-------------------------|-----------|-------------|--------|
| 10/09/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 05/10/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 15.574 | 22.408,90 D | |
| 05/10/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 15.702 | 1.458,71 D | |
| 05/10/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 23.867,61 C | 0,00 C |
| 31/10/2021 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |

 OBSERVAÇÕES :

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G337310944386418008
31/03/2022 09:48:46

Ciente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 11 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|-------------------------|-----------|------------|--------|
| 05/10/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 05/11/2021 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 24.159 | 1.458,71 D | |
| 05/11/2021 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 24.351 | 2.532,64 D | |
| 05/11/2021 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 3.991,35 C | 0,00 C |
| 30/11/2021 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.





Consultas - Extrato de conta corrente

G3373109443864181
31/03/2022 09:49:37

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
 Conta corrente 960604-1FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
 Período do extrato 12 / 2021

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-----------|---------------------|-----------|------------|--------|
| 05/11/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 03/12/2021 | | 0000 | 13134 211 | Pagamentos Diversos | 17.008 | 1.458,71 D | |
| 03/12/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 17.337 | 145,87 D | |
| 03/12/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 1.604,58 C | 0,00 C |
| 06/12/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 20.210 | 397,84 D | |
| 06/12/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 397,84 C | 0,00 C |
| 13/12/2021 | | 0000 | 13134 144 | Pagamentos Diversos | 8.450 | 39,78 D | |
| 13/12/2021 | | 0000 | 00000 825 | Resgate Poupança | 148 | 39,78 C | 0,00 C |
| 31/12/2021 | | 0000 | 00000 999 | S A L D O | | | 0,00 C |

 OBSERVAÇÕES :

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678

Para deficientes auditivos 0800 729 0088





Consultas - Extrato de conta corrente

G337310944386418010
31/03/2022 09:49:57

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 01 / 2022

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|-------------------------------|---------------------|------------|--------|
| 13/12/2021 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 04/01/2022 | | 0000 | 13134 | 438 Pagamentos Diversos | 5.910 | 1.100,00 D | |
| 04/01/2022 | | 0000 | 13113 | 310 Tarifa Pagamentos | 830.041.200.254.938 | 2,45 D | |
| | | | | Cobrança referente 04/01/2022 | | | |
| 04/01/2022 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 1.102,46 C | 0,00 C |
| 05/01/2022 | | 0000 | 13134 | 211 Pagamentos Diversos | 10.842 | 1.100,00 D | |
| 05/01/2022 | | 0000 | 00000 | 825 Resgate Poupança | 148 | 1.100,00 C | 0,00 C |
| 31/01/2022 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.





Consultas - Extrato de conta corrente

G337310944386418013
31/03/2022 09:50:49

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 02 / 2022

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------|
| 05/01/2022 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 26/02/2022 | | 0000 | 00000 | 000 S A L D O | | | 0,00 C |

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.



18/04/2022 15:23

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647014
18/04/2022 15:23:30

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato 03 / 2022

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|---------------|---------------|------------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------|
| 05/01/2022 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 31/03/2022 | | 0000 | 00000 | 000 S A L D O | | | 0,00 C |

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.



18/04/2022 15:24

Banco do Brasil



Consultas - Extrato de conta corrente

G334181516524647015
18/04/2022 15:24:00

Cliente - Conta atual

Agência 1615-2
Conta corrente 960604-1 FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO
Período do extrato Mês atual

Lançamentos

| Dt. balancete | Dt. movimento | Ag. origem | Lote | Histórico | Documento | Valor R\$ | Saldo |
|--------------------------------|---------------|------------|-------|-------------------------|-------------------|------------|-------------------|
| 05/01/2022 | | 0000 | 00000 | 000 Saldo Anterior | | | 0,00 C |
| 05/04/2022 | | 0000 | 14037 | 626 Resgate de Poupança | 1.615.510.960.604 | 1.112,63 C | 1.112,63 C |
| 07/04/2022 | | 0000 | 13134 | 144 Pagamentos Diversos | 13.767 | 1.112,63 D | 0,00 C |
| 18/04/2022 | | 0000 | 00000 | 999 S A L D O | | | 0,00 C |
| Saldo | | | | | | | 0,00 C |
| Juros * | | | | | | | 0,00 |
| Data de Debito de Juros | | | | | | | 29/04/2022 |
| IOF * | | | | | | | 0,00 |
| Data de Debito de IOF | | | | | | | 02/05/2022 |

OBSERVAÇÕES:

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.



Projeto
Brumadinho
UFMG

Projeto técnico científico
de extensão da UFMG.

EXTRATOS BANCÁRIOS APLICAÇÃO

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Un. Adm. II – Campus UFMG
Belo Horizonte, MG – Brasil Caixa postal 856 – 30161-970
Telefone: (31) 3409-4200 | www.fundep.ufmg.br

FUNDEP UFMG

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 370 de 393



31/03/2022 16:24

Banco do Brasil



Extratos - Investimentos Fundos - Mensal

G335311559479683023
31/03/2022 16:24:10

Cliente

Agência 1615-2
Conta 960604-1 FUNDACAO 27947 BRUMADINHO
Mês/ano referência MARÇO/2021

RF Mais Automático - CNPJ: 5.102.500/0001-58

| Data | Histórico | Valor | Valor IRPrej. Comp. | Valor IOF | Quantidade cotas | Valor cota | Saldo cotas |
|------------|----------------------|------------|---------------------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| 26/02/2021 | SALDO ANTERIOR | 417.642,44 | | | 89.842,679221 | | |
| 29/03/2021 | RESGATE | 417.775,22 | | | 89.842,679221 | 4,650075271 | |
| | Aplicação 16/11/2020 | 417.775,22 | | | 89.842,679221 | | |
| 31/03/2021 | SALDO ATUAL | 0,00 | | | | | |

Resumo do mês

| | |
|----------------------|------------|
| SALDO ANTERIOR | 417.642,44 |
| APLICAÇÕES (+) | 0,00 |
| RESGATES (-) | 417.775,22 |
| RENDIMENTO BRUTO (+) | 132,78 |
| IMPOSTO DE RENDA (-) | 0,00 |
| IOF (-) | 0,00 |
| RENDIMENTO LÍQUIDO | 132,78 |
| SALDO ATUAL = | 0,00 |

Valor da Cota

| | |
|------------|-------------|
| 26/02/2021 | 4,648597381 |
| 31/03/2021 | 4,650384034 |

Rentabilidade

| | |
|------------------|--------|
| No mês | 0,0384 |
| No ano | 0,0574 |
| Últimos 12 meses | 0,3246 |

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



Projeto
Brumadinho
UFMG

Projeto técnico científico
de extensão da UFMG.

EXTRATOS BANCÁRIOS POUPANÇA

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Un. Adm. II – Campus UFMG
Belo Horizonte, MG – Brasil Caixa postal 856 – 30161-970
Telefone: (31) 3409-4200 | www.fundep.ufmg.br

FUNDEP UFMG

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 372 de 393



18/04/2022 15:05

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334161457428735020
18/04/2022 15:05:17

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/11/2020 a 30/11/2020
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| | |
|-----------------|--------|
| Saldo atual | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | 0,00 D |
| Saldo total | 0,00 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE663741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:06

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334161457426735022
18/04/2022 15:06:43

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/12/2020 a 31/12/2020
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| | |
|-----------------|--------|
| Saldo atual | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | 0,00 D |
| Saldo total | 0,00 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:07

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735023
18/04/2022 15:06:56

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/01/2021 a 31/01/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| | |
|-----------------|--------|
| Saldo atual | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | 0,00 D |
| Saldo total | 0,00 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:07

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735024
18/04/2022 15:07:14

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA

Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/02/2021 a 28/02/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| | |
|-----------------|--------|
| Saldo atual | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | 0,00 D |
| Saldo total | 0,00 C |

Rendimentos: SELIC igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5676
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:07

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735025
18/04/2022 15:07:35

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/03/2021 a 31/03/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|---------------------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 28/02/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 0,00 C |
| 29/03/2021 | 29/03/2021 | 1/4 | 601 Aplicação em Poupança | 1615-2 | 960.604 | | 417.775,22 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 417.775,22 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE MAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:07

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735026
18/04/2022 15:07:56

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/04/2021 a 30/04/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|----------------|------------|-----------|-------------|----------|--------------|
| 31/03/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 417.775,22 C |
| 30/04/2021 | 03/05/2021 | 1/4 | 737 Juros | 1615-2 | | | 664,26 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 418.439,48 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:08

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735028
18/04/2022 15:08:14

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA
Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/05/2021 a 31/05/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|------|-----------------------------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 30/04/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 418.439,48 C |
| 05/05/2021 | 04/05/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.504 | | 54,95 D | |
| 10/05/2021 | 07/05/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.507 | | 4,99 D | |
| 14/05/2021 | 13/05/2021 | 13/5 | 880 Aplicacao Automatica Poupanca | 1615-2 | 9.161.513 | | 54,95 C | |
| 21/05/2021 | 20/05/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.520 | | 2.919,88 D | |
| 24/05/2021 | 21/05/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.521 | | 104.737,40 D | |
| 31/05/2021 | 28/05/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.528 | | 0,22 D | |
| 31/05/2021 | 01/06/2021 | 1/5 | 737 Juros | 1615-2 | | | 494,14 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 311.271,13 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:08

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735029
18/04/2022 15:08:30

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA
Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/06/2021 a 30/06/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|------------------------|------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| 31/05/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 311.271,13 C |
| 07/06/2021 | 04/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.504 | | 36.901,62 D | |
| 14/06/2021 | 11/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.511 | | 0,22 D | |
| 21/06/2021 | 18/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.518 | | 1.593,77 D | |
| 22/06/2021 | 21/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.521 | | 24.642,50 D | |
| 24/06/2021 | 23/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.523 | | 13.457,93 D | |
| 28/06/2021 | 25/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.525 | | 5.029,48 D | |
| 30/06/2021 | 01/07/2021 | 1/6 | 737 Juros | 1615-2 | | | 463,65 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 230.109,26 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:08

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735030
18/04/2022 15:08:41

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA
Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/07/2021 a 31/07/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|-----------------------------------|------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| 30/06/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 230.109,26 C |
| 01/07/2021 | 30/06/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.530 | | 6.946,22 D | |
| 01/07/2021 | 01/07/2021 | | 296 Estorno De Juros | 1615-2 | 7.777.777 | | 463,65 D | |
| 01/07/2021 | 01/07/2021 | 1/7 | 735 Acerto De Juros - Agencia/CPR | 1615-2 | 7.777.777 | | 449,63 C | |
| 06/07/2021 | 05/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.505 | | 33.826,97 D | |
| 12/07/2021 | 09/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.509 | | 3.382,69 D | |
| 16/07/2021 | 15/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.515 | | 740,46 D | |
| 19/07/2021 | 16/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.516 | | 74,05 D | |
| 21/07/2021 | 20/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.520 | | 1.461,17 D | |
| 22/07/2021 | 21/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.521 | | 14.060,04 D | |
| 23/07/2021 | 22/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.522 | | 9.033,46 D | |
| 30/07/2021 | 02/08/2021 | 1/7 | 737 Juros | 1615-2 | | | 392,75 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 160.962,93 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:08

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735031
18/04/2022 15:08:54

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA

Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/08/2021 a 31/08/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|-----------------------------------|------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| 31/07/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 160.962,93 C |
| 02/08/2021 | 30/07/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.530 | | 11.006,26 D | |
| 02/08/2021 | 02/08/2021 | | 296 Estorno De Juros | 1615-2 | 7.777.777 | | 392,75 D | |
| 02/08/2021 | 02/08/2021 | 1/8 | 735 Acerto De Juros - Agencia/CPR | 1615-2 | 7.777.777 | | 365,83 C | |
| 06/08/2021 | 05/08/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.505 | | 33.826,97 D | |
| 09/08/2021 | 06/08/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.506 | | 3.382,70 D | |
| 20/08/2021 | 19/08/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.519 | | 1.461,17 D | |
| 23/08/2021 | 20/08/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.520 | | 15.612,16 D | |
| 31/08/2021 | 30/08/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.530 | | 7.773,45 D | |
| 31/08/2021 | 01/09/2021 | 1/8 | 737 Juros | 1615-2 | | | 214,94 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 88.088,24 C |

Rendimentos: SELIC Igual/ menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:09

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735032
18/04/2022 15:09:0751 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA
Saldo: 0,00 CAgência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/09/2021 a 30/09/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|-----------------------------------|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 31/08/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 88.088,24 C |
| 01/09/2021 | 31/08/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.531 | | 777,34 D | |
| 01/09/2021 | 01/09/2021 | | 296 Estorno De Juros | 1615-2 | 7.777.777 | | 214,94 D | |
| 01/09/2021 | 01/09/2021 | 1/9 | 735 Acerto De Juros - Agencia/CPR | 1615-2 | 7.777.777 | | 213,03 C | |
| 03/09/2021 | 02/09/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.502 | | 1.461,17 D | |
| 06/09/2021 | 03/09/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.503 | | 52.821,61 D | |
| 13/09/2021 | 10/09/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.510 | | 0,24 D | |
| 30/09/2021 | 01/10/2021 | 1/9 | 737 Juros | 1615-2 | | | 99,47 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 33.125,44 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088

18/04/2022 15:09

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735033
18/04/2022 15:09:29

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA

Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/10/2021 a 31/10/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|------|------------------------|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 30/09/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 33.125,44 C |
| 06/10/2021 | 05/10/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.505 | | 23.867,51 D | |
| 29/10/2021 | 01/11/2021 | 1/10 | 737 Juros | 1615-2 | | | 33,10 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 9.290,93 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE663741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:09

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735034
18/04/2022 15:09:43

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA
Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/11/2021 a 30/11/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|------|------------------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
| 31/10/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 9.290,93 C |
| 08/11/2021 | 05/11/2021 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.505 | | 3.991,35 D | |
| 30/11/2021 | 01/12/2021 | 1/11 | 737 Juros | 1615-2 | | | 23,38 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 5.322,96 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:09

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735035
18/04/2022 15:09:54

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA

Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/12/2021 a 31/12/2021
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|--------------------------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
| 30/11/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 5.322,96 C |
| 06/12/2021 | 03/12/2021 | 248 | Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.503 | | 1.604,88 D | |
| 07/12/2021 | 06/12/2021 | 248 | Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.506 | | 397,84 D | |
| 14/12/2021 | 13/12/2021 | 248 | Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.513 | | 39,78 D | |
| 31/12/2021 | 03/01/2022 | 1/1 | 741 Reajuste Monetário - BACEN | 1615-2 | | | 1,60 C | |
| 31/12/2021 | 03/01/2022 | 1/1 | 737 Juros | 1615-2 | | | 14,48 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 3.296,84 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:10

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735036
18/04/2022 15:10:24

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/01/2022 a 31/01/2022
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|-----------------|------------|-----|--------------------------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
| 31/12/2021 | | | Saldo anterior | | | | | 3.296,84 C |
| 05/01/2022 | 04/01/2022 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.504 | | 1.102,46 D | |
| 06/01/2022 | 05/01/2022 | | 248 Resgate Automático | 1615-2 | 9.161.505 | | 1.100,00 D | |
| 31/01/2022 | 01/02/2022 | 1/1 | 741 Reajuste Monetário - BACEN | 1615-2 | | | 0,66 C | |
| 31/01/2022 | 01/02/2022 | 1/1 | 737 Juros | 1615-2 | | | 5,48 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 1.100,52 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA.

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:10

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735037
18/04/2022 15:10:37

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/02/2022 a 28/02/2022
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDAÇÃO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|------------------------|------------|-----|----------------|------------|-----------|-------------|--------|-------------------|
| 31/01/2022 | | | Saldo anterior | | | | | 1.100,52 C |
| 25/02/2022 | 02/03/2022 | 1/2 | 737 Juros | 1615-2 | | | 5,50 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 1.106,02 C |

Rendimentos: SELIC Igual/ menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE683741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:10

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735038
18/04/2022 15:10:53

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/03/2022 a 31/03/2022
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia | Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|------------------------|------------|-----|--------------------------------|------------|-----------|-------------|--------|-------------------|
| 28/02/2022 | | | Saldo anterior | | | | | 1.106,02 C |
| 31/03/2022 | 01/04/2022 | 1/3 | 741 Reajuste Monetário - BACEN | 1615-2 | | | 1,07 C | |
| 31/03/2022 | 01/04/2022 | 1/3 | 737 Juros | 1615-2 | | | 5,54 C | |
| Saldo atual | | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | | 1.112,63 C |

Rendimentos: SELIC Igual/ menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE663741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



18/04/2022 15:11

Banco do Brasil



Extratos - Poupança

G334181457428735039
18/04/2022 15:11:09

51 - POUPANÇA-OURO
DIÁRIA Saldo: 0,00 C

Agência / Conta 1615-2 / 960604-1
Período 01/04/2022 a 18/04/2022
Variação POUPANÇA-OURO DIÁRIA (51)
Titularidade FUNDACAO 27947 BRUMADINHO

| Dt. lançamento | Dt. base | Dia Histórico | Ag. origem | Documento | Informações | Valor | Saldo |
|------------------------|------------|-------------------------|------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| 31/03/2022 | | Saldo anterior | | | | | 1.112,63 C |
| 05/04/2022 | 05/04/2022 | 141 Resgate de Poupança | 1615-2 | 960.604 | | 1.112,63 D | |
| Saldo atual | | | | | | | 0,00 C |
| Saldo bloqueado | | | | | | | 0,00 D |
| Saldo total | | | | | | | 0,00 C |

Rendimentos: SELIC Igual/menor que 8,5% A.A.: TR+70% DA SELIC
SELIC maior que 8,5% A.A.: TR+0,5% A.M.

Transação efetuada com sucesso por: JE583741 WESLEY ROBERTO DE PAIVA

Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC 0800 729 0722

Ouvidoria BB 0800 729 5678
Para deficientes auditivos 0800 729 0088



Projeto
Brumadinho
UFMG

Projeto técnico científico
de extensão da UFMG.

DEVOLUÇÃO DE SALDO

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Un. Adm. II – Campus UFMG
Belo Horizonte, MG – Brasil Caixa postal 856 – 30161-970
Telefone: (31) 3409-4200 | www.fundep.ufmg.br

FUNDEP UFMG



Visualização de arquivos



Agência débito: 1.615-2
Conta débito: 960.604-1
CPF/CNPJ: 18.720.938/0001-41 FUNDEP - FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Banco: 001
Agência crédito: 1615 - 2
Conta crédito: 960874 - 5
Favorecido: FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA
Documento empresa: 4877801
Data pagamento: 07/04/2022
Valor pagamento: 1.112,63
Documento banco: 0000000004522768708
Data real pagamento: 07/04/2022
Valor real pagamento: 1.112,63
Autenticação: 93537602E2147B73



Esse é o relatório.

Belo Horizonte, 29 de junho de 2022.

Professora Doutora Andréa Maria Duarte Vargas
Professora Titular do Departamento de Odontologia Social
e Preventiva da Faculdade de Odontologia da UFMG.

Relatório Final – Subprojeto 37 – Projeto Brumadinho-UFMG: avaliação e monitoramento da morbimortalidade nos municípios afetados pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão - Página 393 de 393

