

# PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A do Complexo  
Paraopeba II - Mina Córrego do Feijão

Capítulo 2  
Caracterização socioambiental pós-rompimento e avaliação de impactos

Sumário Geral

Brumadinho/MG

Novembro de 2020

## **Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba**

### **Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II - Mina Córrego do Feijão**

#### **Capítulo 2 Caracterização socioambiental pós-rompimento e avaliação de impactos**

#### **Sumário Geral**

Código documento: 1.03.01.52268-PR-PL-0004-Rev.0.



**Brumadinho/MG**

## Sumário Geral - Lista de Volumes e Itens

### **Volume 1 – Caracterização do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A, Caracterização das Chuvas 2019/2020 e Aspectos Legais**

Glossário	1
Apresentação	24
Capítulo 2: Caracterização Socioambiental Pós-Rompimento e Avaliação de Impactos	28
2.1. Premissa Metodológica do Plano de Reparação	32
2.2. Caracterização do Rompimento da Barragem B1	38
2.2.1. Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A	39
2.2.2. Áreas ocupadas pelo rejeito	52
2.2.3. Caracterização do rejeito	63
2.2.4. Gerenciamento de rejeitos e resíduos	89
2.2.5. Plano Diretor de Obras Emergenciais	110
2.3. Contextualização da inundação do rio Paraopeba em Janeiro de 2020	117
2.3.1. Caracterização do período chuvoso 2019/2020	117
2.3.2. Áreas afetadas pelas inundações do rio Paraopeba	122
2.3.3. Avaliação de áreas afetadas pela deposição de rejeitos em função das inundações	144
2.4. Aspectos legais	146
2.4.1. Licenciamento ambiental no contexto das ações de recuperação e reparação	149
2.4.2. Aspectos legais dos itens socioambientais no contexto das ações de recuperação e reparação	160
2.4.3. Normas e diretrizes do município de Brumadinho no contexto das ações de recuperação e reparação	199
Referências bibliográficas	199

## Sumário Geral - Lista de Volumes e Itens

### **Volume 2 – Caracterização socioambiental pós-rompimento – Temas do Meio Físico**

2.5. Caracterização socioambiental pós-rompimento	1
2.5.1. Geologia e geomorfologia	3
2.5.2. Solos	15
2.5.3. Recursos minerais	49
2.5.4. Sedimentos	62
2.5.5. Recursos hídricos superficiais	159
2.5.6. Recursos hídricos subterrâneos	968
2.5.7. Patrimônio espeleológico	999
2.5.8. Qualidade do ar	1004
Referências Bibliográficas	1081

## Sumário Geral - Lista de Volumes e Itens

### ***Volume 3 – Caracterização socioambiental pós-rompimento – Temas dos Meios Biótico e Socioeconômico e Cultural***

#### 2.5. Caracterização socioambiental pós-rompimento

2.5.9. Biota aquática	1
2.5.10. Biota terrestre	152
2.5.11. Áreas protegidas e de interesse para conservação	326
2.5.12. Socioeconomia	376
2.5.13. Patrimônio cultural, histórico, arqueológico e natural	1177
2.5.14. Serviços ecossistêmicos	1242
2.6. Síntese comparativa entre cenário pré e pós rompimento	1294
Referências Bibliográficas	1354

## Sumário Geral - Lista de Volumes e Itens

### Volume 4 – Avaliação de Impactos

2.7. Metodologia de avaliação de impactos adotada no contexto do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A	1
2.7.1. Conceituando a avaliação ex-ante e ex-post de impactos	1
2.7.2. Conceituando gestão adaptativa	2
2.7.3. Demais conceitos adotados	3
2.7.4. Processo de identificação, descrição e avaliação do grau de importância dos impactos	4
2.8. Processo de Identificação dos impactos	16
2.8.1. Descrição dos componentes afetados	16
2.8.2. Descrição dos aspectos indutores de impactos	18
2.8.3. Apresentação da cadeia de causa e efeito	21
2.9. Descrição e avaliação do grau de importância dos impactos	33
2.9.1.1. Mudança das características do relevo	34
2.9.1.2. Alteração das características morfodinâmicas dos cursos d'água	43
2.9.1.3. Intensificação dos processos erosivos	52
2.9.1.4. Perda de camadas superficiais e alteração das características físicas do solo	59
2.9.1.5. Alteração das características do solo nas áreas inundadas	66
2.9.1.6. Interrupção das atividades minerárias	72
2.9.1.7. Aumento da demanda de águas subterrâneas	81
2.9.1.8. Redução da qualidade da água superficial	86
2.9.1.9. Alteração do balanço hídrico superficial da bacia do rio Paraopeba	124
2.9.1.10. Assoreamento de corpos hídricos	131
2.9.1.11. Alteração na qualidade dos sedimentos	140
2.9.1.12. Alterações na qualidade do ar	146
2.9.1.13. Perda de habitat aquáticos	153

2.9.1.14. Perda de indivíduos da ictiofauna	159
2.9.1.15. Redução da heterogeneidade ambiental	166
2.9.1.16. Redução da capacidade de autodepuração dos cursos d'água	173
2.9.1.17. Aumento de efeitos de toxicidade e bioacumulação na biota aquática	186
2.9.1.18. Alteração da composição e estrutura das comunidades hidrobiológicas	195
2.9.1.19. Redução da cobertura vegetal	203
2.9.1.20. Perda de áreas úmidas	209
2.9.1.21. Perda de indivíduos da flora	215
2.9.1.22. Perda de indivíduos da flora de espécies ameaçadas e protegidas por lei	221
2.9.1.23. Perda de banco de sementes	230
2.9.1.24. Fragmentação da cobertura vegetal	235
2.9.1.25. Redução do fluxo gênico em espécies vegetais	244
2.9.1.26. Aumento do efeito de borda	249
2.9.1.27. Desregulação fisiológica de indivíduos da flora	256
2.9.1.28. Perda de indivíduos da fauna silvestre	264
2.9.1.29. Injúria de indivíduos da fauna silvestre	271
2.9.1.30. Perda de habitat terrestre	276
2.9.1.31. Redução da permeabilidade faunística	284
2.9.1.32. Interferência em Áreas de Preservação Permanente (APP)	290
2.9.1.33. Interferência em Unidade de Conservação (UC)	315
2.9.1.34. Interferência em áreas de Reserva Legal	320
2.9.1.35. Interferência em áreas de interesse para conservação	336
2.9.1.36. Perda de moradia, desalojamento e desabrigo da população	360
2.9.1.37. Ocorrência de sofrimento social e aumento de problemas psicológicos e psicossociais	367
2.9.1.38. Interrupção de acessos e aumento no fluxo de veículos e do tempo de trajeto nas vias remanescentes	377
2.9.1.39. Interferência no serviço de transmissão de energia elétrica	386

2.9.1.40. Destruição de dois poços profundos no Parque da Cachoeira	393
2.9.1.41. Prejuízos ao setor industrial mineral	398
2.9.1.42. Perda de áreas produtivas e de animais de produção	402
2.9.1.43. Perda de indivíduos da fauna doméstica	406
2.9.1.44. Perda de patrimônio particular	411
2.9.1.45. Interrupção da captação de água da empresa Mineral do Brasil no córrego Ferro-Carvão	415
2.9.1.46. Perturbação das atividades rotineiras e aumento do incômodo à população	420
2.9.1.47. Esgarçamento das relações tofílicas	428
2.9.1.48. Pressão sobre serviços públicos	434
2.9.1.49. Comprometimento da qualidade e da garantia do direito à educação	442
2.9.1.50. Paralisação da captação de água no rio Paraopeba para abastecimento público	449
2.9.1.51. Restrição do acesso à água	462
2.9.1.52. Indisponibilidade de uso da terra nas áreas lindeiras ao rio	470
2.9.1.53. Restrição do uso de áreas produtivas	495
2.9.1.54. Prejuízos à cadeia produtiva do turismo	520
2.9.1.55. Alteração nos níveis de arrecadação fiscal	525
2.9.1.56. Alteração nas despesas públicas	531
2.9.1.57. Desabrigo e injúria de animais domésticos	536
2.9.1.58. Perda de patrimônio arqueológico	542
2.9.1.59. Perda de patrimônio cultural material (histórico, arquitetônico e pessoal)	549
2.9.1.60. Interferência/interrupção do patrimônio cultural imaterial	553
2.9.1.61. Descaracterização da paisagem	560
2.9.1.62. Redução da segurança alimentar	564
2.9.1.63. Redução dos estoques pesqueiros	570
2.9.1.64. Insegurança relacionada às inundações	576
2.9.1.65. Alteração da Identidade cultural	581



2.9.2.1. Aumento das áreas inundáveis	585
2.9.2.2. Alteração das características químicas do solo	589
2.9.2.3. Alteração da qualidade da água subterrânea	596
2.9.2.4. Alteração da composição e estrutura da ictiofauna	604
2.9.2.5. Redução da qualidade do habitat de espécies terrestres e semiaquáticas	612
2.9.2.6. Alteração da composição e estrutura das comunidades terrestres	619
2.9.2.7. Efeitos de toxicidade e bioacumulação em indivíduos de fauna silvestre	626
2.9.2.8. Prejuízos ao setor agrosilvopastoril e aquicultura	633
2.9.2.9. Prejuízos ao setor industrial de uso intensivo de água	638
2.9.2.10. Alterações no setor de comércio e serviços	644
2.9.2.11. Arrefecimento da economia e alterações nos níveis de emprego e renda	648
2.9.2.12. Aumento na incidência de doenças respiratórias	654
2.9.2.13. Aumento na incidência de doenças de veiculação hídrica	660
2.9.2.14. Alteração da dinâmica demográfica	669
2.9.2.15. Redução da polinização e dispersão de sementes	675
2.9.2.16. Aumento da incidência de doenças relacionadas à fauna sinantrópica	680
2.10. Matriz de Impactos	688
2.11. Área de Influência por Meio	691
2.11.1. Área de influência do Meio Físico	691
2.11.2. Área de influência do Meio Biótico	695
2.11.3. Área de influência do Meio Socioeconômico e Cultural	699
2.12. Impactos Cumulativos (Plano de Trabalho)	704
2.12.1. Abordagem metodológica geral para a Avaliação de Impactos Cumulativos	706
Referências bibliográficas	713

## Sumário Geral - Lista de Volumes e Itens

### **Volume 5 – Anexos**

- Anexo 1. Nota Técnica de Descadastramento das barragens BI, BIV e BIV-A
- Anexo 2. Relatório volume do rompimento da barragem B-I
- Anexo 3. Descrição das amostras coletadas (GeoEnviron - 2019)
- Anexo 4. Distribuição granulométrica das amostras coletadas (GeoEnviron - 2019)
- Anexo 5. Resultados da análise composicional realizada por fluorescência de raio-X (GeoEnviron - 2019)
- Anexo 6. Resultados da análise composicional de elementos-traço por ICP-MS (GeoEnviron - 2019)
- Anexo 7. Resumo Executivo - Avaliação de risco à saúde humana (ARSH) e avaliação de risco ecológico (ARE)
- Anexo 8. Caracterização Geral Obras (Vale, 2020)
- Anexo 9. Relatório de Ações SócioAmbientais
- Anexo 10. Levantamento Aéreo de Áreas Alagadas em Decorrência da Cheia do Rio Paraopeba (Synergia, 2020)
- Anexo 11. Avaliação Exploratória de Elementos Potencialmente Tóxicos em Áreas Afetadas por Alagamento e Deposição de Rejeito Derivado do Rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão, Brumadinho (MG): Período Chuvoso de 2019/2020 (UFLA, 2020)
- Anexo 12. Perfis individuais dos furos das sondagens realizadas
- Anexo 13. Resultados dos ensaios de permeabilidade do solo
- Anexo 14. Processos minerários interceptados pelo rio Paraopeba e sub-bacia ribeirão Ferro-Carvão pós-rompimento
- Anexo 15. Mapa dos processos minerários interceptados pelo rio Paraopeba e sub-bacia ribeirão Ferro-Carvão pós-rompimento
- Anexo 16. Processos minerários interceptados pelas obras
- Anexo 17. Dados hidroquímica brutos
- Anexo 18. Dados hidroquímicos (MDGEO)
- Anexo 19. Relatório Técnico - Levantamento aéreo de áreas alagadas em decorrência da cheia do Paraopeba

Anexo 20. Relatório fotográfico das estações fluviométricas instaladas pela Vale S/A na bacia do rio Paraopeba e entorno da UHE Três Marias

Anexo 21. Demanda de água por usuário IGAM e dados Vale

Anexo 22. Fotos dos pontos de monitoramento

Anexo 23. Estatísticas descritivas

Anexo 24. Laudos e Fichas de Campo

Anexo 25. Resultados Indicadores Ambientais

Anexo 26. Resultados das estações telemétricas

Anexo 27. Relatório de Caracterização geoquímica de rejeitos fase I – composição química global, análise granulométrica e classificação

Anexo 28. Resultados das estações de monitoramento de qualidade do ar

Anexo 29. Avaliação da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da Vale para o Cenário 2019 – Brumadinho / MG (Econservation, 2020)

Anexo 30. Relatório de Pesca Barragem VI

Anexo 31. Laudo Necrópsia de Peixes

Anexo 32. Resgate de Fauna - Feijão

Anexo 33. Relatório de Monitoramento Ictioplâncton - Emergencial

Anexo 34. Relatório de Monitoramento Ictioplâncton - Dragagem

Anexo 35. Resultados de ensaios de toxicidade aguda e crônica para amostras de água superficial (*Ceriodaphnia dubia*) na bacia

Anexo 36. Resultados de testes de toxicidade crônica para amostras de água superficial (*Raphidocelis subcapitata*) na bacia

Anexo 37. Resultados de testes de toxicidade aguda para amostras de água superficial (*Daphnia similis*) na bacia

Anexo 38. Resultados de testes de toxicidade crônica para amostras de água superficial (*Ceriodaphnia dubia*) na bacia

Anexo 39. Resultados de testes de toxicidade aguda para amostras de água superficial (*Vibrio fischeri*) na bacia

Anexo 40. Resultados de testes de toxicidade aguda para amostras de sedimento (*Hyaella azteca*) na bacia

Anexo 41. Resultados de testes de toxicidade aguda para amostras de água superficial (*Danio rerio*) na bacia

Anexo 42. Resultados de acumulação de metais de sedimento (*Danio rerio*) na bacia

Anexo 43. Resultados de bioacumulação - Aplysia

Anexo 44. Mapa uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Paraopeba

Anexo 45. Mapa uso do solo e cobertura vegetal no buffer de 1 km do rio Paraopeba articulação

Anexo 46. Mapa uso do solo e cobertura vegetal na área de estudo de detalhe cenário pós-rompimento articulação

Anexo 47. Mapa censo das espécies ameaças e protegidas por lei

Anexo 48. Mapa evolução da formação florestal entre o período de 2018 a 2019 na bacia do rio Paraopeba

Anexo 49. Mapa evolução do cerrado lato sensu entre o período de 2018 a 2019 na bacia do rio Paraopeba

Anexo 50. Mapa áreas de preservação permanente (app) e uso consolidado na área de estudo de detalhe - cenário pós-rompimento articulação

Anexo 51. Mapa reservas legais no buffer de 1 km da bacia do rio Paraopeba cenário pós-rompimento

Anexo 52. Mapa áreas de preservação permanente no buffer de 1 km articulação

Anexo 53. Dimensão Social - Lista de Vítimas

Anexo 54. Uso da terra: Ficha de demanda por localidade

Anexo 55. Levantamentos Saúde: Serviços, número de leitos, profissionais e estimativas

Anexo 56. Número de casos de morbidade por Localidade

Anexo 57. Diagrama de controle das arboviroses transmitidas por Aedes

Anexo 58. Número de procedimentos no RAAS

Anexo 59. Número de casos de óbitos totais e por causas gerais

Anexo 60. Taxa de mortalidade por principais causas (Capítulo CID-10)

Anexo 61. Taxa de Alvos de Roubos registrados nos municípios da área de estudo e estado de Minas Gerais, 2018 e 2019

Anexo 62. Média de alunos por turma, área de estudo, estado de Minas Gerais e Brasil

Anexo 63. Médias de desempenho dos estudantes dos municípios da área de estudo e Minas Gerais, no Saeb 2015 e 2017 – escolas municipais e estaduais.

Anexo 64. Médias de desempenho dos estudantes dos municípios da área de estudo e Minas Gerais, em Língua Portuguesa, no Simave, edições 2016-2019 – escolas municipais e estaduais.

Anexo 65. Incidência dos impactos sobre o meio socioeconômico nos municípios da área de estudo.

Anexo 66. Ofício 113-2019 - 25.01.19 - IPHAN

Anexo 67. Ofício 124-2019 - 28.01.19 - IPHAN

Anexo 68. E-mail de 29.01.19 - CNL-IPHAN

Anexo 69. Mapa - 29.01.19 - CNL-IPHAN

Anexo 70. Ofício 112-2019 - 30.01.19 - IPHAN

Anexo 71. Ofício 139-2019 - 31.01.19 - IPHAN

Anexo 72. Ofício 90-2019 - 06.02.19 - SEMAD

Anexo 73. E-mail VALE - 13.02.19

Anexo 74. Ofício 856-2019 - 29.04.19 - IPHAN

Anexo 75. Ofício 8412-2019 - 10.06.19 - Polícia Federal - Solicita informações de patrimônio impactado

Anexo 76. Ofício 0457-2019 - 25.06.19 - MPMG - Solicita informações sobre sítios arqueológicos na área afetada

Anexo 77. Ofício 1315-2019 - 04.07.19 - IPHAN - Resposta ao Ofício 8412-2019

Anexo 78. Ofício 1976-2019 - 02.08.19 - IPHAN - Resposta à PF

Anexo 79. Ofício 1588-2019 - 18.07.19 - IPHAN - Encaminha informações de sítios arqueológicos suprimidos

Anexo 80. Fichas CNSA dos Sítios Arqueológicos

Anexo 81. Avaliação de Impactos - Patrimônio Arqueológico - IPHAN

Anexo 82. MPMG - Ofício 556-2019

Anexo 83. E-mail MPE - Plano de Recuperação - Vale AS

Anexo 84. VALE Relatório Vistoria 05.07.19

Anexo 85. Mapa contendo os bens culturais acautelados em nível federal

Anexo 86. Mapa contendo os bens culturais acautelados em nível municipal

Anexo 87. Mapa contendo as estruturas arqueológicas cadastradas e impactadas

Anexo 88. E-mail MPMG 22.10.20 - chuvas

Anexo 89. E-mail MPMG 22.10.20 - trânsito

Anexo 90. Ofício N 319-2020-DIVAP IPHAN-MG

Anexo 91. Relatório acompanhamento arqueológico IPHAN

Anexo 92. Ofício N 1952-2020-DIVAP IPHAN-MG

Anexo 93. Mapa rotas de veículos pesados

Anexo 94. Laudo pericial - Casarão Mário campos

Anexo 95. Cadeia de Causa e Efeito

Anexo 96. Quadro síntese dos impactos do rompimento e seus atributos

Anexo 97. Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs)

natalia.souza@meioambiente.mg.gov.br  
Portal Brumadinho/17:11:2020 12:13  
CONFIDENTIAL

Arcadis Brasil

Rua Líbero Badaró, 377 – 6º andar

São Paulo, SP – Brasil – 01009-906

T: +55 (11) 3117.3171

[arcadis.com](http://arcadis.com)