

# 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 3 – Plano de Ação para Remediação, Reparação e Restauração dos Impactos

**Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Definição de Diretrizes de Mitigação**

(Código PL-T\_P-1)

Brumadinho/MG

Julho de 2022

## Índice

<b>Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Definição de Diretrizes de Mitigação</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Contextualização e histórico</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>5</b>
2.1. Objetivo Geral .....	5
2.2. Objetivos Específicos .....	5
<b>3. Justificativa</b> .....	<b>6</b>
<b>4. Escopo</b> .....	<b>8</b>
<b>5. Inter-relação com outros programas</b> .....	<b>15</b>
<b>6. Legislação e/ou outros requisitos</b> .....	<b>16</b>
<b>7. Abrangência, público-alvo e atores sociais</b> .....	<b>17</b>
7.1. Definição da Área de Abrangência do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação .....	17
7.2. Público-alvo .....	19
7.3. Atores Sociais .....	19
<b>8. Métodos e ações</b> .....	<b>20</b>
8.1. Caracterização .....	20
8.2. Convergências com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraopeba .....	23
8.3. Convergências com Termos de Compromisso (TCs) e Termos de Ajustamentos de Condutas (TACs) .....	23
<b>9. Acompanhamento e Avaliação</b> .....	<b>24</b>
9.1. Relatórios de acompanhamento .....	24
9.2. Metas e indicadores .....	24
9.3. Métodos de cálculo e aferição dos indicadores .....	26
9.3.1. Indicadores de realização .....	26
9.3.2. Indicadores de Resultado .....	26
<b>10. Cronograma e periodicidade das ações</b> .....	<b>27</b>
<b>11. Recursos Necessários</b> .....	<b>28</b>
<b>12. Responsáveis técnicos pela elaboração do programa</b> .....	<b>29</b>
<b>13. Responsáveis técnicos pela execução do programa</b> .....	<b>30</b>
<b>14. Glossário</b> .....	<b>31</b>
<b>15. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>33</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1 – Possíveis Fontes de Emissão de Gases de Efeito Estufa por Categoria.</b> .....	<b>11</b>
<b>Figura 2 – Relação entre categorização das emissões quanto a fonte emissora e quanto ao escopo.</b> .....	<b>14</b>

### **Figura 3 – Fluxograma da metodologia do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.23**

## **Lista de Mapas**

<b>Mapa 1 – Mapa da área de abrangência preliminar do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação .....</b>	<b>18</b>
--	-----------

## **Lista de Quadros**

<b>Quadro 1 – Exemplos de fontes de emissão de gases de efeito estufa da atmosfera no âmbito do rompimento e dos aspectos das ações emergenciais e das ações do Plano de Reparação, agrupadas por categoria. ....</b>	<b>12</b>
<b>Quadro 2 – Exemplos de fontes de remoção de gases de efeito estufa da atmosfera no âmbito do rompimento e dos aspectos das ações emergenciais e das ações do Plano de Reparação, agrupadas por categoria. ....</b>	<b>13</b>
<b>Quadro 3 – Localização do capítulo e códigos dos Planos e Programas que possuem inter-relação com o Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definições de Diretrizes de Mitigação.....</b>	<b>15</b>
<b>Quadro 4 – Atividades, Objetivos e Ações para execução do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação. ....</b>	<b>20</b>
<b>Quadro 5 – Indicadores de gestão do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.....</b>	<b>25</b>
<b>Quadro 6 – Cronograma do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.....</b>	<b>27</b>
<b>Quadro 7 – Estimativa de material do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 8 – Profissionais previstos para execução do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação. ....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 9 – Responsáveis pela elaboração do programa .....</b>	<b>29</b>
<b>Quadro 10 – Responsáveis pela revisão do programa.....</b>	<b>29</b>

## Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Definição de Diretrizes de Mitigação

**Programa:** Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Definição de Diretrizes de Mitigação

**Código do Programa:** PL-T\_P-1

Versão do Capítulo 3 no PRSA	Título	Versão do Programa	Status	Responsável pela execução
---	Programa de Estimativa das Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Rompimento e das Ações de Reparação e Compensação	Versão 2 – março/2021	Obsoleto	Arcadis
Versão 1 - 2021	Programa de Estimativa das Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Rompimento e das Ações de Reparação e Compensação	Versão 2 – junho/2021	Obsoleto	Arcadis
---	Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação	Versão 3 – novembro/2021	Obsoleto	Arcadis
Versão integrada - 2022	Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação	Versão 4 – junho/2022	Não Iniciado	Arcadis

Elaboração: Arcadis, 2022.

## 1. Contextualização e histórico

Em atendimento aos alinhamentos ocorridos em reunião entre Sisema e Vale S/A realizada no dia 24/02/2021 (Síntese de Reunião GERAL n° 7/2021 – 26955151), no dia 10 de março de 2021 foi disponibilizada a primeira versão do Programa de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação, intitulado naquele momento como “Programa de Estimativa das Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Rompimento e das Ações de Reparação e Compensação”. O programa foi uma resposta à recomendação do Sisema de inclusão de um novo programa voltado ao monitoramento das emissões de GEE (pegada de carbono) do rompimento e das ações de reparação na bacia do Paraopeba.

Ao longo do segundo trimestre de 2021, o conteúdo do programa foi revisado e ajustado para atendimento ao Ofício FEAM/GERAI n°. 66/2021 do dia 04 de maio de 2021, que encaminhava a Nota Técnica n° 10/FEAM/GERAI/2021 contendo as contribuições apresentadas pelo Núcleo de Sustentabilidade, Energia e Mudanças Climáticas (NUSEMC), por meio do Memorando FEAM/NUSENC n° 14/2021, da Gerência de Recuperação Ambiental e Planejamento da Conservação de Ecossistemas (GRAPE), por meio do Memorando IEF/GRAPE n° 34/2021, e da Gerência de Recuperação Ambiental Integrada (GERAI), por meio da Nota Técnica n° 9/FEAM/GERAI/2021. Em sua segunda versão, disponibilizada no dia 24 de junho de 2021, o programa apresentou, principalmente, mudanças na proposta metodológica para a estimativa de emissões de Gases de Efeito Estufa, além de mudanças na redação do texto para esclarecimento dos pontos de revisão levantadas, principalmente na comunicação dos objetivos do programa.

Visto a abrangência do escopo e sua interligação com demais programas previstos no Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba (PRSA), e com o objetivo de torná-lo mais eficiente em termos de resultados e impactos, em 19 de novembro de 2021 foi disponibilizada a terceira versão do programa, agora intitulado Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação, de forma a integrá-lo no Plano de Ação para Remediação, Reparação e Restauração dos Impactos, Capítulo 3 do PRSA. O programa também foi revisado e ajustado para atendimento ao Ofício FEAM/GERAI n°. 140/2021 do dia 13 de agosto de 2021, que encaminhava a Nota Técnica n° 33/FEAM/GERAI/2021 contendo as contribuições apresentadas pelo NUSEMC, por meio do Memorando FEAM/NUSEMC n° 20/202, pela GRAPE, por meio da Nota Técnica n° 3/IEF/GRAPE/2021 e pela GERAL, por meio da Nota Técnica n° 21/FEAM/GERAI/2021. As principais alterações foram de caráter metodológico, de forma a incorporar etapas para a elaboração de diretrizes de mitigação das emissões.

O presente documento se refere à quarta versão do Programa de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação, e atende ao Ofício FEAM/GERAI n° 45/2022 que encaminha a Nota Técnica n° 9/FEAM/GERAI/2021 e a Nota Técnica AECOM NT n° 60612553-ACMDM-ZZ-TN-PM-0014-2021 contendo recomendações da AECOM, FEAM/NUSEMC e FEAM/GERAI de caráter estrutural e metodológico.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo Geral

O objetivo do Programa é estimar as emissões e remoções de gases de efeito estufa relacionadas ao rompimento da barragem, às ações emergenciais pós rompimento e medidas de controle ambiental associadas e às medidas de reparação previstas no Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba (PRSA).

### 2.2. Objetivos Específicos

- Estimar as emissões de gases de efeito estufa do rompimento por escopo e setor;
- Estimar as emissões e remoções de gases de efeito estufa das ações emergenciais pós rompimento e medidas de controle ambiental associadas e das ações de reparação do PRSA por escopo e setor;
- Promover um balanço entre o total de emissões e remoções derivadas do rompimento, das ações emergenciais pós rompimento e das ações de reparação no território;
- Avaliar o impacto do resultado do balanço entre emissões e remoções de gases de efeito estufa nas emissões do Estado de Minas Gerais;
- Subsidiar a proposição de ações para mitigar e/ou compensar as emissões, caso o balanço aponte que as ações de reparação socioambiental previstas são insuficientes;
- Compor arcabouço técnico e quantitativo das emissões e remoções de gases de efeito estufa necessário para apontar ações chaves para serem acompanhadas em momento posterior ao programa, de maneira a monitorar os resultados de mitigação de emissões que não forem compensadas com os planos e ações previstas.

### 3. Justificativa

A mudança do clima é um dos maiores desafios da humanidade para as próximas décadas. Essa afirmação tem sido compartilhada por um número crescente de governos, cidadãos e iniciativas corporativas privadas e mercadológicas, e promovendo compromissos públicos, como o Acordo de Paris, desde que a ciência vem gerando importantes subsídios sobre o risco que a mudança do clima traz para a humanidade, e destacando a urgência das medidas de mitigação e adaptação frente aos impactos da mudança do clima. (IPCC, 2018; WEF, 2021)

Nesse contexto, o ambiente corporativo e a sociedade têm passado por intensas mudanças nos últimos anos (PYLES, 2020; SOUZA et al., 2014). Porém, para garantir que o aumento médio da temperatura do planeta se limite a no máximo 1.5°C, profundas alterações ainda precisam ser feitas na forma como as sociedades se organizam economicamente, o que pode se tornar cada vez mais desafiador ao longo dos anos tendo em vista a intensificação dos efeitos da mudança do clima decorrentes da previsão de aumento da temperatura (IPCC, 2018).

Um plano de reparação com objetivos de longo prazo com alicerce na temática ambiental precisa considerar objetivos relacionados ao planejamento climático para mitigação e adaptação devido a três aspectos essenciais: a possibilidade do rompimento, das ações emergenciais e das ações planejadas de reparação gerarem danos que intensifiquem o fenômeno da mudança do clima em si ou os impactos derivados dela; o fato dos impactos da mudança do clima afetarem os objetivos do plano de reparação; e o fato dos impactos climáticos ameaçarem o bem-estar da humanidade e as atividades produtivas.

O primeiro pressuposto de referência consiste tanto na interação entre os impactos do rompimento e a causa da mudança do clima, já que esse, bem como algumas ações emergenciais e ações do plano de reparação, podem gerar emissões de gases de efeito estufa (GEE) ou reduzir a remoção desses gases a longo prazo; quanto na interação entre os impactos do rompimento e os impactos da mudança do clima, já que os danos causados pelo rompimento podem contribuir para a vulnerabilidade da região.

O segundo pressuposto está baseado no fato de que o atingimento de grande parte dos objetivos traçados no plano de reparação depende de fatores que sofrem forte influência dos impactos previstos da mudança do clima. Um exemplo disso se reflete em um dos grandes compromissos do Plano que é a restauração dos ecossistemas afetados: a ciência tem apontado que esses ecossistemas estão sob grandes ameaças climáticas, seja projeções de aumento de temperatura e redução de precipitação que podem aumentar risco de incêndios, por exemplo; seja pelo fato das alterações climáticas modificarem as dinâmicas naturais desses ecossistemas. Dessa forma, considerar a mudança climática no planejamento de reparação significa incorporar estratégias mais assertivas para garantir o cumprimento dos objetivos de reparação. (SKOGEN; HELLAND; KALTENBORN, 2018; BELLARD et al., 2012).

O terceiro pressuposto traz que as ações do Plano de Reparação podem responder a benefícios climáticos. As principais referências científicas sobre as soluções para a mudança do clima têm destacado que os ecossistemas mais conservados e de maior diversidade são mais resilientes aos impactos climáticos. Um plano de reparação cujo pilar é a restauração dos serviços ecossistêmicos pode contribuir significativamente para, além dos objetivos intrínsecos da reparação, reduzir os riscos associados à mudança do clima para ecossistemas e populações

afetadas. Existe, nesse contexto, uma grande oportunidade de gerar benefícios de redução do risco climático com base nas ações de reparação. Vale destacar que o componente de restauração de ecossistemas do plano se alinha a uma das principais oportunidades globais de mitigação das emissões, através do aumento dos estoques de carbono na paisagem.

Os pressupostos mencionados, além de justificarem a consideração da mudança do clima nos objetivos gerais de reparação conforme já mencionado, demonstram a importância de tomadas de ação estruturadas, em formatos de planos ou programas específicos, no sentido de monitorar, reparar, prevenir e, caso necessário, mitigar as causas e consequências das mudanças climáticas. Entretanto, para que essa tomada de ação seja possível de ser executada da maneira mais assertiva possível, é necessário primeiramente entender com precisão a forma como, tanto o rompimento da barragem quanto as ações emergenciais e planejadas de reparação, interagem com a temática de mudança do clima.

Dessa forma, o programa em questão se caracteriza enquanto um programa de caráter investigativo voltado à verificação do potencial impacto das emissões de gases de efeito estufa no clima global decorrentes do rompimento e das ações de reparação na bacia do rio Paraopeba.

## 4. Escopo

Um inventário de emissões de gases de efeito estufa consiste, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), num conjunto de cálculos aproximados de emissões de GEE, oriundas de fontes de emissão associadas à determinados setores em um determinado local e período no tempo. Usa-se o termo “cálculos aproximados” porque, na maioria das vezes, não faz sentido ou não é viável medir diretamente as emissões de CO<sub>2</sub> de todas as fontes de emissão de um país ou cidade, devido a restrições tecnológicas, financeiras, ou até mesmo políticas e sociais.

Dessa forma, o IPCC elaborou um conjunto de orientações que permite gerar o cálculo das emissões a partir da coleta de dados intermediários de setores emissores, sem a necessidade de medição direta. Essas orientações foram organizadas através da metodologia *GHG Protocol* e nas seguintes normas brasileiras: ABNT NBR ISO 14064-1:2007 e ABNT NBR ISO 14064-2:2007. (WRI; C40; ICLEI, 2021) (ABNT, 2007a) (ABNT, 2007b).

No âmbito do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definições de Diretrizes de Mitigação, a escolha pela denominação de “estimativas” é a melhor escolha metodológica para a abordagem sem prejuízo para a qualidade dos resultados. Não é possível utilizar a nomenclatura “inventário” por três motivos principais. O primeiro porque não é possível realizar um inventário de emissões que ainda não aconteceram, como é o caso das ações de reparação planejadas. Estimativa de emissões relacionados ao futuro se constituem em cenários de emissão GEE, ou seja, utilizam os mesmos parâmetros para os fatores de emissão de um inventário, mas consideram dados de atividade projetados.

O segundo motivo está relacionado ao fato de que, mesmo para as emissões que já ocorreram, como as emissões do rompimento da barragem e das ações de emergência e reparação definidas até o momento, não há disponíveis referências bibliográficas e metodologias na literatura técnica e científica, o que pode exigir ajustes metodológicos, pesquisas e aprofundamentos para lidar com aspectos inerentes aos cálculos. De todo modo, vale enfatizar que é possível ajustes em procedimentos já existentes enquanto não estão disponíveis rotinas específicas para rompimentos de barragem e ações emergenciais.

O terceiro motivo, ainda no âmbito das emissões que já ocorreram, está associado ao fato de que, devido a magnitude e o impacto do rompimento, grande parte das ações de reparação já executadas ocorreram em caráter de extrema urgência e envolvendo não apenas agentes da companhia e de órgãos oficiais, mas também agentes voluntários e de organizações sociais. Esse fato implica na falta de dados e informações sobre as fontes geradoras de emissões, que por muitas vezes podem não estar disponíveis, o que torna impossível garantir a execução das diretrizes mínimas de qualidade dos dados para elaboração de inventários. De todo modo, vale enfatizar que, para a execução do programa, é possível a elaboração de hipóteses e cálculos aproximados que viabilizam a realização das estimativas válidas para o contexto.

Ao contrário de inventários, não existem recomendações técnicas ou instruções metodológicas formalmente estabelecidas para a elaboração de estimativas de emissões. No âmbito do programa, embora não sejam totalmente aplicáveis, serão seguidas as mesmas diretrizes metodológicas de inventários para o cálculo das estimativas de emissões, fazendo adaptações onde se fizer necessário.

Um argumento que valida essa abordagem metodológica é o fato da prática ser comumente utilizada para reportar informações relacionadas às emissões e para planejamento das ações de mitigação. Dois exemplos de estimativas de emissões de GEE que tem respaldo técnico e científico de ponta já utilizados para planejamento climático do Brasil, e que servem de exemplo para essa afirmação, são os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa – SEEG com metodologia publicada na Revista *Nature*, como pode ser observado no estudo liderado por Azevedo et al (2018), e as próprias estimativas das emissões nacionais publicadas previamente ao inventário nacional do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI (2019).

As diferenças conceituais e práticas entre inventários e estimativas, como as abordadas por esse programa, implicam não só em diferenças na metodologia de mensuração das emissões e remoções de GEE, mas também em processos de monitoramento, relato e verificação (MRV) dessas emissões e remoções. O monitoramento de estimativas de emissões futuras só faz sentido de ser feito ao longo da execução das ações geradoras de tais emissões e remoções, com o objetivo de atualizar as estimativas feitas, ou após a execução das ações, com o objetivo de comparar as estimativas com a real emissão/remoção de GEE ocorrida.

Portanto, o escopo desse programa é a realização de um balanço de emissões de gases de efeito estufa, considerando as emissões do rompimento e das ações emergenciais em conjunto com a previsão das emissões e remoções das ações futuras da reparação. E a partir dos resultados desse balanço, se necessário, definir diretrizes para mitigação de possíveis emissões remanescentes. Essas diretrizes são informações preliminares importantes para orientar qualquer planejamento de estratégias e ações de mitigação e/ou compensação de emissões, por isso devem ser compreendidas anteriormente a elaboração das ações propriamente ditas, indicadores, ou metas relacionadas à ação climática.

É importante ressaltar que o presente programa é de execução pontual e tem o objetivo de fornecer informações e diretrizes suficientes para a elaboração de estratégias de ação climática, caso o balanço de emissões apresente resultado negativo, ou seja, emitiu mais GEE do que capturou. Dessa forma, essa diretriz será implementada através do apontamento de ações-chaves para serem acompanhadas em momento posterior ao programa, de maneira a realizar o monitoramento das emissões de GEE que não forem compensadas com os planos e ações previstas.

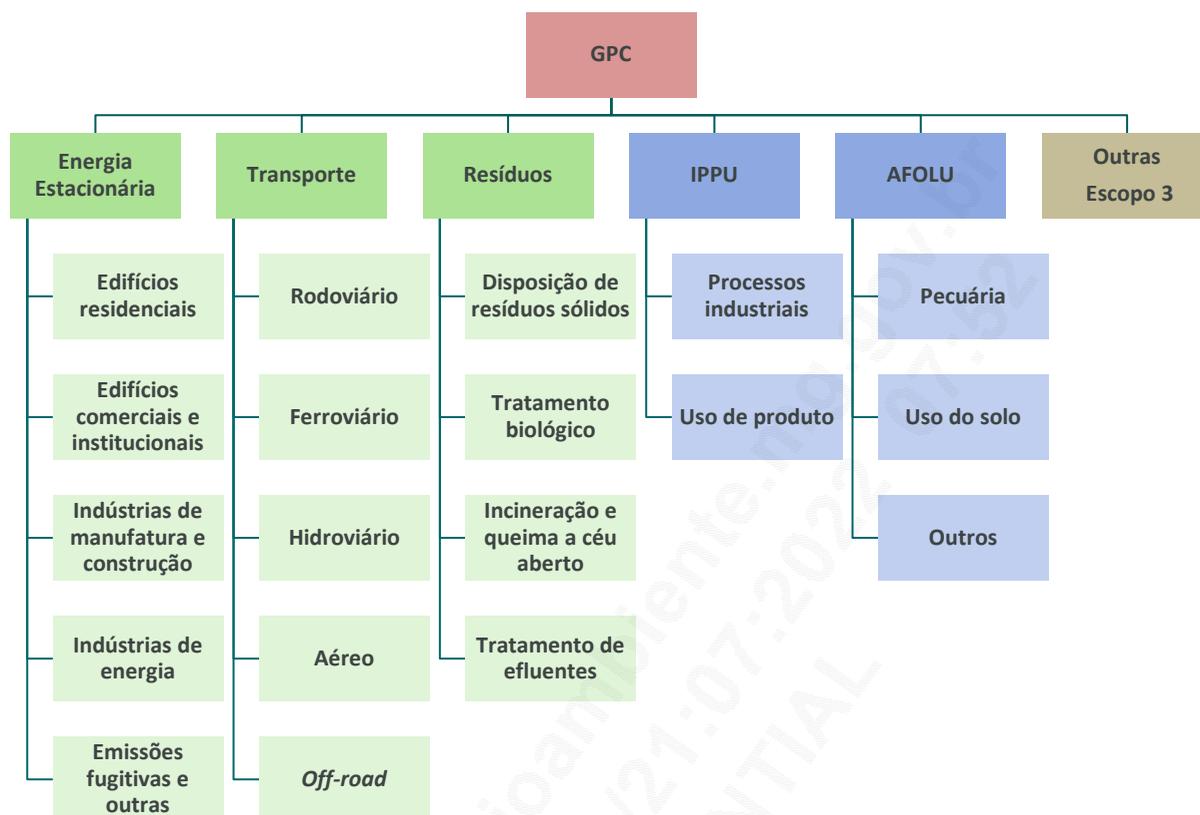
Já os relatos só fazem sentido no âmbito das estimativas em caráter informativo e para gerar insumos para tomada de ação. Quanto à verificação, inventários são verificados seguindo orientações e normativas específicas para tal, que demandam um rigor técnico elevado (no sentido de cumprimento de diretrizes metodológicas específicas) e imparcialidade garantida por verificadores de terceira parte. Para as estimativas de emissões e remoções que serão elaboradas nesse programa, sistemas de verificação de terceira parte são passíveis de acontecer, mas apenas com o objetivo de validação de cálculos, e seguindo diretrizes metodológicas gerais do IPCC ou *GHG Protocol*, quando aplicáveis. É importante ressaltar também que verificações somente são aplicáveis no contexto desse programa para emissões que já ocorreram. Cenários de emissões e remoções futuros somente poderão ser verificados em momentos posteriores, quando as ações de reparação já estiverem sido executadas.

É importante ressaltar que a Vale S/A atualmente já realiza o monitoramento, relato e verificação (MRV) de suas emissões de gases de efeito estufa (Inventário de GEE Corporativo), em base anual, para suas atividades, bem como publica suas emissões no Relatório Integrado e Portal

ESG, dentre outros, e realiza a verificação anual dessas informações por terceira parte. O processo existente tem a finalidade a contabilização e o gerenciamento das emissões da empresa e não tem relação direta com os objetivos desse programa, que tem foco no rompimento e nas ações decorrentes desse evento. No que tange esse programa, caso o resultado do balanço das emissões seja negativo, as diretrizes de mitigação a serem propostas servirão de insumo para que os inventários já realizados pela companhia possam vir a incorporar o monitoramento das ações de reparação.

Dessa forma, o escopo do programa pode ser estabelecido com base nos guias metodológicos do IPCC, GHG Protocol e normas ABNT citadas. No que tange o método para mensuração das emissões e remoções, competência principal desse programa, a metodologia do IPCC divide as fontes emissoras em quatro categorias principais: “Energia”, “Processos Industriais e Uso de Produto”, “Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra” e “Resíduos” (IPCC, 2006). A primeira categoria contempla emissões provenientes, por exemplo, da queima de combustíveis para transporte ou do uso de energia elétrica para alimentação de equipamentos. A segunda contempla emissões do âmbito industrial. A terceira contempla emissões provenientes, por exemplo da fermentação entérica de bovinos ou do desmatamento. A última contempla emissões do tratamento de resíduos sólidos ou efluentes. A Figura 1, a seguir, traz um panorama das possíveis fontes de emissão de gases de efeito estufa por categoria.

**Figura 1 – Possíveis Fontes de Emissão de Gases de Efeito Estufa por Categoria.**



Legenda: A Figura coloca em evidência as fontes de emissão consideradas na Metodologia GPC para inventário de emissões. A sigla GPC (em inglês, Global Protocol on Community-scale GHG Emissions) significa Protocolo Global sobre Emissões de GEE na Escala da Comunidade. A sigla IPPU (em inglês Industries Processes and Product Use) diz respeito às emissões provenientes da fonte Processos Industriais e Uso de Produtos. A sigla AFOLU (em inglês, Agriculture, Forestry and Other Land-Use) diz respeito às emissões provenientes da fonte Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra. A categoria de Energia está dividida na Figura nas classificações “Energia Estacionária” e “Transporte”.

Elaboração: WRI; C40; ICLEI (2020).

Vale destacar que algumas das categorias e fontes mencionadas podem atuar tanto como emissoras de gases de efeito estufa, conforme descrito anteriormente, quanto assumindo o papel contrário, de remoção de carbono atmosférico. O grande exemplo no caso do rompimento da barragem e das ações emergenciais e de reparação é a fonte de “Uso do Solo” na categoria de “Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra”. A supressão de áreas de vegetação, como aconteceu no caso do rompimento da barragem, leva a emissões de gases devido a perda de parte do estoque de carbono através da decomposição. Vale destacar que uma grande parcela dessa vegetação foi recuperada em ações de reparação e está sendo integrada ao processo de gerenciamento de resíduos. Para essa parcela não há emissões associadas. Já ações de reflorestamento, como as que foram planejadas no âmbito do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, promovem o sequestro de carbono atmosférico por meio da fotossíntese da vegetação.

O Quadro 1 elenca exemplos não exaustivos de possíveis fontes de emissão, enquanto o Quadro 2 elenca exemplos não exaustivos de fontes de remoções de gases de efeito estufa da atmosfera, relacionadas ao rompimento da barragem e aos aspectos das ações emergenciais e das ações do Plano de Reparação a serem consideradas dentro do Programa relacionados a cada categoria supracitada. O detalhamento completo das fontes de emissões e remoções será feito em etapa apropriada durante a execução do programa.

**Quadro 1 – Exemplos de fontes de emissão de gases de efeito estufa da atmosfera no âmbito do rompimento e dos aspectos das ações emergenciais e das ações do Plano de Reparação, agrupadas por categoria.**

Categoria	Fonte de emissão	Aspectos do Rompimento e das Ações Emergenciais e das Ações do Plano de Reparação
Energia	Transporte (Uso de combustíveis emissores)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de veículos rodoviários no transporte de matéria prima para construção de estruturas para contenção de rejeitos, estações de tratamento de água fluvial, poços artesianos, nas ações emergenciais;</li> <li>- Uso de veículos de maquinário para construção de estruturas para contenção e manejo de rejeitos;</li> <li>- Uso de helicópteros nas ações emergenciais de busca e resgate;</li> <li>- Uso de veículos rodoviários nas ações emergenciais de disponibilização de água e suprimentos para a população atingida;</li> <li>- Uso de veículos rodoviários nas ações emergenciais de realocação de famílias atingidas e transporte de equipe de atendimento;</li> <li>- Uso de veículos rodoviários nas ações emergenciais de disponibilização de equipes de atendimento à população atingida;</li> <li>- Uso de veículos de maquinário nas ações emergenciais de desobstrução de estradas e demais vias de acesso da população ao centro de Brumadinho;</li> <li>- Uso de veículos rodoviários no transporte de matéria prima para construção de infraestrutura das cidades nas ações de reparação.</li> </ul>
	Energia Estacionária (Uso de energia elétrica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de energia elétrica nas unidades de atendimento da população atingida.</li> </ul>
Agricultura, Silvicultura e Usos da Terra	Uso do Solo (Decomposição de parte da vegetação afetada no rompimento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterações decorrentes do rompimento da barragem e das ações de reparação que resultam em reduções da cobertura vegetal podem gerar emissões de GEE a partir da decomposição da parte de carbono que for incorporada ao solo. Algumas dessas alterações são:</li> <li>- Supressão da vegetação e alagamento de áreas florestais ou de preservação permanente após o rompimento das barragens nas cabeceiras de afluentes do Ribeirão Ferro-Carvão, como córrego Laranjeiras, Olaria, Samambaia etc;</li> <li>- Perda de indivíduos arbóreos isolados.</li> </ul>
Resíduos	Tratamento de Efluentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento de efluente das áreas de canteiros das ações de reparação.</li> </ul>

Categoria	Fonte de emissão	Aspectos do Rompimento e das Ações Emergenciais e das Ações do Plano de Reparação
	Tratamento de Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento de resíduos gerados nas ações emergenciais de atendimento à população atingida;</li> <li>- Tratamento de resíduos gerados em obras de infraestrutura das cidades nas ações de reparação;</li> <li>- Tratamento de resíduos gerados nas obras de estruturas para contenção de rejeitos nas ações emergenciais.</li> </ul>
Outras (Escopo 3)	Bens e Serviços Adquiridos (Insumos para Obras Emergenciais e de Reparação)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de matéria prima para construção de estruturas para contenção de rejeitos, estações de tratamento de água fluvial, poços artesianos, nas ações emergenciais;</li> <li>- Uso de matéria prima para construção de infraestrutura das cidades nas ações de reparação.</li> </ul>

Elaboração: Arcadis, 2022.

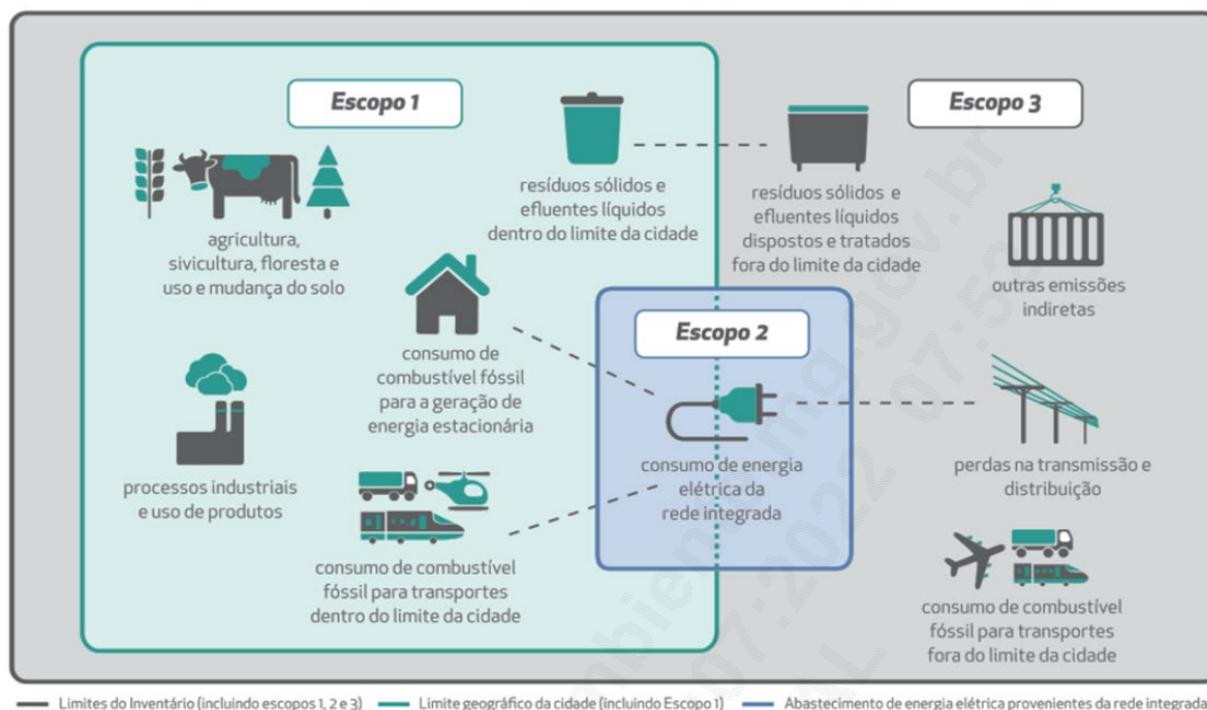
**Quadro 2 – Exemplos de fontes de remoção de gases de efeito estufa da atmosfera no âmbito do rompimento e dos aspectos das ações emergenciais e das ações do Plano de Reparação, agrupadas por categoria.**

Categoria	Fonte de remoção	Aspectos do Rompimento e das Ações Emergenciais e das Ações do Plano de Reparação
Agricultura, Silvicultura e Usos da Terra	Uso do Solo (Reflorestamento de vegetação)	- Ação de reparação para reflorestamento da área atingida pelo rompimento da barragem.

Elaboração: Arcadis, 2022.

Para a metodologia, existe ainda a categorização por escopo, que diz respeito às fronteiras que delimitam as responsabilidades sobre as emissões de gases de efeito estufa. No âmbito de cidades, as responsabilidades são delimitadas de acordo com a demarcação territorial: emissões dentro do limite do território são de responsabilidade direta do local e são classificadas como de Escopo 1; e emissões fora do limite do território, mas que tem relação com o local; são de responsabilidade indireta e classificadas como de Escopo 2 se dizem respeito ao consumo de energia elétrica, ou de Escopo 3 para demais fontes. A Figura 2, a seguir, relaciona os tipos de categorização citados.

**Figura 2 – Relação entre categorização das emissões quanto a fonte emissora e quanto ao escopo.**



Fonte: WRI; C40; ICLEI (2020).

O Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definições de Diretrizes de Mitigação irá contemplar as três categorias de escopos citadas: escopos 1, 2 e 3, referentes a fontes de emissões e remoções de gases de efeito estufa diretas e indiretas provenientes do rompimento da barragem de rejeitos. Dessa forma, a determinação dos limites da estimativa diz respeito a definição das fontes de emissão/remoção de gases de efeito estufa que serão incluídas no escopo do programa, considerando os escopos 1, 2 e 3.

De acordo com a metodologia GHG Protocol, o Escopo 3 pode ser encarado como um grupo de reporte voluntário, mas recomendável. As estimativas de escopo 3 são organizadas entre 15 categorias e em dois tipos: emissões *Upstream* e *Downstream*. Emissões *Upstream* são relacionadas às emissões de fornecedores e emissões *Downstream* são aquelas relacionadas à distribuição e consumo dos produtos. Vale destacar que essas categorias são definidas para serem aplicadas para as empresas e não em programas e projetos. Desse modo, visando obter os melhores resultados para as estimativas de Escopo 3 relacionadas ao programa foram escolhidas as categorias mais relevantes para mensuração, que são: 1 – Bens e serviços comprados e 4 – Transporte e distribuição, ambas do tipo *Upstream*.

Os limites organizacional e geográfico desse programa está previsto para ser definido de forma detalhada na etapa metodológica conforme descrito na descrição das atividades, mas vale ressaltar que esse limite será compatível com as atividades correlatas aos aspectos do rompimento e das ações emergenciais e das ações do PRSA, o que extrapola os limites organizacionais e geográficos da Vale S/A enquanto companhia. Maiores detalhamentos sobre o limite geográfico das estimativas foram incluídos no item 7. Abrangência, público-alvo e atores sociais.

## 5. Inter-relação com outros programas

Este programa será executado pela Vale S/A e contempla ações que viabilizam a realização de estimativa de emissões e remoções de gases de efeito estufa do rompimento e ações decorrentes, além de fornecer diretrizes para futura mitigação de emissões. Para implementação e alcance dos seus objetivos, é dependente dos dados e informações dos demais programas em relação as atividades previstas e que se enquadram como fontes de emissão e/ou remoção de gases de efeito estufa. Com os resultados das estimativas o programa também tem como objetivo gerar diretrizes de mitigação a serem adotadas nas ações de reparação. Desse modo o programa possui interface com todos os programas do PRSA e PCA, conforme detalhado no Quadro 3, a seguir.

**Quadro 3 – Localização do capítulo e códigos dos Planos e Programas que possuem inter-relação com o Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definições de Diretrizes de Mitigação.**

Localização no Cap.3 do PRSA	Programa	Input (insumo) para o Programa de Estimativa	Output (produto) do Programa de Estimativa para outros Planos / Programas
Não se aplica	Todos os programas do PRSA	Fornecimento de dados e informações sobre as atividades enquadradas no escopo como fontes de emissão de gases de efeito estufa.	Diretrizes e ações de mitigação de emissões de gases de efeito estufa.
Código PL-D_P-4	Programa de Revegetação Inicial	Fornecimento de dados e indicadores em relação ao sequestro de carbono (remoção) ocorrido pelo processo de restauração florestal	Não se aplica
Código PL-D_P-3	Programa de Restauração Florestal	Fornecimento de dados e indicadores em relação ao sequestro de carbono (remoção) ocorrido pelo processo de restauração florestal	Não se aplica
Código PL-T_P-2	Programa de Comunicação Social e Relacionamento com a Comunidade	Suporte técnico para a divulgação do desenvolvimento e resultados do programa para os atores sociais e comunidades.	Fornecimento de dados e indicadores em relação ao desenvolvimento e resultados do programa.
Não se aplica	PCA (Programa de Controle Ambiental das Obras Emergenciais)	Fornecimento de dados e informações sobre as atividades enquadradas no escopo como fontes de emissão de gases de efeito estufa.	Diretrizes e ações de mitigação de emissões de gases de efeito estufa.

Elaboração: Arcadis, 2022.

## 6. Legislação e/ou outros requisitos

O Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação não necessita de nenhum requisito legal ou normativa jurídica para sua execução. Seu escopo foi desenvolvido utilizando metodologia reconhecida mundialmente para estimativa de emissões de gases de efeito estufa, o Guia para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (IPCC, 2006) e sua revisão (IPCC, 2019).

Visto a abrangência e a dimensão dos impactos do rompimento e a oportunidade de convergência entre as ações de reparação e de mitigação dos impactos da mudança do clima, é importante verificar se os resultados do Programa estão alinhados com os limites máximos de emissão de poluentes estabelecidos nas Deliberações Normativas do COPAM, com os compromissos do Estado no âmbito do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (FEAM, 2014), e seguem as diretrizes da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) Brasileira (BRASIL, 2020).

Além disso, é fundamental as ações estejam alinhadas com a Estratégia Net-Zero da Vale S/A que inclui os compromissos assumidos pela Vale S/A no sentido de contribuir para reduzir e neutralizar suas emissões de gases de efeito estufa. Dentro desses compromissos estão as metas de redução absoluta de 33% das emissões de escopo 1 e 2 até 2030, com base nos dados de 2017, e a meta de zerar as emissões líquidas de escopos 1 e 2 até 2050. Essas estão alinhadas ao objetivo do Acordo de Paris de limitar o aquecimento global a menos de 2°C, acordo este que também deve dialogar com o Programa (VALE, 2021).

## 7. Abrangência, público-alvo e atores sociais

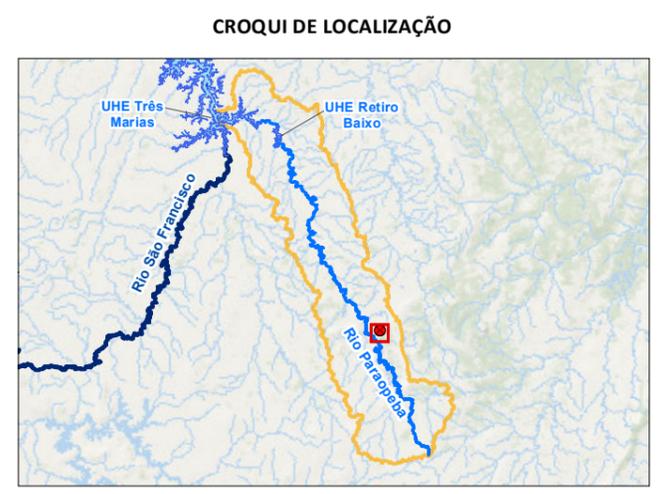
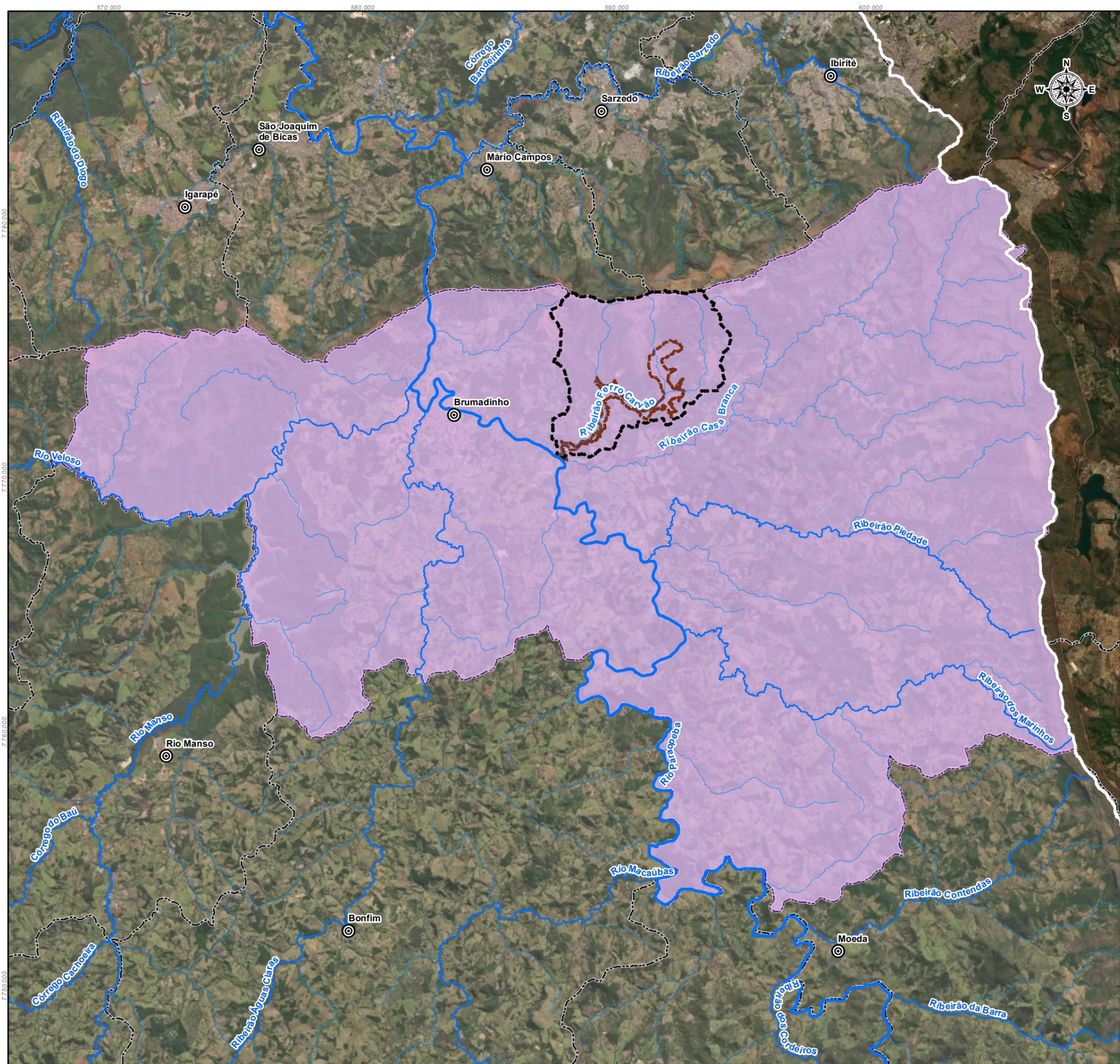
### 7.1. Definição da Área de Abrangência do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação

A abrangência do programa, ou seja, o limite geográfico das estimativas, está relacionada com o território diretamente afetado pela área afetada pelo rompimento da barragem, pelas áreas de atuação das ações emergenciais e das ações de reparação previstas no PRSA.

De forma geral, esse território compreende a parte atingida da bacia do Ribeirão Ferro-Carvão pelo espalhamento do rejeito, bem como as cidades e regiões onde estão desenvolvidas as atividades pós rompimento. No entanto, a delimitação exata do limite geográfico da estimativa será feita durante a execução do programa, pois depende da finalização e aprovação dos demais programas no âmbito do PRSA e da análise das fontes de emissão e remoção gases de efeito estufa prevista na fase de definição do escopo (item 8. Métodos e Ações).

Essa relação pode ser observada, por exemplo, quando tratamos das fontes de emissão e remoção das ações emergenciais e de reparação. A inclusão de uma ação ou não dentro do escopo do programa, impacta diretamente na delimitação do território já que essa ação pode ocorrer ou envolver uma região ou cidade específica. Ao se tratar de emissões de escopo 3 essa relação fica ainda mais clara: emissões de transporte, por exemplo, podem envolver diferentes regiões geográficas. Dessa forma, delimitar um território neste momento pode ser prejudicial aos objetivos do programa, pois pode deixar de incluir locais importantes no contexto de emissões e remoções de gases de efeito estufa.

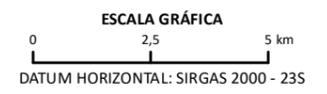
Dessa forma, a área de abrangência apresentada neste documento, trata de uma área preliminar, considerando as áreas de trabalho já conhecidas, como o território diretamente afetado pelo rompimento e das áreas de execução das obras emergenciais e supressão de vegetação. Após a etapa de detalhamento do escopo e análise das demais ações de emissão e remoção de gases de efeito estufa, essa área será complementada. O Mapa 1 a seguir apresenta a área de abrangência preliminar do programa.



**LEGENDA**

- Sede municipal
- Rio Paraopeba
- Rede hidrográfica
- Área de deposição de rejeito
- Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-carvão
- Bacia hidrográfica do Rio Paraopeba
- Área de abrangência do Programa de Estimativas das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Definição de Diretrizes de Mitigação
- Limite municipal

**FONTES:**  
 -IMAGEM: ESRI, 2018; PLEIADES, 2019;  
 -ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A., 2019;  
 -BASE HIDROGRÁFICA: ARCADIS, 2019;  
 -LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2017;  
 -ÁREA DE ABRANGÊNCIA: ARCADIS, 2020



CLIENTE:				
RELATÓRIO:	PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA			
TÍTULO:	ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROGRAMA DE ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES DE MITIGAÇÃO			
SOLICITANTE:	RESP. CARTOGRÁFICO:	VERSÃO:		
G.M	W.H.O.S	<input type="checkbox"/> PRELIMINAR	<input checked="" type="checkbox"/> FINAL	
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:	
52.268	1:150.000	A3	JUN /2022	

## 7.2. Público-alvo

O público-alvo desse programa é a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, vinculada à Secretaria de Meio Ambiente de Estado de Minas Gerais – SEMAD, uma vez que os resultados do balanço de emissões prestarão à avaliação deste órgão sobre a necessidade ou não de ações de mitigação de emissões de gases de efeito estufa.

## 7.3. Atores Sociais

Os atores sociais diretos desse programa são a FEAM e a auditoria ambiental, conforme os papéis dos intervenientes estabelecidos no Acordo Judicial para Reparação Integral (AJRI).

Na fase de elaboração, a FEAM, por meio do Núcleo de Sustentabilidade, Energia e Mudanças Climáticas (NUSEMC), é responsável pela avaliação técnica da proposta, considerando as contribuições e recomendações realizadas pela auditoria técnica ambiental, além das contribuições do Instituto Estadual Florestas – IEF sobre aspectos que possuem interface com a agenda.

Já na fase de acompanhamento da execução, a FEAM atuará avaliando os resultados obtidos do Balanço de Emissões e na tomada de decisões com relação às medidas de mitigação de emissões de gases de efeito estufa. E já a auditoria ambiental tem como responsabilidade acompanhar a execução do programa com vistas a avaliar o atingimento dos objetivos pactuados e dos resultados esperados.

Como ator social indireto tem-se a população dos municípios da área de abrangência do programa e que serão informadas sobre os resultados e desdobramentos do programa com o suporte técnico e canais de comunicação estabelecidos pelo Programa de Comunicação Social e Relacionamento com a Comunidade.

## 8. Métodos e ações

### 8.1. Caracterização

O produto desse programa visa a elaboração de um relatório contendo as estimativas de emissões de gases de efeito estufa, relacionando de forma conclusiva as ações de mitigação e monitoramento necessárias. O trabalho está organizado em três atividades principais. A primeira contempla a definição do método e escopo de estimativa de remoções e emissões de gases de efeito estufa do rompimento e das ações emergenciais e de reparação. A segunda contempla a coleta e sistematização dos dados necessários para realização das estimativas. Já a terceira, a análise dos resultados e elaboração do relatório. Cada atividade se desdobra em objetivos e ações que detalham a forma de realização de cada atividade. O Quadro 4 apresenta o detalhamento das atividades, objetivos e ações necessárias para desenvolvimento do programa.

**Quadro 4 – Atividades, Objetivos e Ações para execução do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.**

Atividades		Objetivos		Ações
1	Definição do método e escopo de estimativa de emissões e remoções	i	Definir as atividades, ações e abrangências	a. Elaboração de cenário de base das emissões das atividades da Mina de Córrego do Feijão e Timbopeba, referente ao período anterior ao rompimento; b. Análise dos estudos de impactos identificados do rompimento, das ações emergenciais, do Plano de Reparação; c. Definição dos limites (fronteira organizacional) e escopos do programa;
		ii	Atualizar bibliografia sobre estimativas de emissões	d. Revisão bibliográfica das metodologias de estimativas de emissão; e. Definição da metodologia a ser utilizada; f. Definição dos parâmetros (ex: fatores de emissão, Tiers de análise) a serem utilizados e dados a serem levantados;
		iii	Estruturar modelos e ferramentas de cálculo	g. Estruturação do modelo de cálculo; h. Validação do modelo com o Sisema.
2	Coleta e sistematização de dados	i	Coletar e analisar dados relevantes	a. Mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo da área impactada pelo rompimento; b. Coleta dos dados de entrada;
		ii	Sistematizar as informações	c. Organização dos dados de entrada; d. Tratamento dos dados de entrada;

Atividades		Objetivos		Ações
		iii	Calcular as estimativas	e. Estimativa das emissões e remoções utilizando o modelo de cálculo formulado; f. Validação e verificação dos resultados pelo Sisema;
		iv	Fazer balanço entre emissões e remoções de GEE	g. Balanço entre emissões e remoções de GEE para obtenção do resultado geral.
3	Análise dos resultados e elaboração do relatório	i	Análise de relevância do impacto das emissões frente ao cenário estadual de emissões	a. Análises descritivas dos resultados (elaboração de gráficos, mapas e tabelas); b. Análise dos resultados frente aos dados de emissões municipais e estaduais anteriores ao rompimento;
		ii	Alinhar os resultados com objetivos e compromissos de mitigação da Vale S/A S/A	c. Análise dos resultados em comparação com a linha de base e no contexto dos compromissos da Vale S/A em consonância com o Acordo de Paris;
		iii	Caso o Balanço de Emissões apresente resultado negativo: Elaborar diretrizes e recomendações para aumento do potencial de mitigação das emissões de GEE das ações de reparação	d. Proposição de ajuste de ações já elaboradas e elaboração de ações adicionais para mitigar as emissões do impacto que não forem neutralizadas com os planos previstos; e. Apontamento de ações chaves para serem acompanhadas em momento posterior ao programa, de maneira a monitorar os resultados de mitigação de emissões que não forem compensadas com os planos e ações previstas; h. Elaboração de relatório. i. Comunicação dos Resultados à comunidade.

Elaboração: Arcadis, 2022.

A primeira atividade se inicia com a elaboração de um cenário de base das emissões e remoções das atividades da Vale S/A, referente ao período anterior ao rompimento, com o objetivo de compreender o panorama inicial da companhia. Antes, da elaboração das estimativas é necessário trazer como uma etapa preliminar o levantamento e análise de todos os impactos e ações executadas e planejadas, para definição dos limites do programa. Esse levantamento será realizado por meio de análise dos dados do rompimento, das ações emergenciais e do Plano de Reparação, além de levantamento bibliográfico.

Para a elaboração das estimativas de emissões e remoções do rompimento e das ações de reparação, será preciso a definição do método e parâmetros específicos de cálculo para cada categoria ou fonte de emissão definidas na primeira etapa do programa. Esse método será baseado nas diretrizes do IPCC de 2006, que são as mesmas utilizadas para a elaboração cálculos de emissões e remoções de gases de efeito estufa de inventários de GEE de países, cidades e empresas. A partir do método proposto serão elaborados modelos de cálculo

personalizados para o caso em questão, que serão testados e validados com dados da literatura. Ao ser concluída esta fase prevê uma etapa de validação junto ao Sisema.

Na segunda atividade é prevista a fase de coleta, análise e sistematização dos dados necessários dentro da metodologia estabelecida, o que será feito utilizando informações e estimativas já desenvolvidas pela Vale S/A. Esses dados coletados ou estimados serão então inseridos no modelo de cálculo criado para que, com os resultados totais, seja feito um balanço de emissões e remoções de gases de efeito estufa que envolvem o rompimento e o Plano de Reparação. Vale ressaltar que serão considerados aqui apenas os gases de efeito estufa considerados pelo *GHG Protocol*. Demais poluentes que não tem potencial de aquecimento não tem correlação direta com a mudança do clima e, portanto, não serão contabilizados e não serão considerados para o balanço no âmbito deste programa.

Os resultados do balanço serão confrontados com os Inventários de Emissões do Estado de Minas Gerais de anos anteriores ao rompimento, e estimativas de emissões dos municípios considerados no escopo da estimativa de anos anteriores ao rompimento, para dimensionar a relevância das emissões decorrentes do rompimento e ações de reparação no cenário local e regional de emissões. Caso não seja possível obter informações estaduais atualizadas por meio de inventários, poderão ser utilizadas estimativas de emissões de órgãos estaduais ou as projeções da Plataforma SEEG Brasil para o estado.

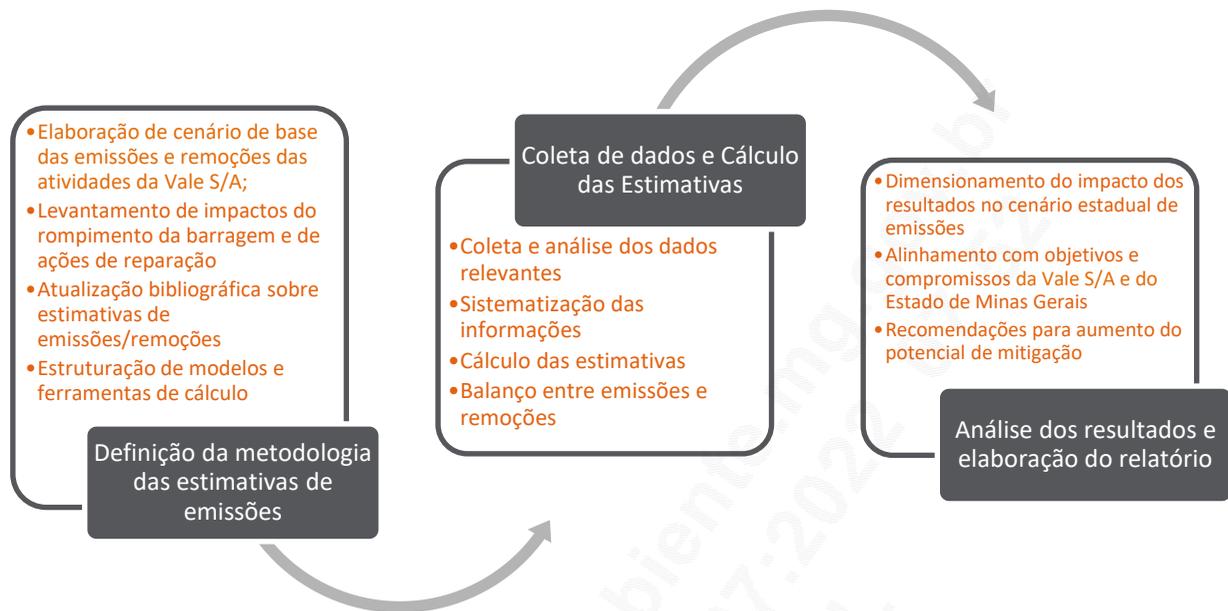
É importante ressaltar que deve ser observada a concordância entre a metodologia utilizada para o cálculo das estimativas e a metodologia utilizada para o cálculo das projeções (caso seja utilizadas), a compatibilidade entre setores e categorias de emissões, além da concordância temporal dos dados. Visto isso, a avaliação desses resultados será conduzida de forma comparar com o cenário base de emissões e remoções das atividades da Vale S/A referente ao período anterior ao rompimento e com os compromissos firmados pelo Estado no âmbito da campanha internacional *Race to Zero*, assim como as diretrizes da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) Brasileira. (BRASIL, 2020).

Posteriormente as ações serão avaliadas segundo o objetivo de potencializar a mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Para isso, será feita a revisão e sugestão de ajuste das ações já elaboradas e sugestões de novas ações. As ações resultantes dessa etapa passarão por um processo de priorização, a fim destacar aquelas que causa mais impacto de mitigação. A metodologia exata a ser utilizada para priorização das ações irá depender das características dessas ações, mas irá envolver etapas de elaboração de indicadores de avaliação das ações (como exemplo pode-se citar o potencial de redução de emissões, o potencial de geração de co-benefícios de adaptação às mudanças climáticas, o custo de execução, entre outros), de cálculo desses indicadores, e de análise quantitativa e qualitativa do resultado dos indicadores.

Como resultado dessa etapa também serão apontadas ações chaves para serem acompanhadas em momento posterior ao programa, de maneira a monitorar os resultados de mitigação de emissões que não forem compensadas com os planos e ações previstas.

A Figura 3 sistematiza as atividades que serão necessárias para execução do programa, assim como os objetivos específicos de cada uma delas.

**Figura 3 – Fluxograma da metodologia do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.**



Elaboração: Arcadis, 2022.

## 8.2. Convergências com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraopeba

O presente programa não apresenta convergências diretas com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraopeba.

## 8.3. Convergências com Termos de Compromisso (TCs) e Termos de Ajustamentos de Condutas (TACs)

O presente programa não está relacionado com TCs e TACs específicos dentro do contexto do rompimento da barragem.

## 9. Acompanhamento e Avaliação

### 9.1. Relatórios de acompanhamento

O Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação será monitorado ao longo de todo o cronograma de execução através de Relatórios de Acompanhamento. Esses relatórios têm o objetivo de avaliar o cumprimento dos objetivos do programa, através da medição e relato de metas e indicadores.

O acompanhamento e avaliação do Programa de Estimativa de Gases de Efeito Estufa (GEE) se dará por meio da plataforma digital do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba, objeto do Capítulo 4. Dessa forma, todo o fluxo de documentos, como envios e controle de versões, dados técnicos e indicadores serão concentrados nesse instrumento e os atores sociais diretos notificados das atualizações.

Para o acompanhamento do desenvolvimento do Programa serão emitidos relatórios de acompanhamento, com periodicidade semestral, contendo o descritivo das ações realizadas no período e apresentação da evolução dos indicadores, de acordo com o descritivo e periodicidade detalhados no item 9.2. Tanto os relatórios quanto os indicadores poderão ser acompanhados e acessados pela plataforma.

Será produzido também um relatório técnico ao final do programa, denominado Balanço das Emissões, com o objetivo de consubstanciar análises e resultados das estimativas realizadas e dar subsídios técnicos para as demais etapas de trabalho. Esse relatório também será disponibilizado na plataforma digital e conterá além da análise informações técnicas em formato de banco de dados.

### 9.2. Metas e indicadores

Para o acompanhamento desse programa foram propostos três indicadores, dois de realização e relacionados às etapas de trabalho do levantamento e computação das estimativas de emissões e remoções e outro indicar de resultado associado à finalização do Balanço de Emissões. Esses indicadores estão diretamente associados ao cumprimento dos objetivos específicos do programa.

Não foram propostos indicadores ou metas associadas aos objetivos específicos de “Subsidiar a proposição ações adicionais para mitigar e/ou compensar as emissões, caso o balanço aponte que as ações de reparação socioambiental previstas são insuficientes” e “Compor arcabouço técnico e quantitativo das emissões e remoções de gases de efeito estufa necessário para apontar ações de reparação chaves para serem inventariadas e monitoradas após execução do programa, de maneira a verificar os resultados de emissão e/ou remoção de GEE dessas atividades frente as estimativas geradas”. Esses objetivos e, conseqüentemente, sua execução, dependem do resultado do balanço entre o total de emissões e remoções derivadas do rompimento, das ações emergenciais pós rompimento e das ações de reparação no território, bem como da avaliação desse resultado frente as emissões de linha de base.

Dessa forma, torna-se inviável, neste momento, o estabelecimento de indicadores e metas de cumprimento para esses objetivos.

O Quadro 5, a seguir, apresenta a descrição dos indicadores e as metas estabelecidas para gestão do programa.

**Quadro 5 – Indicadores de gestão do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.**

Objetivo Específico	Nome do Indicador	Tipo de indicador	Periodicidade de análise	Meta	Referência da Meta
Estimar as emissões de gases de efeito estufa do rompimento por escopo e setor	Emissões de GEE do rompimento	Realização	-	Abranger todas as emissões significativas* relacionadas ao rompimento	Operacional
Estimar as emissões e remoções de gases de efeito estufa das ações emergenciais pós rompimento e das ações de reparação por escopo e setor	Emissões e remoções de GEE das ações emergenciais e de reparação	Realização	-	Abranger todas as emissões e remoções das emissões significativas* das atividades enquadradas nos escopos do programa	Operacional
Promover um balanço entre o total de emissões e remoções derivadas do rompimento, das ações emergenciais pós rompimento e das ações de reparação no território; e Avaliar o impacto do resultado do balanço entre emissões e remoções de gases de efeito estufa nas emissões do Estado de Minas Gerais	Balanço das emissões e remoções	Resultado	-	Realizar o balanço das emissões e remoções de GEE com avaliação de impacto frente ao cenário de linha de base	Operacional

*Legenda: \*Os indicadores fazem a contabilização das emissões significativas dentro do contexto estabelecido. Essas podem ser determinadas seguindo os princípios para elaboração de inventários do GHG Protocol, dentre eles o que estabelece que os resultados devem refletir a escolha de um escopo relevante para o contexto. É importante ressaltar que, visto as características do escopo do programa (mencionadas no item 4), é possível admitir certo grau de incerteza nos dados.*

Elaboração: Arcadis, 2022.

## 9.3. Métodos de cálculo e aferição dos indicadores

### 9.3.1. Indicadores de realização

O indicador de realização *Emissões de GEE do rompimento* será calculado através da divisão do número de emissões significativas geradas pelo rompimento com estimativas (medições) realizadas pelo número total de emissões consideradas significativas ocasionadas pelo rompimento com base na metodologia *GHG Protocol*.

O indicador *Emissões e remoções de GEE das ações emergenciais e de reparação*, também de realização, será calculado através da divisão do número de ações enquadradas no escopo do programa com estimativas realizadas pelo número total de ações enquadradas no escopo do programa.

### 9.3.2. Indicadores de Resultado

O indicador *Balanço das emissões e remoções*, indicador de resultado do programa, será medido a partir da identificação da finalização do balanço de emissões e remoções de GEE e encaminhamentos.

O Balanço das emissões e remoções será considerado finalizado a partir da identificação da apresentação das análises descritas no item 8. Métodos e Ações:

- I. Análise dos resultados frente aos dados de emissões municipais disponíveis, e estadual anteriores ao rompimento;
- II. Análise dos resultados em comparação com a linha de base e no contexto dos compromissos da Vale S/A em consonância com o Acordo de Paris.

O resultado apontado pelo Balanço de emissões e remoções dará subsídios à instituição técnica para deliberar sobre definições posteriores.

## 10. Cronograma e periodicidade das ações

O cronograma do Programa é composto pelas etapas metodológicas descritas no item 8. Métodos e Ações para sua completa execução, contemplando ao longo delas os marcos de entrega e validação pela instituição técnica atribuída na governança estabelecida no processo de reparação pelo acompanhamento do programa.

Importante destacar, que a execução deste programa depende das definições metodológicas dos demais planos, programas e projetos do PRSA para que seja possível estimar as emissões que se enquadram no escopo e remoções.

**Quadro 6 – Cronograma do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.**

Ação	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6
Definição do método e escopo de estimativa de emissões e remoções	X	X				
Coleta e sistematização de dados		X	X	X	X	
Análise dos resultados e elaboração do relatório					X	X

Elaboração: Arcadis, 2022.

Além das etapas metodológicas, estão previstas também a execução de atividades de gestão adaptativa durante o cronograma. Ao longo da execução do programa, a equipe pode se deparar com situações que tornem necessária a revisão dos resultados ou de seu planejamento. Em um levantamento preliminar, pode-se observar duas etapas do cronograma que podem comprometer a execução do programa da maneira como está planejada, são elas a “Estruturação do Modelo de Cálculo” e a “Coleta de Dados de Entrada”. A primeira pode devido à complexidade metodológica que a envolve, e a segunda devido a dependência de agentes externos para a disponibilização de dados.

Outro fator que pode comprometer os resultados do programa como um todo não está relacionado com uma etapa específica, mas sim com o grau de incerteza intrínseco aos dados e informações necessárias para o cálculo das estimativas. As mudanças no comportamento das fontes de emissão e remoção de carbono a medida em que os estudos acerca do rompimento e da região atingida forem sendo conduzidos, e que as ações do Plano de Reparação forem sendo planejadas e executadas, podem trazer a necessidade de atualizações das estimativas, para que essas se aproximem o máximo possível da realidade.

Esses e outros fatores podem ser monitorados através do acompanhamento regular do projeto e das percepções da equipe ao longo da execução. Assim que identificados, ações de revisão de cronograma ou de revisão metodológica devem ser tomadas para a garantia de execução e atingimento dos objetivos do programa.

## 11. Recursos Necessários

Para execução do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação será necessário, além de recursos humanos qualificados para análise e recursos computacionais para manipulação de dados, o acesso a informações sobre as características do local atingido antes e após o ocorrido, e sobre as especificidades do rompimento e das ações executadas, em andamento e planejadas. A maioria desses dados possivelmente já foram ou estão sendo levantados pela Vale S/A e/ou pelas autoridades responsáveis locais e estaduais, visto que já estão em andamento ações de emergenciais e a elaboração de planos de reparação.

Os quadros a seguir detalham os recursos e profissionais necessários para a execução do programa, respectivamente.

**Quadro 7 – Estimativa de material do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.**

Material	Quantidade
Informações espaciais, ambientais, sociais e de infraestrutura dos locais atingidos, anteriores e posteriores ao rompimento	Não se aplica.
Informações específicas sobre o rompimento e consequências diretas e indiretas	Não se aplica.
Recursos computacionais	Não se aplica.

Elaboração: Arcadis, 2022.

**Quadro 8 – Profissionais previstos para execução do Programa de Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa e Definição de Diretrizes de Mitigação.**

Área de formação dos profissionais
Consultor Sênior com experiência e formação voltada para a área de sustentabilidade e mudança do clima.
Consultor Júnior com experiência e formação voltada para a área de sustentabilidade e mudança do clima.

Elaboração: Arcadis, 2022.

## 12. Responsáveis técnicos pela elaboração do programa

A seguir são apresentados os responsáveis técnicos pela elaboração e revisão do programa (Quadro 9 e Quadro 10, respectivamente).

### Quadro 9 – Responsáveis pela elaboração do programa

Nome	Formação	Responsabilidade no programa
Larissa Farnetti	Engenheira Química	Elaboradora
Tiago Cisalpino	Economista	Elaborador
Gabriela De Maria	Gestora Ambiental	Revisora

Elaboração: Arcadis, 2022.

### Quadro 10 – Responsáveis pela revisão do programa

Nome	Formação	Responsabilidade no programa
Fernando Verassani Laureano - Vale S/A	Geólogo	Revisor/aprovador
Domícia Oliveira – Vale S/A	Engenheira Química	Revisor/aprovador
Isabella da Costa – Vale S/A	Engenheira Civil	Revisor/aprovador

Elaboração: Arcadis, 2022.

## 13. Responsáveis técnicos pela execução do programa

Atualmente este programa está em status “não iniciado”, não havendo, portanto, direcionamentos definidos para sua execução.

isabela.tomaz@meioambiente.mg.gov.br  
Portal Brumadinho/21:07:2022 07:52  
CONFIDENTIAL

## 14. Glossário

### Acordo de Paris:

Acordo através do qual foi estabelecida a meta de manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C, com esforços para não ultrapassar 1,5°C. O acordo foi estabelecido em 2015 e desde então foi assinado por 195 países.

### Adaptação às mudanças climáticas:

Ações e estratégias que visam endereçar os efeitos da mudança do clima sob os sistemas ambiental, social, financeiro, etc, ou seja, aumentar a resiliência para reduzir os efeitos dos impactos na sociedade.

### Atores Sociais:

São as pessoas, grupos ou organizações que têm relação com o tema e/ou com o território onde ocorre a ação de um programa/projeto. São considerados atores sociais os representantes do Poder Público, das esferas governamentais, Executivo, Legislativo e Judiciário; de setores econômicos, de universidade e centro de pesquisa, de organização social, representado pelas organizações sociais, organizações não governamentais, sindicatos, associações e cooperativas, comunidades atingidas etc. Na descrição dos Planos e Programas do PRSA poderão ser utilizados outros termos (stakeholders, públicos de interesse, grupos de interesse e partes interessadas) que terão o mesmo entendimento que Atores Sociais.

### Cenários de emissões:

Definidos de acordo com diferentes trajetórias de emissões e concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, representam um conjunto de potenciais consequências climáticas.

### Escopo de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE):

**Escopo 1:** emissões diretas de GEE dentro dos limites estabelecido para cálculo das emissões.

**Escopo 2:** emissões indiretas a partir do consumo de eletricidade, vapor ou calor comprados.

**Escopo 3:** outras fontes de emissões indiretas não incluídas nas emissões de escopo 2 e que ocorrem fora dos limites estabelecidos para cálculo. Emissões de escopo 3 podem incluir atividades relacionadas ao transporte em veículos não pertencentes ou controlados pela entidade relatora, atividades terceirizadas, e gestão de resíduos.

### Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):

Corpo das Nações Unidas responsável pela avaliação científica relacionada à mudança climática, fornecendo análises periódicas sobre os impactos e riscos futuros decorrentes da mudança do clima.

#### Inventário de emissões:

Conjunto de cálculos aproximados de emissões de GEE, oriundas de fontes de emissão associadas à determinados setores em um momento determinado no tempo e fronteira geográfica específica.

#### Mitigação das emissões:

Ações e estratégias que visam endereçar a causa da mudança antrópica do clima, ou seja, reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

#### MRV:

Sigla referente à metodologia de dimensionamento do desafio climático e dos resultados e impactos das ações de enfrentamento, e possibilita o gerenciamento de estratégias de mitigação das emissões. É composta por três etapas fundamentais - Mensuração/Monitoramento, Relato e Verificação. A primeira etapa se refere ao cálculo efetivo das emissões de gases de efeito estufa, a segunda a publicização das informações geradas na etapa anterior de forma transparente e acessível, e a terceira etapa se refere à análise periódica e checagem das informações divulgadas para garantir confiabilidade dos dados.

#### Público-alvo:

É a denominação comumente utilizada para se referir à pessoa física e/ou jurídica a que se destina às ações do programa/projeto.

## 15. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14064:1: Gases de efeito estufa: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14065:3: Gases de efeito estufa: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro, 2007.

BELLARD, Céline; BERTELSMEIER, Cleo; LEADLEY, Paul; THUILLER, Wilfried; COURCHAMP, Franck. **Impacts of climate change on the future of biodiversity.** *Ecology Letters*, v. 15, n. 4, p. 365-377, 2012.

BRASIL. **Paris Agreement: Brazil's nationally determined contribution (NDC).** 2020. Disponível em:

[https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/Brazil%20First%20NDC%20\(Updated%20submission\).pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/Brazil%20First%20NDC%20(Updated%20submission).pdf). Acesso em: 17 fev. 2021.

FEAM. **Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2018. 139 p. Disponível em: [http://pemc.meioambiente.mg.gov.br/images/ConteudoArquivos/Diagnostico/AdaptacaoAsMudancasClimaticas/1pemc\\_estudo\\_vulnerabilidade\\_regional\\_ficha\\_catalografica.pdf](http://pemc.meioambiente.mg.gov.br/images/ConteudoArquivos/Diagnostico/AdaptacaoAsMudancasClimaticas/1pemc_estudo_vulnerabilidade_regional_ficha_catalografica.pdf). Acesso em: 23 jan. 2021.

FEAM. **Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais.** 2014. Disponível em: <http://pemc.meioambiente.mg.gov.br/o-plano/elaboracao>. Acesso em: 17 fev. 2021.

FGV GVces (2022) **CATEGORIAS DE EMISSÕES DE ESCOPO 3 ADOTADAS PELO PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL**

[http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg\\_categorias\\_e3\\_definicoes\\_curta.pdf](http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg_categorias_e3_definicoes_curta.pdf)

IBGE. **Brumadinho.** 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>. Acesso em: 17 fev. 2021.

IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** 2006. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC. **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** 2019. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.

IPCC. **Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.** 2018. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani,

W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)). In Press.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **SEEG Brasil**. 2021. Disponível em: <http://seeg.eco.br/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

PYLES, Mark K. **Examining Portfolios Created by Bloomberg ESG Scores: Is Disclosure an Alpha Factor?** 2020. The Journal of Impact and ESG Investing,

ROCK CONTENT. **5 principais indicadores de projetos para agências**. 2020. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/indicadores-de-projetos/>. Acesso em: 17 fev. 2021.

SKOGEN, Ketil; HELLAND, Håvard; KALTENBORN, Bjørn. **Concern about climate change, biodiversity loss, habitat degradation and landscape change: Embedded in different packages of environmental concern?** Journal for Nature Conservation, v. 44, p. 12-20. 2018.

SOUZA, André Luis Rocha de; ANDRADE, José Célio Silveira; GOMES, Sonia Maria da Silva; TORRES, Rita de Cassia Souza Ribeiro; FARIA, Juliano Almeida de. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA): Ações Empresariais para mitigação das Mudanças Climáticas no Brasil: Uma análise das empresas que fazem parte do Índice Carbono Eficiente (ICO2) e do Programa Brasileiro GHG Protocol**. 2014. Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/142.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2021.

VALE. **Mudanças Climáticas**. 2021. Disponível em: <http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/MudancasClimaticas.aspx>. Acesso em: 03 mar. 2021.

VALE. **Balanco da Reparação**: Dezembro de 2019. Belo Horizonte, 2019. 25 p. Disponível em: [http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/SiteAssets/reparacao/docs/Balanco\\_Reparacao\\_Vale\\_dezembro\\_2019.pdf](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/SiteAssets/reparacao/docs/Balanco_Reparacao_Vale_dezembro_2019.pdf). Acesso em: 23 jan. 2021.

WEF. **The Global Risks Report 2021**. 16. ed. 2021. Disponível em: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2021.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf). Acesso em: 03 fev. 2021.

WRI. **MRV 101: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation**. 2016. Disponível em [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/MRV\\_101\\_0.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/MRV_101_0.pdf). Acesso em 02 de Setembro de 2021.

WRI; C40; ICLEI. **Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: an accounting and reporting standard for cities**. 2020. Disponível em: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP\\_GPC\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC_0.pdf). Acesso em: 02 fev. 2021.

Arcadis Brasil

Av. das Nações Unidas, 12.995 – 14º andar, conjunto 141  
Brooklin Paulista, São Paulo, SP – Brasil – 04578-911  
T: +55 (11) 3117.3171

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