



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA TERRA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

RIO DE JANEIRO
2023

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcio Leal de Menezes

Rio de Janeiro
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

d663a da Silva Araujo, Dafne
ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS /
Dafne da Silva Araujo. -- Rio de Janeiro, 2023.
145 f.

Orientador: Paulo Marcio Leal de Menezes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, 2023.

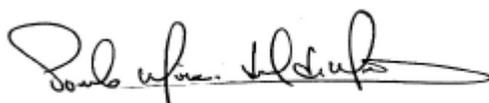
1. Ferrovia Vitória-Minas. 2. Vulnerabilidade
Ambiental. 3. Geoprocessamento. I. Marcio Leal de
Menezes, Paulo, orient. II. Título.

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia

Aprovada em 16/01/2023



Prof. Dr. Paulo Marcio Leal de Menezes (PPGG – UFRJ)



Prof. Dr. Manoel do Couto Fernandes (PPGG – UFRJ)



Marcelino Aurélio Vieira da Silva
Professor PET/Coppe/UFRJ
CPF. 070.764.687-19
SIAPE 1653355

Dr. Marcelino Aurélio Vieira da Silva (COPPE - UFRJ)

Esta pesquisa é dedicada ao meu único e grandioso Deus,
aos meus pais que sempre me orientaram no caminho do
conhecimento e ao meu marido que me apoia em cada
etapa

RESUMO

ARAUJO, Dafne da Silva. **Análise de Risco e Vulnerabilidade Socioambiental ao Longo da Ferrovia Vitória-Minas**. Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023

A Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM), localizada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, possui 905 km de extensão. Atualmente, uma das mais importantes do país, transporta cerca de 1 milhão de passageiros por ano e mais de 119 milhões de toneladas de minério de ferro e 22 milhões de toneladas de produtos diversos por ano. Este estudo traz uma revisão bibliográfica sobre a EFVM para compreender o histórico de acidentes que possam ocorrer, com base nos atributos de suas cargas e infraestrutura encontrada na literatura da concessionária responsável. A fim de compreender como a vulnerabilidade socioambiental da região pode sofrer com um possível acidente ferroviário, a metodologia deste estudo busca, com base nos dados abertos das instituições públicas, identificar as áreas sensíveis da ferrovia. Posteriormente com base nos atributos das cargas transportadas foi realizada uma análise de risco com a simulação do cenário acidental catastrófico com o tombamento de 5 vagões transportando produtos perigosos. Com os resultados dessa análise de risco foi feita uma análise de vulnerabilidade, ou seja, cada fator socioambiental encontrado (exemplo: unidade de conservação ou área indígena) foi considerado uma área sensível da ferrovia. A concentração dessas áreas sensíveis dentro do raio de pior caso encontrado na simulação indicou um trecho vulnerável da ferrovia em que se deve concentrar esforços de pesquisa e de proteção ambiental, além do reforço de medidas de segurança para a mitigação de possíveis acidentes ferroviários nesses trechos. Com o cruzamento desses dados, foi possível obter uma análise qualitativa sobre os prováveis impactos que acidentes ferroviários causariam na região, principalmente no aspecto hidrológico, pois está relacionado a disponibilidade hídrica para a população e a rápida poluição superficial e subsuperficial do meio ambiente. O mapeamento de trechos vulneráveis de ocorrência de acidentes ferroviários contribuirá com avanços nas pesquisas e mitigação desses mesmos acidentes, consequentemente na proteção ambiental da EFVM.

Palavras-chave: Ferrovia Vitória-Minas. Vulnerabilidade Ambiental. Geoprocessamento.

ABSTRACT

ARAÚJO, Dafne da Silva. **Socioenvironmental Risk and Vulnerability Analysis along the Vitória-Minas Railroad**. Rio de Janeiro, 2023. Dissertation (Masters in Geography) - Department of Geography, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023

The Vitória-Minas Railroad (EFVM), located in the states of Minas Gerais and Espírito Santo, is 905 km long. Currently one of the most important in the country, it transports about 1 million passengers per year and more than 119 million tons of iron ore and 22 million tons of various products per year. This study brings a literature review on the EFVM to understand the history of accidents that may occur, based on the attributes of its loads and infrastructure found in the literature of the responsible concessionaire. In order to, understand how the socio-environmental vulnerability of the region could suffer with a possible railroad accident, based on open data from public institutions, the methodology of this study aims to identify the sensitive areas of the railroad. Subsequently, based on the attributes of the cargoes transported, a risk analysis was performed with the simulation of an accidental catastrophic scenario with the overturning of 5 wagons carrying hazardous products. With the results of this risk analysis, a vulnerability analysis was made, that is, each socio-environmental factor found (for example: conservation unit or indigenous area) was considered a sensitive area of the railroad. The concentration of these sensitives' areas within the worst case radius found in the simulation, indicated a vulnerable stretch of the railroad where research and environmental protection efforts should be concentrated, in addition to the strengthening of safety measures for the mitigation of possible railroad accidents in these stretches. With the crossing of these data, it is possible to obtain a qualitative analysis of the probable impacts that railroad accidents would cause in the region, especially in the hydrological aspect, because it is related to water availability for the population and the rapid surface and subsurface pollution of the environment. The mapping of vulnerable stretches of railroad accidents will contribute to advances in research and mitigation of these accidents, consequently in the environmental protection of the EFVM.

Keywords: Vitória-Minas Railroad. Environmental Vulnerability. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação de riscos ambientais, proposta por CERRI (2001).....	20
Figura 2 - Diagrama de causas e consequências para liberação de produto perigoso inflamáveis (CETESB, 2011).....	28
Figura 3 - Árvore de Eventos para liberação de produto perigoso inflamável CETESB, 2011).....	29
Figura 4 - Fluxograma metodológico da pesquisa.....	41
Figura 5 – Mapa da infraestrutura suspensa e subterrânea da ferrovia EFVM.	49
Figura 6 - Mapa dos trechos vulneráveis ao longo da ferrovia EFVM.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Significado dos conceitos utilizados nesse trabalho	22
Tabela 2: Tipos de métodos de análise de risco	23
Tabela 3: Acidentes, impactos e medidas mitigadoras na operação do transporte ferroviário	27
Tabela 4 - Lista de causas específicas para os cenários analisados.	27
Tabela 5: Produção mensal da EFVM de transporte ferroviário de cargas por subgrupo de mercadoria, em toneladas úteis, no ano de 2020.....	34
Tabela 6: Causa e número de acidentes de transporte de cargas na EFVM, de 2011 a 2020	35
Tabela 7: Consequência e número de acidentes de transporte de cargas na EFVM, de 2011 a 2020	35
Tabela 8: Acidentes no transporte de cargas na EFVM, por causa e consequência, durante o ano de 2020	36
Tabela 9 – Lista de substâncias representativas consideradas no estudo.....	39
Tabela 10 - População segundo IBGE (2010 e 2020).....	42
Tabela 11: Quantidade de centros urbanos e rurais segundo IBGE (2019).....	44
Tabela 12: Identificação de sítios arqueológicos.....	46
Tabela 13: Estações de tratamento de água.....	50
Tabela 14: Unidades de conservação e áreas protegidas	54
Tabela 15 – Dados meteorológicos utilizados no estudo	56
Tabela 16: Resultado das taxas de vaporização de cada produto simulado.....	60
Tabela 17: Resultados da análise de risco.....	61
Tabela 18: Níveis de Fluxo de Radiação Térmica e Efeitos esperados em Pessoas e Estruturas.....	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	16
2.1.1. SENSIBILIDADE.....	16
2.1.2. RISCO.....	18
2.1.3. VULNERABILIDADE.....	20
2.2. ANÁLISE DE RISCO.....	22
2.2.1. IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS.....	24
2.3. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE.....	30
2.3.1. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.....	31
3. HISTÓRICO DE ACIDENTES DA EFVM	34
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
5. ÁREAS SOCIALMENTE SENSÍVEIS	42
5.1. POPULAÇÃO.....	42
5.2. CENTROS URBANOS E RURAIS.....	44
5.3. ÁREAS QUILOMBOLAS.....	45
5.4. ÁREAS INDÍGENAS.....	45
5.5. SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS.....	45
5.6. SETORES CENSITÁRIOS.....	47
6. ÁREAS AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS	48
6.1. CORPOS HÍDRICOS.....	48
6.2. ESTRUTURAS FERROVIÁRIAS SOBRE OS CORPOS HÍDRICOS.....	48
6.3. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL.....	50
6.4. POÇOS ARTESIANOS.....	52
6.5. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS.....	52
6.6. DADOS METEOROLÓGICOS.....	56
7. RESULTADOS	57
7.1. ANÁLISE DE RISCO.....	57
7.1.1. GASOLINA.....	57

7.1.2. DIESEL	58
7.1.3. ETANOL.....	58
7.1.4. DERIVADO ESCURO	59
7.1.5. CONDIÇÕES OPERACIONAIS	60
7.1.6. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES.....	60
7.2. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE.....	62
8. DISCUSSÕES	68
8.1. CONSEQUÊNCIAS ESTRUTURAIS.....	68
8.2. CONSEQUÊNCIAS INDIVIDUAIS	69
8.2.1. POTENCIAIS PERIGOS DO ETANOL	69
8.2.2. POTENCIAIS PERIGOS DO DERIVADO ESCURO, GASOLINA E ÓLEO DIESEL	70
8.3. CONSEQUÊNCIAS SOCIAIS	71
8.4. CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS	72
8.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	74
9. CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS.....	79

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa de Áreas Sensíveis

APÊNDICE B – Relatório dos Resultados da Análise De Risco Do Software *EFFECTS*

APÊNDICE C - Mapa de Trechos Vulneráveis

APÊNDICE D – Tabela de Setores Censitários Afetados pelo Cenário de Pior Caso

APÊNDICE E – Relatório Meteorológico de Governador Valadares - MG

1. INTRODUÇÃO

O deslocamento ágil de pessoas e produtos sempre foi algo necessário a economia, conforme o surgimento da máquina a vapor no século XIX, foi possível fazer esse transporte de maneira mais eficiente através da ferrovia. O aumento do volume de produção trouxe a necessidade de transportar as mercadorias para outros mercados consumidores, o que permitiu o investimento de empresários na primeira locomotiva de George Stephenson em 1814 (DNIT, 2019). Logo na segunda metade do século XIX grande parte da Europa já era cortada por trilhos e mais da metade das ferrovias na América estavam localizadas nos Estados Unidos (DNIT, 2019), o que desempenhou um papel fundamental na expansão para o oeste dos Estados Unidos.

No Brasil, o desenvolvimento da produção de café exigia o escoamento rápido da produção e foi o que impulsionou a construção das primeiras ferrovias brasileiras (ARARIPE, 1954). Em 1902 a “Companhia Estrada de Ferro Vitória a Minas” foi idealizada por ingleses, que previam a ligação do porto de Vitória no Espírito Santo com o município de Diamantina em Minas Gerais (ARARIPE, 1954). Utilizando a planície do Rio Doce para se estabelecer, seu principal objetivo era transportar produtos agrícolas das regiões ao longo do vale do Rio Doce, especialmente café (ARARIPE, 1954).

A construção da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), iniciada nos primeiros anos do século XX, foi fator determinante para a alteração da paisagem das regiões do médio e baixo rio Doce, seja pela consolidação de localidades já existentes, que experimentaram um fluxo migratório (sazonal ou definitivo) grandemente ampliado, pela formação de novos núcleos urbanos. Portanto, a construção da linha férrea representa a relação da sociedade e da natureza expressa na paisagem (SANTOS, 2006) em que atendeu às necessidades de transporte da vasta área e contribuiu com o desbravamento histórico do interior do Brasil no processo de colonização e extração de ouro (ARARIPE, 1954).

Inaugurada em 1904 e localizada na região sudeste do Brasil, a Estrada de Ferro Vitória-Minas possui atualmente 905 km de extensão de linha (GOLDER ASSOCIATES, 2008). A ferrovia está inserida nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, ligando as capitais Belo Horizonte a Vitória e atravessa um total de 44 municípios nesses dois estados, considerando as linhas auxiliares.

Até os dias atuais este empreendimento sofre uma série de ampliações, melhorias e modernização da sua infraestrutura. Atualmente, compõe um completo sistema logístico de transporte, interligado às principais rodovias brasileiras ao Porto de Tubarão (Vitória – ES), de forma a propiciar o escoamento da produção de vários estados e transportar insumos até a fonte produtora (GOLDER ASSOCIATES, 2008). Dessa forma, atende as demandas dos setores agrícola e minerário.

A EFVM é a única ferrovia de transporte diário de passageiros a longa distância no Brasil (VALE, 2015). Além disso, promove o transporte de, aproximadamente, 1 milhão de passageiros por ano e mais de 119 milhões de toneladas de minério de ferro e 22 milhões de toneladas de produtos diversos por ano, segundo Vale (2015).

Segundo Vale (2020), a EFVM consiste em duas linhas ferroviárias ao longo de uma distância de 584 km, permitindo deslocamento contínuo em direções opostas, e um ramal de linha única de 304 km, com um total de 9 ramais: Ramal Barra do Riacho (Aracruz), Ramal de Fábrica, Ramal de Capitão Eduardo, Ramal Ouro Branco (Açominas), Ramal de Piçarrão, Ramal de Tubarão, Ramal Cenibra, Ramal de Conceição e Ramal de João Paulo. Além da empresa Vale, a empresa VLI também tem direitos da capacidade de transporte ferroviário na linha da EFVM (VALE, 2020).

Nos dados recentes de Vale (2020) apontaram que em 2019, a EFVM transportou diariamente em média 229,5 mil toneladas métricas de minério de ferro e 59,5 mil toneladas métricas de outras cargas. Segundo a Vale (2020), a ferrovia também transportou cerca de 980 mil passageiros em 2019. Neste mesmo ano, a ferrovia EFVM tinha uma frota de 328 locomotivas e 19.145 vagões, operados pela Vale e terceirizadas (VALE, 2020). A concessão da ferrovia expiraria o prazo de 30 anos em 2027, contudo a Vale (2020) já iniciou antecipadamente o processo de renovação da concessão por mais 30 anos. A extinção do contrato de concessão acarretaria a perda do direito da Vale de explorar exclusivamente o transporte ferroviário de cargas na EFVM, o que representaria a perda do modelo integrado mina-ferrovia-porto necessitando então de contratação de transporte ou de capacidade com o novo concessionário da ferrovia. (VALE, 2020).

A eficiência desse modo de transporte terrestre é reconhecida até os dias de hoje, devido a rapidez em que as mercadorias e pessoas conseguem chegar ao destino. Além disso, é evidente a preponderância da ferrovia, mesmo nas curtas

distâncias das conexões entre metrópoles, pois permitem melhor fluxo de pessoas, evitando a saturação do trânsito urbano.

A estrutura ferroviária brasileira já foi estudada por diversos autores com os mais variados enfoques (estudos ambientais, históricos, de engenharia, entre outros) e recortes (toda a malha ferroviária brasileira, uma única ferrovia, um ramal ferroviário). Contudo, poucos são os estudos especificamente da EFVM com possíveis acidentes nas cargas transportadas e como isso poderia afetar quantitativamente e qualitativamente o seu entorno.

Dessa forma, essa pesquisa busca suprir uma lacuna dentro desse tema que é a falta de uma análise de risco ambiental no EIA da EFVM, associado a falta de uma legislação específica para os riscos acidentes com transporte de produtos perigosos no transporte ferroviário. Para isso, é levantada a seguinte hipótese: Se os acidentes ferroviários da EFVM, gerassem cenários catastróficos, com vazamento de carga perigosa, qual seria a implicação para a natureza e a sociedade ao redor? Ao buscar responder a essa pergunta o presente trabalho tentará trazer algumas respostas e outras implicações a sociedade, como: auxílio na operacionalização da EFVM voltada para a mitigação dos acidentes ferroviários, conseqüentemente na proteção ambiental da ferrovia e na preparação da população e instalações ao redor em caso de acidente.

1.1. Objetivos

Este estudo tem como objetivo analisar a vulnerabilidade dos 44 municípios onde a ferrovia Estrada de Ferro Vitória-Minas está localizada, a partir do risco potencial de acidentes no transporte de cargas perigosas, em especial de combustíveis, e como eles poderiam afetar a sensibilidade local, ou seja, o meio ambiente e população da região.

1.2. Objetivos Específicos

- Analisar o histórico de acidentes da EFVM
- Identificar as áreas sensíveis da região
- Analisar de risco dos cenários acidentais na ferrovia
- Analisar de vulnerabilidade a acidentes ferroviários nas áreas sensíveis

1.3. Descrição dos Capítulos

Primeiramente, o capítulo de Fundamentação Teórica irá abordar os conceitos de vulnerabilidade e risco que são as bases para este estudo, a partir deles serão apresentadas as suas respectivas análises de risco e vulnerabilidade com procedimentos que se tem nessas análises e, também bibliografias recentes que as exemplificam. Além disso, esse capítulo abordará um breve histórico dos acidentes da ferrovia EFVM.

O capítulo sobre metodologia apresenta todos os procedimentos adotados no estudo e como foram elaborados para se alcançar o objetivo o trabalho. Apresentando também um fluxograma metodológico de fácil entendimento para possíveis replicações da metodologia em estudos futuros. Em seguida, os dois capítulos seguintes apresentarão todos os dados secundários coletados de sensibilidade, tanto social quanto ambiental, respectivamente.

O capítulo de Resultados demonstra sucintamente os resultados da análise de risco elaborada (os resultados completos estão no Apêndice B) e os resultados da análise de vulnerabilidade que é complementada pelo Apêndice C. Após a leitura dos resultados obtidos, é possível então discutir os mesmos no capítulo de Discussão, que demonstra as principais consequências dos acidentes com produtos perigosos em ferrovias e como podem afetar as pessoas e o meio ambiente. Por fim, há o capítulo de Conclusão que encerra o estudo retomando o que foi apresentado, destacando pontos importantes da discussão dos resultados e apontando usos futuros dos resultados dessa pesquisa, bem como na replicação de sua metodologia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão vistos os conceitos de sensibilidade, risco e vulnerabilidade que são as bases para este estudo, a partir deles serão apresentadas as análises de risco e vulnerabilidade.

No item de análise de risco será visto como identificar os possíveis cenários acidentais de uma ferrovia, com toda a sua legislação específica para o transporte de produtos perigosos. Já na análise de vulnerabilidade será demonstrado procedimentos e, também bibliografias recentes que as exemplificam como essa análise pode ser feita de diferentes maneiras. Além disso, esse capítulo abordará um breve histórico dos acidentes da ferrovia EFVM, com base nos dados dos relatórios técnicos da concessionária que administra a ferrovia.

2.1. Conceitos e Definições

2.1.1. Sensibilidade

A palavra sensibilidade logo remete a capacidade de perceber sensações físicas pelo corpo humano, como um substantivo do verbo sentir, ou ainda a tendência natural do corpo para reagir a estímulos, como a sensibilidade a dor, por exemplo. Para além da sensibilidade física do corpo humano, há também a sensibilidade emocional de sentir ou experimentar sentimentos diversos.

Esse termo chegou as geociências como um conceito, geralmente associado a outra palavra, tornando-se o conceito de sensibilidade ambiental. Esse conceito remete a sensibilidade humana, no sentido de ser a capacidade de perceber diferentes estímulos, porém é o meio ambiente passa a ser o protagonista, ou seja, como o ambiente pode perceber, reagir ou ser impactado por um estímulo externo ou antrópico.

Avaliando o contexto histórico desse conceito, verifica-se as bases do mesmo na ecodinâmica em que Tricart (1977) ao estudar a estabilidade da morfodinâmica e as interações ecossistêmicas. Nesses estudos Tricart pôde fazer uso de uma lógica metodológica de sistemas para identificar a sensibilidade ambiental no balanço morfodinâmico. Sendo até hoje utilizada na ecodinâmica e no mapeamento de sensibilidade e susceptibilidade ambiental.

Da mesma maneira as pesquisas de Hodge & Gilson (2002) e Sugumaran et al. (2004) tratam a sensibilidade ambiental de forma general, que permite o emprego do conceito de sensibilidade em diferentes situações. Principalmente, no planejamento ambiental sem restrição a um escopo ou ramo de atividade específica. O enfoque dessas pesquisas na sensibilidade ambiental de bacias hidrográficas, torna o mapeamento de sensibilidade uma ferramenta de gestão, possibilitando que sejam definidas as aptidões de cada área com base em critérios mais compreensivos.

Espindola (2009) levantou as metodologias existentes para a elaboração do mapa de sensibilidade ambiental em bacias hidrográficas, baseou-se no levantamento dos critérios utilizados e nos critérios aplicáveis às bacias hidrográficas de pequeno porte. Sua pesquisa demonstrou que este assunto possui limitado referencial teórico no que se refere a aplicações em bacias hidrográficas, estando o volume de trabalhos disponíveis grandemente associados a critérios apenas morfodinâmicos para determinação de índices.

O estudo de caso de Espindola (2009) revelou que, quando se trabalha com critérios múltiplos, qualquer estudo de sensibilidade ambiental pode ser adaptado, permitindo inclusive o enfoque orientado às características, percepções e necessidades da sociedade local. Seu trabalho destaca que, se por um lado existem referências que permitem a inclusão de novos critérios na elaboração do mapa de sensibilidade ambiental para Bacias Hidrográficas, por outro, a disponibilidade de dados é um fator limitante. Isto tanto em relação à disponibilidade propriamente dita, quanto à escala apropriada ao estudo.

Na mesma linha, Fernandes (2008) realizou uma avaliação ambiental integrada na bacia hidrográfica do rio Benedito em Santa Catarina, para auxiliar no processo de licenciamento de pequenas centrais hidrelétricas, a fim de identificar as áreas que seriam menos impactadas. Este estudo de caso ilustra a consideração de critérios não apenas morfodinâmicos nos mapeamentos de sensibilidade. E que também a consideração de outros fatores pode indicar a sensibilidade do local, já que esses fatores já são vistos como áreas de proteção pelo governo e instituições responsáveis, como é o caso das unidades de conservação, corredores ecológicos, reservas indígenas, áreas de interesse turístico e paisagístico, parâmetros de qualidade da água, dentre outros, acrescentam atributos ambientais e socioeconômicos na determinação da sensibilidade ambiental.

O conceito de sensibilidade também pode ter outras aplicabilidades, um grande exemplo disso são os mapas de sensibilidade litoral ao derramamento de óleo, com uma metodologia bastante difundida na área de mapeamento de sensibilidade ambiental. No Brasil, esta metodologia também aborda a elaboração de um índice conhecido como Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), instrumento pelo qual é empregado como fonte de informação na confecção das Cartas de Sensibilidade Ambiental ao derramamento de Óleo - Cartas SAO (MMA, 2002). As cartas SAO são recursos iniciais de informação ao planejamento de contingência e para a implementação de ações de resposta em caso de acidentes com óleo, admitindo assim a localização dos ambientes com necessidade de proteção, como também as áreas já manifestadas pelo derrame, garantindo desta forma o deslocamento adequado das possíveis soluções e a movimentação correta dos grupos de limpeza e contenção.

2.1.2. Risco

O conceito do termo risco é motivo de discussão desde a década de 1970, atualmente a ISO (International Organization for Standardization) publicou a NBR ISO 31.000 para a gestão de riscos que especifica uma definição para a palavra risco: “efeito da incerteza nos objetivos” (ABNT, 2009). Apesar de ser uma definição sucinta do termo, a norma atribui que a palavra nessa ocasião significa um desvio positivo ou negativo em relação ao esperado. Dessa forma, pode-se refletir sobre a probabilidade de tais objetivos desejados terem um efeito positivo ou negativo.

Nessa perspectiva, sob o aspecto ambiental e antropológico, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) cunhou sua definição de risco para fins de normatização de Estudos de Análise de Risco para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, como: “Medida de danos à vida humana, resultante da combinação entre frequência de ocorrência de um ou mais cenários acidentais e a magnitude dos efeitos físicos associados a esses cenários” (CETESB, 2011) Esta definição leva em consideração a consequência sobre a vida humana e os efeitos físicos sobre meio ambiente ou estruturas construídas.

Segundo o clássico guia das análises de risco de Spouge (1999), o conceito de risco é as vezes definido como o produto da probabilidade e da consequência de

acidentes. E pode ser definido, segundo o autor como a probabilidade da ocorrência de um evento adverso, em circunstâncias e período específicos.

Contudo, o autor ainda diferencia o termo risco de perigo e de ameaça (do inglês *danger* or *hazard*), quando mesmo sendo ambos os conceitos opostos a palavra seguro ou segurança, o perigo estaria mais atrelado a um termo mais recente e coloquial, enquanto risco já é um termo científico, utilizado a mais de 300 anos e que se refere a probabilidade de um perigo específico de acontecer (SPOUGE, 1999).

Atualmente o conceito de risco é amplamente utilizado, não apenas coloquialmente como Spouge (1999) em que o termo é usado no cotidiano popular sem intenção científica, mas também passa a ser usado associado a outros termos para gerar novos conceitos (por exemplo: risco ambiental, sociedade do risco, entre outros).

Ao pensar em uma ameaça geoambiental é possível analisar diversos riscos atrelados e potencialmente perigosos. Cerri (2001) divide os tipos de risco em ambiental (ou natural) e antrópico (Figura 1), como o primeiro sendo os riscos atmosféricos, geológicos, hidrológicos, biológicos, dentre outros aspectos ambientais. Já o risco antrópico, inclui os riscos para a sociedade (explosões, mortes, feridos) e para a infraestrutura (colisão de veículos, destruição de casas e edifícios, dentre outros).

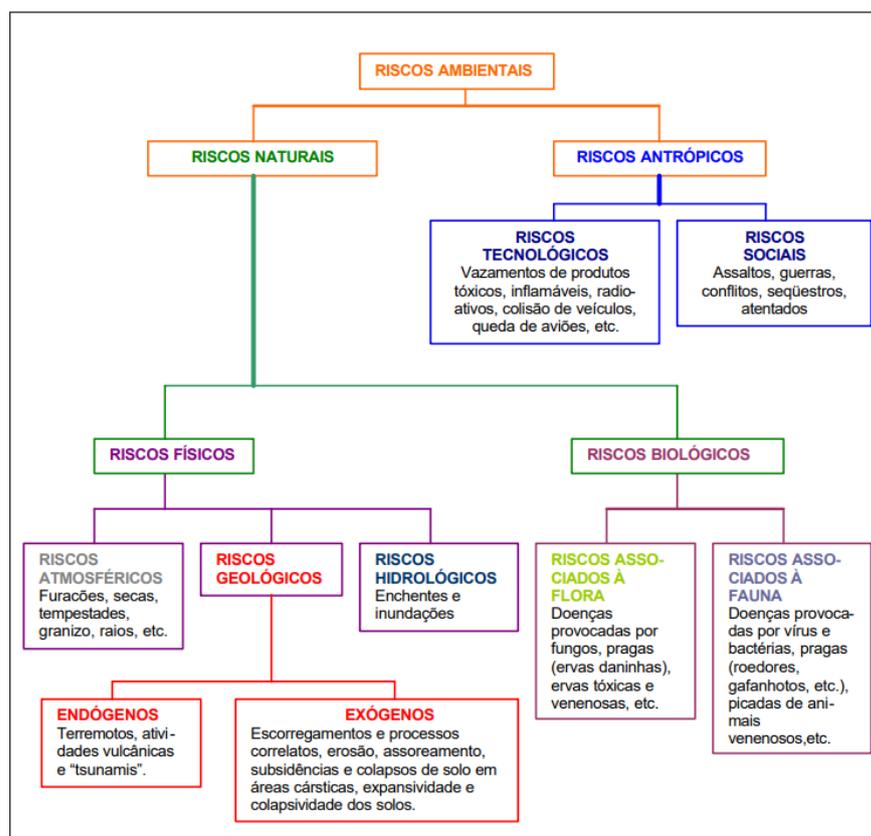


Figura 1 - Classificação de riscos ambientais, proposta por CERRI (2001)

Levando em consideração esses dois conceitos de risco e de vulnerabilidade, é possível compreender ambos em sua totalidade e como estão intimamente ligados pois a vulnerabilidade de uma sociedade já está pautada antes mesmo que o um acidente aconteça, assim como o risco desse desastre acontecer já pode ser previsto e mensurado antes do acidente. Trazendo então a necessidade de análise prévia da vulnerabilidade que por sua vez traz a necessidade de uma análise do risco iminente para mensurar o quanto a vulnerabilidade é latente, sendo assim, essas análises podem gerar uma melhor gestão e preparação da sociedade para possíveis acidentes. Entretanto, a recíproca é verdadeira, se não houver o gerenciamento e análises de risco e vulnerabilidade apropriadas o feedback negativo se dará e continuaremos tendo cenários acidentais e catastróficos eminentes sendo negligenciados previamente e apenas tomando medidas reparadoras das consequências após a ocorrência das mesmas.

2.1.3. Vulnerabilidade

Segundo a definição da Defesa Civil Nacional (CASTRO, 2007) o conceito de vulnerabilidade pode ser definido como a forma com que "a magnitude do evento ou

acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança.”

Portanto, é possível estabelecer uma relação entre a magnitude de um acidente e a intensidade de seus danos. Esta definição do conceito traz consigo um enfoque no acidente, porém, segundo Malgwi, *et al.* (2020) esse termo também pode se referir a comunidades com baixa resistência aos impactos de desastres ambientais. Nesse sentido, o conceito passa a se referir a vulnerabilidade social, econômica, física, ambiental, institucional e cultural, todas estão interconectadas e afetam a população (MALGWI; FUCHS; KEILER, 2020).

Conforme também trata a Organização Mundial da Saúde que considera a vulnerabilidade como um fator que demonstra a incapacidade do indivíduo ou da população de antecipar, lidar ou se recuperar dos impactos de desastres sofridos (OMS, 2002). Não há uma definição universal do termo, porém o conceito de vulnerabilidade pode ser interpretado como a integração da noção de propensão ao perigo e de resiliência (OMS, 2002; KIM; JEONG; CHUNG, 2021).

O termo vulnerabilidade na geografia foi inicialmente tratado por Kruijf e Schouten (1987), como a incapacidade de lidar com fatores naturais ou antrópicos que causem degradação ao geocossistema, baseando-se nas forças da natureza necessárias para que se mantenham as suas características essenciais. Posteriormente, nas geociências o conceito começa a se referir aos impactos naturais e econômicos na população devido a acidentes e desastres (WISNER, 1993).

Vulnerabilidade é um conceito amplamente utilizado de maneira interdisciplinar como pelas seguintes áreas do conhecimento: mudanças climáticas, planejamento urbano, segurança cibernética, gestão costeira, entre outros (KIM; JEONG; CHUNG, 2021). Diferentes áreas de estudo tentam entender a vulnerabilidade como um passo a redução do risco a desastres ambientais (MALGWI; FUCHS; KEILER, 2020). É aplicado especialmente nos estudos e gestão de risco a desastres, sua aplicação vai desde os fatores que influenciam diretamente o incidente até os que influenciam indiretamente (KIM; JEONG; CHUNG, 2021).

O estudo de tendências de pesquisa do conceito de vulnerabilidade de Kim, Jeong e Chung (2021) demonstra que nos estudos de vulnerabilidade dos últimos 20 anos estão majoritariamente associados aos termos: meio ambiente, mudanças climáticas, adaptação, resiliência e risco. O estudo também traz o interessante fato que após o ano de 2001 o termo “terrorismo” começou a aparecer associado a vulnerabilidade (KIM; JEONG; CHUNG, 2021), demonstrando o maior interesse das pesquisas sobre a vulnerabilidade da população mundial após o atentado de 11 de setembro.

Atualmente o conceito de vulnerabilidade na geografia vem sendo amplamente utilizado nos estudos ambientais e populacionais. No geral, os três conceitos andam sempre associados, a eles mesmos ou a outros, nos estudos geográficos recentes, tratando por exemplo, da vulnerabilidade social ligada a uma sensibilidade da população a doenças ou da vulnerabilidade ambiental associada ao risco de desmoronamento de encostas. Esses são apenas alguns exemplos da aplicabilidade dos conceitos e cada um dos conceitos aqui abordados tem múltiplos significados, por isso é sintetizado na Tabela 1, modificada de MENEZES (2000), a definição de cada um e qual definição será abordada nesta pesquisa.

Tabela 1: Significado dos conceitos utilizados nesse trabalho

Termo	Conceito Associado
Sensibilidade	Como o ambiente pode perceber, reagir ou ser impactado por um estímulo antrópico ou não (TRICART, 1977)
Risco	Pressupõe o impacto de uma perturbação sobre a paisagem (COELHO NETTO, 2000)
Vulnerabilidade	Incapacidade de lidar com fatores naturais ou antrópicos, que causem degradação ao geoecossistema (KRUIJF & SCHOUTEN, 1987)

Fonte: modificado de Menezes (2000)

2.2. Análise de Risco

A partir do conceito de risco abordado, é possível observar diversas metodologias de análise desses riscos acidentais. Essas metodologias de análise de riscos são utilizadas para organizar as informações sobre riscos com o objetivo de reduzir a imprevisibilidade dos acidentes. Segundo CETESB (2011), algumas dessas metodologias podem ser classificadas entre qualitativas e quantitativas como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Tipos de métodos de análise de risco

Métodos Qualitativos	Métodos Quantitativos
Análise por Árvore de Falhas (AFF)	
Análise Preliminar de Perigos/Riscos (APP/APR)	Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
Análise de Riscos e Operabilidade (HAZOP)	Análise por Árvore de Eventos (AAE)
Análise de Modos e Efeitos de Falhas (FMEA)	Análise Quantitativa de Riscos (AQR),
<i>What-if</i> (E se)	
Lista de Verificação ou Checklist	

Fonte: CETESB (2011)

A fim de estimar a frequência de ocorrência de cenários acidentais (CETESB, 2011), uma análise quantitativa que poderia melhor satisfazer essa necessidade seria a metodologia de Análise por Árvore de Eventos. A estrutura geral dessa técnica se baseia no desencadear de um evento inicial com a liberação de uma substância para o ambiente, em seguida algumas condições de ignição e explosão ordenadas e eventos finais resultantes, também conhecidos como tipologias acidentais, que são os diversos tipos de consequências que podem ocorrer após um cenário acidental real (CETESB, 2011).

No caso do transporte ferroviário uma das maiores causas dos riscos ambientais e antrópicos é o transporte de produtos perigosos. Segundo a ANTT (2016), em sua resolução número 5.232, todo produto perigoso é “o produto que tenha potencial de causar dano ou apresentar risco à saúde, segurança e meio ambiente”. Como mostra a Tabela 3 um dos maiores impactos desse tipo de transporte é a ocorrência de explosão e da contaminação do meio ambiente. Segundo a portaria nº 204 de 1997 do Ministério dos Transportes que se baseia nas Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos das Nações Unidas de 1991 para estabelecer a seguinte classificação de produtos perigosos (BRASIL, 1997):

“Classe 1 - EXPLOSIVOS

Classe 2 - GASES, com as seguintes subclasses:

Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis;

Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não-tóxicos;

Subclasse 2.3 - Gases tóxicos.

Classe 3 - LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS

Classe 4 - Esta classe se subdivide em:

- Subclasse 4.1 - Sólidos inflamáveis;
- Subclasse 4.2 - Substâncias sujeitas a combustão espontânea;
- Subclasse 4.3 - Substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.
- Classe 5 - Esta classe se subdivide em:
 - Subclasse 5.1 - Substâncias oxidantes;
 - Subclasse 5.2 - Peróxidos orgânicos.
- Classe 6 - Esta classe se subdivide em:
 - Subclasse 6.1 - Substâncias tóxicas (venenosas);
 - Subclasse 6.2 - Substâncias infectantes.
- Classe 7 - MATERIAIS RADIOATIVOS
- Classe 8 - CORROSIVOS
- Classe 9 - SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS DIVERSAS.”

Portaria nº 204/MT, de 26/5/97 (Brasil, 1997)

2.2.1. Identificação dos cenários acidentais

Segundo a Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA (1978 apud Ribeiro *et al.* 2011) uma ocorrência ferroviária pode ser classificada em: acidentes, avarias, irregularidades e anormalidades. Acidente ferroviário é a ocorrência que atinge diretamente trens e veículos ferroviários, causando paralisação total ou parcial do tráfego, só são consideradas acidentes quando há danos em pessoas, veículos e/ou trens, às instalações, à via permanente, ao meio ambiente, aos animais, a obras de arte ou quando ocorrer a paralisação do tráfego (RFFSA 1978 apud Ribeiro *et al.* 2011). São apresentadas a seguir os principais tipos de acidente ferroviário:

- Descarrilamento: acidente no qual uma ou mais rodas do veículo ferroviário saltam do boleto do trilho.
- Tombamento: acidente caracterizado pela queda total do veículo ferroviário.
- Adernamento (semi-tombamento): acidente caracterizado pela queda parcial do veículo ferroviário.
- Colisão: acidente resultante de impacto indevido de veículo ferroviário contra um obstáculo à sua livre circulação.
- Abalroamento: colisão de veículos ferroviários ou trens, circulando ou manobrando, com qualquer obstáculo, exceto outro veículo ferroviário.
- Choque: colisão de veículos ferroviários ou trens circulando no mesmo sentido, na mesma via, podendo um deles estar parado.

- Encontro: colisão de veículos ferroviários ou trens circulando em sentidos opostos na mesma via, podendo um deles estar parado.
- Esbarro: colisão de veículos ferroviários ou trens circulando ou manobrando em vias distintas, podendo um deles estar parado.
- Explosão: acidente ferroviário ocorrido por explosão em trem ou veículo ferroviário.
- Incêndio: acidente ferroviário ocorrido por incêndio em trem ou veículo ferroviário.
- Atropelamento: Acidente que ocorre quando um trem ou veículo ferroviário vai de encontro a pessoas e/ou animal, provocando lesão ou morte.

Após a mudança da RFFSA para a privatização das estradas de ferro e a regulação da Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, a classificação de acidentes ferroviários passou por certas mudanças como nas categorias de classificação da natureza do acidente que não são tão detalhadas como pela RFFSA, contudo, afirma a necessidade da concessionária responsável deve formalizar uma comunicação à ANTT no prazo máximo de 24 horas, informando a natureza, causa e gravidade do acidente ferroviário. O artigo 2º da Resolução nº 1.431¹ aborda os seguintes procedimentos para a comunicação de acidentes ferroviários:

[...] considera-se acidente ferroviário a ocorrência que, com a participação direta de veículo ferroviário, provocar danos a este, a pessoas, a outros veículos, a instalações, a obras-de-arte, à via permanente, ao meio ambiente e, desde que ocorra paralisação do tráfego, a animais.

[...] Não será considerado acidente ferroviário a ocorrência que envolva colisão de veículo ferroviário com cadáver exposto na via férrea.
(ANTT, 2006)

Na classificação quanto à natureza dos acidentes ferroviários a ANTT determina apenas as seguintes classes: atropelamento, colisão, abalroamento, explosão, incêndio e descarrilamento. De forma a simplificar as três categorias da RFFSA para colisão (encontro, esbarro ou choque).

Os acidentes ferroviários devem ser classificados quanto às seguintes causas, segundo o Artigo 3º da Resolução nº 1.431 (ANTT, 2006): falha humana, via permanente, material rodante, sistemas de telecomunicação, sinalização e energia, atos de vandalismo e casos fortuitos ou de força maior.

¹ A resolução nº 5.902 de 21 de julho de 2020 (ANTT, 2020b) estabelece novas definições sobre a Resolução 1.431 (ANTT, 2006), contudo, para esta pesquisa os dados coletados foram anteriores a 2020 em que ainda estava em vigor a resolução anterior, por isso a apresentação de suas definições.

Quanto a gravidade, os acidentes ferroviários podem ser classificados segundo as vítimas, interrupção no tráfego, prejuízo material, danos à população e ao meio ambiente. Como mostra o artigo 4º da Resolução 1.431 a seguir:

Art 4º Considera-se acidente ferroviário grave aquele que envolve o transporte ferroviário de passageiros, de produtos perigosos, conforme Decreto nº 98.973/90 e Resolução ANTT nº 420/04, ou acarrete uma das seguintes consequências:

I - morte ou lesão corporal grave que cause incapacidade temporária ou permanente à ocupação habitual de qualquer pessoa.

II - interrupção do tráfego ferroviário:

a) por mais de 2 (duas) horas em linhas compartilhadas com o serviço de transporte ferroviário urbano de passageiros;

b) por mais de 6 (seis) horas no serviço de transporte ferroviário de passageiros de longo percurso ou turístico;

c) por mais de 24 (vinte e quatro) horas em linhas exclusivas para o transporte de cargas;

III - prejuízo igual ou superior a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais);

IV - dano ambiental; e

V - outros danos de impacto à população atingida.

§ 1º O valor de que trata o inciso III deste artigo sofrerá reajuste, a ser aprovado pela ANTT, pela variação do IGP-DI, da Fundação Getúlio Vargas e, no caso de sua extinção, pelo índice oficial que o Governo Federal vier a indicar.

§ 2º Para cálculo dos prejuízos causados por acidentes ferroviários, para efeito desta Resolução, deverão ser computados, apenas, os custos diretos resultantes do acidente, tais como os de pessoal de socorro, da recuperação ou substituição de material rodante acidentado, da recuperação da via permanente, mercadorias

avariadas ou perdidas, baldeação e remoção de passageiros e outros de caráter emergencial diretamente ligados à ocorrência.

(ANTT, 2006)

No transporte ferroviário é possível prevenir alguns dos tipos mais comuns de acidentes ferroviários. Na Tabela 3 são apresentados os possíveis acidentes ferroviários localizados na linha férrea e outras situações emergenciais que podem ocorrer na mesma, bem como seus possíveis impactos e as medidas mitigadoras a serem aplicadas com o intuito de reduzir as suas consequências (DALEPRANE, 2007).

Tabela 3: Acidentes, impactos e medidas mitigadoras na operação do transporte ferroviário

Situação emergencial ²	Possíveis impactos	Medidas mitigadoras
1. Descarrilamento do trem 2. Colisão entre composições 3. Explosão e/ou incêndio, devido vazamento de produtos inflamáveis 4. Avaria no vagão e/ou locomotiva 5. Atropelamento de pessoa ou animal na linha 6. Falta de comunicação com o Centro de Controle das Operações 7. Queda da mercadoria na região atingida pelo acidente 8. Saque da mercadoria por pessoas da comunidade 9. Poluição dos corpos hídricos devido ao vazamento de tanques ou despejo de efluentes 10. Excesso de herbicida lançado no meio ambiente no momento da capina na linha férrea 11. Poluição atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> • Morte, esmagamento de homens ou animais (1/2/3/5/7/10) • Contaminação do solo, lençol freático (meios físico e biótico) e da área urbana (meio antrópico) (1/2/3/7/9/10/11) • Morte de organismos como peixes e quaisquer outras formas animais e vegetais (1/2/3/7/9/10/11) • Fuga de animais da região atingida (1/2/3/7/9/10/11) • Em caso de produtos perigosos, risco de explosão e contaminação dos meios físico, biótico e antrópico (1/2/3/4/7/8/9/11) • Interrupção do trânsito (1/2/3/5/7/8) • Nuvens de poeira causando doenças pulmonares (3/7/10/11) • Interrupção do abastecimento de água da região (3/7/9/10) • Dificuldade de comunicação entre o trem e o CCO prejudicando, por exemplo, o aviso sobre algum acidente ao longo do trecho (6) 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar e classificar a emergência (1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11) • Avisar imediatamente ao Centro de Controle das Operações sobre o acidente e manter contato sobre a evolução dos acontecimentos (1/2/3/4/5/7/8/9/10/11) • Utilização de EPI apropriado para a situação (1/2/3/4/7/10/11) • Prestar primeiros socorros às vítimas, afastando-as para local seguro (1/2/3/5/7/10/11) • Isolar o local (1/2/3/5/7/9/10/11) • Solicitar a retirada da população próxima, caso exista risco (1/2/3/7/9/10/11) • Acionar parcerias locais caso necessário (1/2/3/5/7/8/9/10/11) • Restabelecer sinalização, caso interrompida (1/2/3/7) • Instalar equipamentos de comunicação e iluminação no local do acidente (1/2/3/7) • Afastar para local seguro parte do trem não atingida pela ocorrência (1/2/3/8) • Identificar tipo do produto (3/7/9/11) • Interromper vazamentos de forma que se possa prosseguir viagem até a próxima estação (3/4/7) • Avisar a próxima estação através de outros meios, como telefone, pessoalmente etc. (6)

Fonte: DALEPRANE, 2007 (modificado)

Segundo FRA (2020) e CCPS (1994), as causas específicas associadas ao evento de liberação de produto perigoso inflamável estão associadas tanto a aspectos técnicos quanto aspectos comportamentais. A **Tabela 4** apresenta as principais causas associada a este tipo de cenário segundo os bancos de dados consultados.

Tabela 4 - Lista de causas específicas para os cenários analisados.

Perigo	Causa	Consequência
Vazamento de Produto Perigoso Inflamável	Falha Estrutural em Tanques e Vagões devido a: Corrosão; Fatores Humanos (falha na execução de procedimentos e regras); Vandalismo/ Sabotagem.	Incêndio; Explosão; Dispersão de Produto Perigoso com danos ambientais.

² Os números apresentados nas colunas dos possíveis impactos e das medidas mitigadoras referem-se a cada situação emergencial

Tabela 4 - Lista de causas específicas para os cenários analisados.

Perigo	Causa	Consequência
	Acidente ferroviário devido a: Fatores Humanos (falha na execução de procedimentos e regras); Falha estrutural nos trilhos e/ou de infraestrutura; Falhas mecânicas na locomotiva; Colisão em cruzamentos; Vandalismo/ Sabotagem.	Incêndio; Explosão; Dispersão de Produto Perigoso com danos ambientais.

Fonte: FRA, 2020 e CCPS, 1994 (modificado)

Para o desenvolvimento do presente estudo foram considerados cenários acidentais cujo evento topo está associado a liberação de produtos perigosos inflamáveis. A **Figura 2** apresenta, de maneira simplificada, as causas relacionadas a liberação de produto perigoso (lado esquerdo do diagrama) e as consequências avaliadas nesse estudo (lado direito do diagrama).



Figura 2 - Diagrama de causas e consequências para liberação de produto perigoso inflamáveis (CETESB, 2011)

Essas consequências segundo CETESB (2011) são definidas como:

- **Incêndio em poça** - Fenômeno que ocorre quando há a combustão da camada evaporada de líquido inflamável junto à base do fogo.

- **Incêndio de nuvem** - Incêndio de uma nuvem de vapor onde a massa envolvida e o seu grau de confinamento não são suficientes para atingir o estado de explosão.
- **Explosão de nuvem de vapor** - Explosão de uma nuvem de vapor inflamável ao ar livre.

Para a determinação dos possíveis desdobramentos e consequências relacionados à liberação de produto perigoso inflamável foi utilizada uma Análise de Árvore de Eventos (AAE). Esta técnica consiste em um procedimento indutivo, que começa com o evento iniciador (liberação de produto perigoso inflamável) e as suas consequências são avaliadas de maneira binária a partir de determinados acontecimentos/ condições. Cada acontecimento/ condição cria um caminho que pode resultar em diferentes consequências. A Figura 3 apresenta a Árvore de Eventos desenvolvida para este estudo.

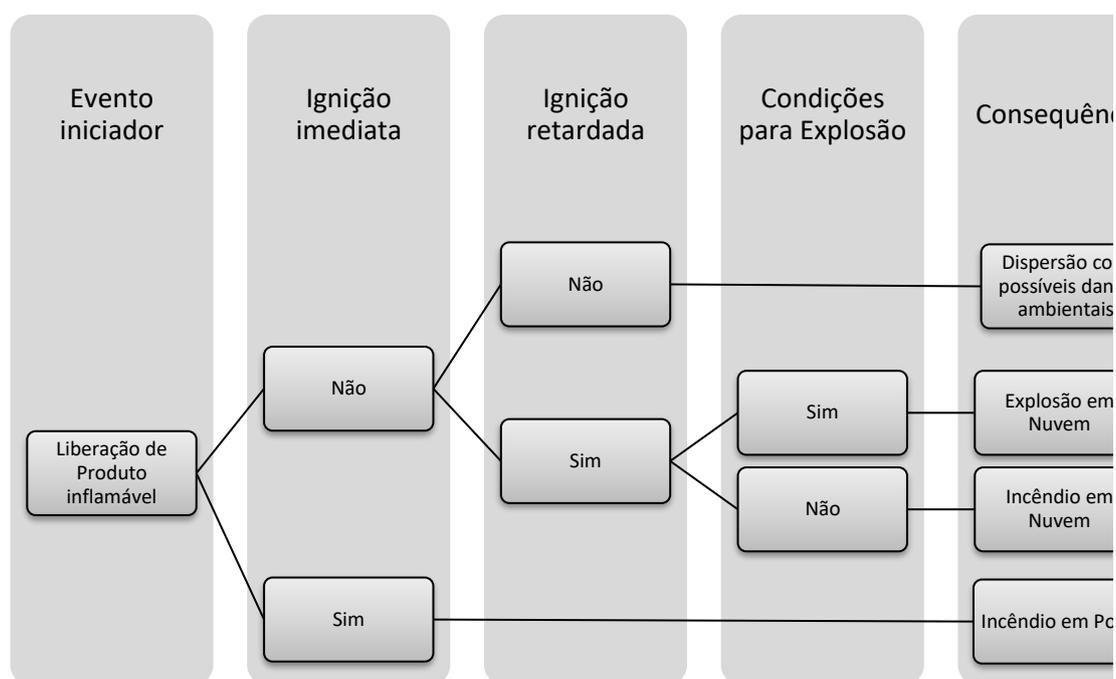


Figura 3 - Árvore de Eventos para liberação de produto perigoso inflamável (CETESB, 2011)

Como os cenários acidentais ambientais de interesse identificados, bem como as suas consequências, o próximo passo é simular a ocorrência desses incidentes e avaliar a extensão dos danos causados ao meio ambiente e a sociedade.

2.3. Análise de Vulnerabilidade

Conforme abordado anteriormente, o conceito de vulnerabilidade se traduz também como dada sociedade ou ambiente que se encontra vulnerável a certo risco de sofrer algum desastre. Tendo isso em vista, o conceito de vulnerabilidade passa a estar associado ao conceito de risco e vice-versa. Contudo, há estudos apenas de vulnerabilidade em todas as áreas do conhecimento, em que pode ser analisada sob diferentes aspectos, neste estudo o foco será o aspecto ambiental (qualitativa e quantitativa) e o social (quantitativa) em relação aos riscos ambientais e de engenharia.

O artigo de Portela *et al* (2021), por exemplo, traz as diversas metodologias para elaboração de índices de vulnerabilidade socioambientais, nesse caso aplicadas a saúde (vulnerabilidade a doenças contagiosas) porém é válido destacar as diferentes metodologias que ele aborda de forma qualitativa trazendo mais do que apenas valores brutos e sim traçando uma análise de vulnerabilidade municipal em que pode ser analisadas condições de desigualdade social que podem estar relacionadas a vulnerabilidade social.

Já na Geografia o que mais é abordado é a vulnerabilidade ambiental, principalmente em relação a riscos ambientais também no que diz respeito a desastres naturais. Como é o caso dos estudos de risco de enchentes muito comum nos países tropicais como o Brasil. Estudos como os de Langill *et al* (2022) e Palacio-Aponte, Ortíz-Rodríguez e Sandoval-Solis (2022) demonstram como a fragilidade socioeconômica (como as atividades econômicas rurais e as residências dos aglomerados urbanos) podem sofrer com as enchentes de maneiras diferentes e demonstrar a sua resiliência frente a exposição contínua ao risco ambiental.

Entretanto, a metodologia do presente estudo se assemelha muito mais ao trabalho de Ebrahimi *et al* (2022) em que o autor busca mitigar possíveis riscos do transporte de materiais perigosos em ferrovias em regiões populosas. Nesse caso o autor se utiliza apenas de dados meteorológicos para traçar zonas de risco para possíveis espalhamentos desses materiais e posteriormente se utiliza de dados demográficos para traçar o perfil da população e analisar como ela pode ser afetada.

Na metodologia que estamos apresentando buscamos também essa metodologia quantitativa para uma análise da população no entorno da ferrovia para

analisar melhor quem poderá ser afetado, porém também levando em consideração a parte hidrológica, tendo em vista que os corpos hídricos não são apenas uma questão ambiental, mas também de abastecimento da população.

Além disso, busca-se analisar também a vulnerabilidade da população local, especialmente indígenas e quilombolas em caso de acidente na EFVM. No aspecto ambiental, esta pesquisa busca levar em consideração a vulnerabilidade a acidentes ferroviários com cargas perigosas em áreas ambientalmente sensíveis, como unidades de conservação, suas respectivas zonas de amortecimento e outras áreas protegidas por lei. Buscando responder algumas questões como, qual a vulnerabilidade do entorno na EFVM, qual risco que essa ferrovia traz ao meio ambiente e a população.

2.3.1. Áreas de preservação ambiental

Desde 1981, com o estabelecimento da Política Nacional de Meio Ambiente, todo e qualquer empreendimento deve passar por um licenciamento ambiental com a apresentação de um Estudo de Impacto Ambiental para obtenção da licença de operação para iniciar suas atividades. Entretanto, a EFVM iniciou suas operações em 1904, por isso, seu Estudo de Impacto Ambiental apenas foi realizado em 2008 após as orientações da resolução CONAMA nº 349/2004 para o licenciamento ambiental dos empreendimentos ferroviários.

O Estudo de Impacto Ambiental da EFVM é um estudo amplo que aborda os mais diferentes aspectos técnicos, ambientais e sociais dos mais de 40 municípios em que a ferrovia está inserida (GOLDER ASSOCIATES, 2008). No aspecto físico da região o estudo utiliza das bases do projeto Radam Brasil de 1988, além de monitoramentos específicos de qualidade do ar e da água (GOLDER ASSOCIATES, 2008). No aspecto biológico ele se utiliza de fontes bibliográficas importantes no estudo da região (GOLDER ASSOCIATES, 2008). Diante disso, o presente projeto busca fazer uma releitura de alguns aspectos do Estudo de Impacto Ambiental da EFVM.

Um dos mais importantes aspectos ambiental são as unidades de conservação da natureza, estabelecidas em 2000 pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) na Lei nº 9.985 que define o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características

naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (MMA, 2000).

Também define dois grupos para as unidades de conservação com ou sem uso dos recursos naturais, dentro delas há diversas categorias distintas (MMA, 2000):

- Uso Sustentável:
 - Área de Proteção Ambiental;
 - Área de Relevante Interesse Ecológico;
 - Floresta Nacional;
 - Reserva Extrativista;
 - Reserva de Fauna;
 - Reserva de Desenvolvimento Sustentável;
 - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

- Proteção Integral
 - Estação Ecológica;
 - Reserva Biológica;
 - Parque Nacional;
 - Monumento Natural;
 - Refúgio de Vida Silvestre.

Já as outras áreas anteriores ao SNUC ou que diferem dessa legislação são denominadas áreas protegidas. Elas não são sistematizadas por uma legislação única como no SNUC, por isso, recebem diferentes nomes e atribuições em diferentes estados. No caso da EFVM, o estado do Espírito Santo possui áreas protegidas que o estado de Minas Gerais não tem, como é o caso dos Parques Urbanos Municipais. Talvez o exemplo mais conhecido de área protegida são as Áreas de Preservação Permanente, que muito acreditam que foram estabelecidas pelo SNUC, porém elas têm uma legislação própria.

Além das unidades de conservação e das áreas protegidas outros aspectos devem ser considerados num estudo de sensibilidade ambiental, como a existência de terras indígenas, áreas quilombolas e sítios arqueológicos. São pontos de especial interesse para a sociedade e de grande sensibilidade ambiental que além de serem protegidos por lei devem ser respeitados por todo empreendimento a ser construído.

Como também é importante definir a população do entorno da EFVM que poderá ser atingida por um acidente ferroviário, assim como os mananciais que abastecem a região. Esses dentre outros aspectos socioeconômicos são primordiais para um diagnóstico ambiental preciso dos mais de 40 municípios em que a EFVM está inserida. Além de levar em consideração o meio biótico da região, podendo então analisar a fauna local e sua sensibilidade diante de possíveis acidentes ferroviários.

3. HISTÓRICO DE ACIDENTES DA EFVM

Inicialmente para a definição do risco e da vulnerabilidade da região à acidentes ferroviários da EFVM, é necessário analisar quais são os principais tipos de carga e seu potencial de perigo ao meio ambiente. Para isso, a Tabela 5 apresenta os tipos de carga e sua respectiva quantidade transportada no ano de 2020.

Tabela 5: Produção mensal da EFVM de transporte ferroviário de cargas por subgrupo de mercadoria, em toneladas úteis, no ano de 2020.

Mercadoria	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez	
Mi nério de Ferro	8.874	.459	.453	.439	.672	.739	.526	.797	.572	.690	.673	.718	.136
Ad ubos e Fertilizant es	72	7	2	7		6	5	7	8	11	28	13	34
Ext ração Vegetal e Celulose	.961	42	58	63	74	72	69	77	72	74	49	47	65
Soj a e Farelo de Soja													
Car vão/ Coque	.479	12	11	61	12	22	98	88	11	06	97	46	15
Gr anéis Minerais	53	3	5		2		7	1	2		2	4	5
Ind . Cimenteira e Const. Civil	11			1	5	4		0	0		3		
Ind . Siderúrgic a	.771	08	15	00	51	55	06	24	44	53	50	11	55
Co ntêiner	8												
De mais produtos													

Fonte: ANTT, 2020a

A Tabela 5 demonstra que dentre os 10 tipos de carga que a EFVM transportou no último ano, apenas o minério de ferro foi responsável por 83,56% do transporte de carga, sendo o principal no faturamento da EFVM. Em seguida há o carvão/coque, a indústria siderúrgica, a extração vegetal e celulose e por fim os adubos e fertilizantes correspondendo a cerca de 15% da carga de transporte no ano de 2020.

Dentre esses principais produtos transportados pela EFVM, apenas os fertilizantes, combustíveis e produtos químicos são denominados como produtos perigosos, com potencial risco ao meio ambiente e a sociedade, pois se enquadram nesta classificação como líquidos inflamáveis (classe 3) e como substâncias perigosas (classe 9). Que pelas normas brasileiras e internacionais devem ser transportados com rótulos de risco e painéis de segurança em vagões próprios para esse tipo de carga, para evitar possíveis acidentes e alertar ao público que o vagão transporta produtos perigosos.

Os acidentes em toda ferrovia brasileira devem ser comunicados a ANTT como consta na Resolução nº 1.431 (ANTT, 2006) para que possam ser registrados nos relatórios anuais das concessionárias e nas estatísticas da ANTT. Nas tabelas a seguir podem ser observadas as principais causas e consequências dos acidentes ocorridos nos últimos 10 anos na EFVM (Tabela 6 e Tabela 7). Comparativamente é possível perceber a constante quedas dos acidentes e redução do número de vítimas.

Tabela 6: Causa e número de acidentes de transporte de cargas na EFVM, de 2011 a 2020

Causa/Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total	37	36	36	36	30	35	30	30	23	11
Falha humana	2	4	4	6	0	7	2	0	2	0
Material rodante	8	5	7	6	6	10	7	5	3	2
Sinalização tele. eletro	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Via permanente	5	4	6	4	2	6	6	3	4	1
Atos de vandalismo	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Casos fortuitos ou de força maior	0	0	0	0	0	12	15	22	13	8
Interferência de terceiro	16	19	16	17	18	0	0	0	0	0
Outras causas	6	3	3	3	2	0	0	0	0	0

Fonte: ANTT, 2020a

Tabela 7: Consequência e número de acidentes de transporte de cargas na EFVM, de 2011 a 2020

Ano	Total	Com dano ao meio ambiente	Com interrupção da circulação	Com morte ou lesão grave	Com prejuízo elevado	Com produto perigoso	Com vítima
2011	20	0	4	16	0	0	15
2012	16	0	3	13	1	0	8
2013	12	0	1	11	0	0	10
2014	9	0	1	8	1	0	8
2015	12	0	0	11	0	0	11
2016	7	0	0	5	0	1	6

Tabela 7: Consequência e número de acidentes de transporte de cargas na EFVM, de 2011 a 2020

Ano	Total	Com dano ao meio ambiente	Com interrupção da circulação	Com morte ou lesão grave	Com prejuízo elevado	Com produto perigoso	Com vítima
2017	11	0	0	10	0	0	10
2018	17	1	0	16	0	0	16
2019	9	0	1	8	0	0	8
2020	5	0	0	5	0	0	5

Fonte: ANTT, 2020a

Ao analisar separadamente apenas as ocorrências do ano de 2020 (Tabela 8), pode-se perceber que os tipos de causa estavam centrados em apenas 3 (material rodante, via permanente e casos fortuitos ou de força maior) e as consequências estavam totalmente associadas às pessoas com vítimas seja por morte ou lesão. Dentre esses, os acidentes que geram maior consequências estão os casos fortuitos ou de força maior³, pois frequentemente deixam vítimas:

Tabela 8: Acidentes no transporte de cargas na EFVM, por causa e consequência, durante o ano de 2020

Mês	Causa			Consequência	
	Material Rodante	Via Permanente	Casos Fortuitos ou de Força Maior	Com Morte ou Lesão Grave	Com Vítima
Total	2	1	8	5	5
Jan	0	1	0	0	0
Fev	0	0	1	0	0
Mar	0	0	1	1	1
Abr	0	0	0	0	0
Mai	1	0	0	0	0
Jun	1	0	1	1	1
Jul	0	0	1	0	0
Ago	0	0	2	2	2
Set	0	0	1	1	1
Out	0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0
Dez	0	0	1	0	0

Fonte: ANTT, 2020a

³ A Resolução nº 5.902 de 21 de julho de 2020 define um caso fortuito como um evento proveniente de ato humano imprevisível e inevitável; e um acidente de força maior como um evento proveniente de ato humano ou fato natural que, embora possam ser previsíveis, não podem ser evitados. (ANTT, 2020b)

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste estudo busca inicialmente identificar os possíveis cenários acidentais da EFVM com base nos atributos de suas cargas e infraestrutura encontrada na literatura específica da mesma. Com base em relatórios técnicos da concessionária, foi possível analisar o tipo de carga e potencial de agressão ao meio ambiente e o número de acidentes na EFVM nos últimos anos.

Em conjunto com a análise dos acidentes, sucedeu a identificação de áreas sensíveis da ferrovia, ou seja, áreas socialmente ou ambientalmente sensíveis a acidentes ferroviários que demonstram a vulnerabilidade do entorno da ferrovia e devem receber especial atenção em caso de acidentes ferroviários. O mapeamento de áreas sensíveis foi inspirado na metodologia de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo (MMA, 2002) em que há a identificação de recursos socioeconômicos e que a princípio tem como objetivo os acidentes da indústria *offshore*, atualmente há estudos iniciando a aplicação da metodologia para as cartas *onshore*, como para a Estrada de Ferro de Carajás - Vale (COLOGNA, 2016).

Inicialmente, houve a identificação da população dos municípios em que a EFVM está localizada, para isso, foram utilizados os dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), bem como, a localização dos principais centros rural e urbano (IBGE, 2010). Em seguida, houve a coleta das áreas quilombolas nos municípios da EFVM pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA (2020) que delimita essas áreas. As áreas indígenas também foram mapeadas, segundo a Fundação Nacional do Índio - FUNAI (2018), assim como, os sítios arqueológicos, segundo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN (2019). Todo esse mapeamento, também está presente em forma de tabelas neste estudo com a localização por município.

Os corpos hídricos também foram um importante fator a ser considerado pois a partir deles foram identificadas as estruturas ferroviárias sobre eles para analisar possíveis cenários acidentais. Para a identificação das estruturas sobre os corpos hídricos, a bibliografia da concessionária Vale foi consultada e a análise de imagens de satélite também para a localização das estruturas ferroviárias.

Para fazer a conexão entre os dados populacionais e hídricos, houve o mapeamento dos principais rios da região, o mapeamento das estações de tratamento

de água e os poços artesianos de cada centro populacional, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017).

As unidades de conservação são aquelas que obedecem ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação e as federais podem ser facilmente encontradas no portal do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2021), contudo, lá encontram-se principalmente as federais, com isso houve um trabalho mais detalhado nas esferas estaduais e municipais a fim de abranger todas as unidades dos municípios da EFVM e suas respectivas zonas de amortecimento.

Por fim, os pontos sensíveis que são de vital importância para a proteção ambiental da região são as áreas protegidas, que são aquelas que não estão compreendidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação por terem legislação específica. Nesse caso, foi necessário um trabalho mais minucioso nas diversas escalas de governos e em seus respectivos planos de manejo.

Após essa extensa coleta de dados, foi possível analisar o cenário social e ambiental nos municípios da ferrovia a fim de compreender como a sensibilidade socioambiental da região poderia ser atingida em um possível acidente ferroviário. Com base nos dados adquiridos, de pontos socio-ambientalmente sensíveis, foram traçados então os possíveis trechos vulneráveis da ferrovia. Dessa forma, foi possível estabelecer os municípios da EFVM como ponto de partida para a coleta de dados, e a análise dos mesmos sendo combinados na análise da vulnerabilidade das áreas socialmente sensíveis quanto áreas ambientalmente sensíveis (Figura 4).

Em seguida, para a determinação da exposição dos aspectos ambientais à abrangência da liberação de produtos perigosos foram modelados cenários acidentais hipotéticos para um possível caso de vazamento de produto perigoso de um vagão ferroviário. Conforme descrito no capítulo anterior (item 3.2) os líquidos inflamáveis fazem parte da Classe 3 da portaria nº 204 do Ministério dos Transportes, de 26/5/97, em que mesmo representando cerca de 1% da carga transportada pela EFVM (ANTT, 2020a), os líquidos inflamáveis são de maior risco para o entorno da ferrovia devido a possível explosão e/ou incêndio e seus impactos na região como visto na Tabela 3. Além disso vale destacar alguns pontos importantes na indústria do petróleo e combustíveis que a EFVM transita: a Refinaria Gabriel Passos (Belo Horizonte/ MG) e a VLI Distribuidor (Governador Valadares/ MG) e o Terminal de Tubarão (Vitória/ES).

Sendo assim, dentre os líquidos inflamáveis que a EFVM pode transportar foram escolhidos o petróleo (derivado escuro) já que, como dito anteriormente, a ferrovia transita por pontos importantes da indústria petroleira e seus derivados utilizados como combustível que também foram listados no levantamento da ANTT (2020a) dos produtos armazenados e transportados pela Vale. Com isso, definiu-se a lista de produtos representativos para a simulação de acordo com CETESB (2011), produtos considerados na simulação estão representados na Tabela 9

Tabela 9 – Lista de substâncias representativas consideradas no estudo.

Produto	Substância Representativa
Gasolina	n-hexano
Diesel	n-nonano
Etanol	Etanol
Derivado Escuro/Petróleo ⁴	n-decano

Fonte: CETESB (2011).

Os efeitos físicos foram modelados com a utilização do *software EFFECTS*⁵. Este programa utiliza como dados de entrada informações técnicas relacionadas ao produto armazenado (especificação da substância representativa), às condições operacionais da instalação (tais como temperatura/ pressão de armazenamento e dimensões de equipamentos) e dados do ambiente (condições meteorológicas). Também é informado ao software quais os limites que devem ser analisados para cada consequência analisada. A partir dessas entradas o programa gera relatórios contendo os resultados da análise, isto é, o alcance de cada cenário simulado.

Para a elaboração deste estudo foram consideradas as seguintes premissas:

- O estudo apenas considera cenários acidentais relacionados ao vazamento de produtos químicos relacionadas a tanques de armazenamento e vagões tanques.
- Para a simulação dos cenários de ruptura do tanque e do vagão tanque foi considerado o vazamento instantâneo de todo o volume do tanque.
- Foi considerado como volume do vagão 90m³

⁴ Derivado escuro é uma designação genérica de alguns derivados de petróleo que possuem uma coloração escura e alta viscosidade, entre os quais o óleo combustível e o asfalto. Por isso, definiu-se o óleo combustível como referência para representar essa mistura

⁵ Effects versão 11.5.2 da Gexcon

Os resultados das simulações foram utilizados para determinar a abrangência dos impactos ambientais no caso de acidente, foi verificado se os raios obtidos pelo modelo de efeito físico (explosão, incêndio e dispersão em poça) interceptavam algum ponto sensível previamente mapeado no entorno da ferrovia. A área sensível exposta a tal risco, independente da probabilidade do evento acidental, é considerado um ponto vulnerável a acidentes ferroviários. A partir do aglomerado desses pontos vulneráveis, então foram delimitados os trechos vulneráveis da ferrovia EFVM a serem atendidos prioritariamente em caso de acidente (Figura 4).

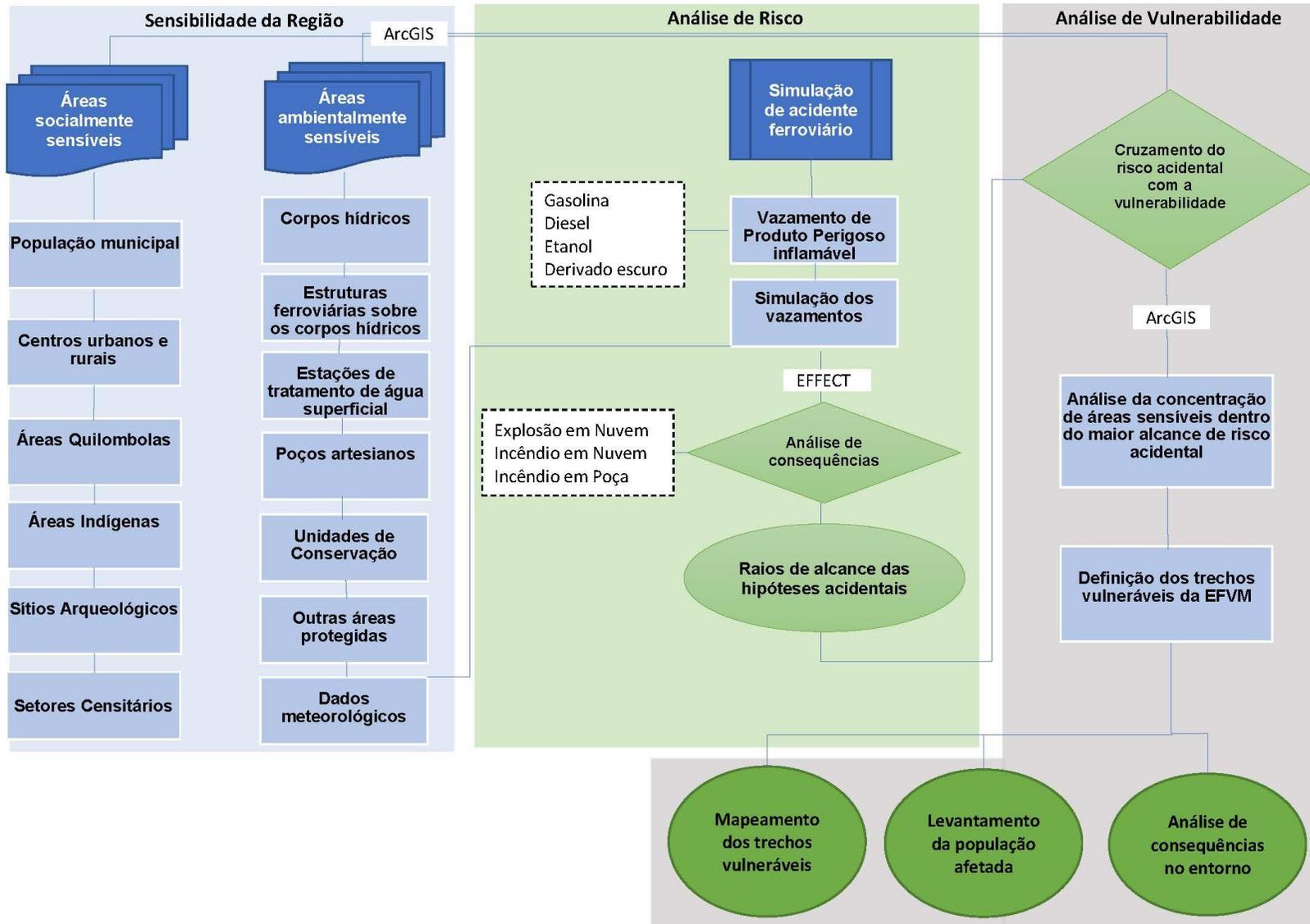


Figura 4 - Fluxograma metodológico da pesquisa

5. ÁREAS SOCIALMENTE SENSÍVEIS

Conforme visto anteriormente na fundamentação teórica o conceito de sensibilidade abordado nesta pesquisa de Tricart (1977) aborda como o ambiente pode perceber, reagir ou ser impactado por um estímulo antrópico. Com isso e com a aplicação do conceito por Fernandes (2008) foi possível utilizar áreas sensíveis que já são vistas dessa forma pelas instituições governamentais, como por exemplo as unidades de conservação. Dessa forma, foram levantadas áreas ou locais pontuais de maior sensibilidade tanto a nível ambiental quanto a nível social, em que a população poderia também ser afetada em caso de acidente na ferrovia para posterior análise de vulnerabilidade em relação ao risco a acidentes simulados.

A definição das áreas sensíveis localizados ao longo da EFVM foi realizada num levantamento de dados secundários de informações sobre a região adjacente a linha férrea Vitória-Minas e suas instalações de suporte. O levantamento foi realizado em todos os 44 municípios que são cortados pela ferrovia com a utilização de ferramenta de geoprocessamento combinada com informações públicas disponibilizadas por órgãos governamentais e/ou instituições de pesquisa. Os dados aqui identificados encontram-se mapeados no Apêndice A.

5.1. População

A partir do traçado da linha férrea EFVM foi possível encontrar 44 municípios (IBGE, 2010) conforme apresentado na Tabela 1. Dentre eles estão as capitais estaduais Belo Horizonte e Vitória que são ligadas pela ferrovia. Para um melhor entendimento dos pontos sensíveis dos municípios da Estrada de Ferro Vitória-Minas é necessário entender um pouco melhor como se dá a distribuição espacial da população e quais são as estimativas para recenciamento que ocorreria no ano de 2020. Essa perspectiva populacional foi possível ser traçada a partir dos dados do IBGE, sendo assim, os dados estão representados na Tabela 10.

Tabela 10 - População segundo IBGE (2010 e 2020).

Município e Estado	População Absoluta	Estimativa Populacional	Quantidade de Residências	Moradores em Residências	Média por Residência
Aimorés - MG	24959	25141	8238	24810	3.0
Antônio Dias - MG	9565	9275	2874	9548	3.3
Aracruz - ES	81832	103101	23806	81475	3.4
Baixo Guandu - ES	29081	31132	9349	28913	3.1
Barão de Cocais - MG	28442	32866	8435	28353	3.4

Tabela 10 - População segundo IBGE (2010 e 2020).

Município e Estado	População Absoluta	Estimativa Populacional	Quantidade de Residências	Moradores em Residências	Média por Residência
Bela Vista de Minas - MG	10004	10262	2889	10003	3.5
Belo Horizonte - MG	2375151	2521564	762075	2367229	3.1
Belo Oriente - MG	23397	26994	6766	23317	3.4
Bugre - MG	3992	3983	1240	3990	3.2
Caeté - MG	40750	45047	11877	40460	3.4
Caratinga - MG	85239	92603	26659	84583	3.2
Cariacica - ES	348738	383917	107932	347616	3.2
Catas Altas - MG	4846	5421	1427	4835	3.4
Colatina - ES	111788	123400	36191	111025	3.1
Conselheiro Pena - MG	22242	22949	7383	22078	3.0
Coronel Fabriciano - MG	103694	110290	31615	103342	3.3
Fundão - ES	17025	21948	5319	16852	3.2
Governador Valadares - MG	263689	281046	81703	262172	3.2
Ibiraçu - ES	11178	12591	3454	11176	3.2
Ipaba - MG	16708	18769	4674	16294	3.5
Ipatinga - MG	239468	265409	72890	238526	3.3
Itabira - MG	109783	120904	31711	109527	3.5
Itueta - MG	5830	6063	1849	5819	3.1
Jaguaraçu - MG	2990	3142	888	2972	3.3
João Monlevade - MG	73610	80416	22152	73413	3.3
João Neiva - ES	15809	16722	4970	15782	3.2
Mariana - MG	54219	61288	15868	53937	3.4
Naque - MG	6341	7051	1830	6316	3.5
Nova Era - MG	17528	17551	5201	17465	3.4
Ouro Preto - MG	70281	74558	20335	69875	3.4
Periquito - MG	7036	6773	2011	7036	3.5
Resplendor - MG	17089	17396	5762	16929	2.9
Rio Piracicaba - MG	14149	14332	4359	14102	3.2
Sabará - MG	126269	137125	36479	126027	3.5
Santa Bárbara - MG	27876	31604	7990	27800	3.5
Santa Leopoldina - ES	12240	12197	3813	12203	3.2
Santa Luzia - MG	202942	220444	58332	202201	3.5
Santana do Paraíso - MG	27265	35369	7891	27204	3.4
São Gonçalo do Rio Abaixo - MG	9777	11019	2752	9767	3.5
Serra - ES	409267	527240	124994	407870	3.3
Timóteo - MG	81243	90568	24520	81086	3.3
Tumiritinga - MG	6293	6765	1967	6278	3.2
Vila Velha - ES	414586	501325	134467	412296	3.1
Vitória - ES	327801	365855	108515	326728	3.0

5.2. Centros Urbanos e Rurais

Segundo IBGE (2019), dentre os 44 municípios interceptados pela linha férrea, apenas 6 não apresentam centros rurais e urbanos, são eles os municípios de: Bela Vista de Minas, Naque, Nova Era, Santa Luzia, Santana do Paraíso e São Gonçalo do Rio Abaixo; mapeados na escala 1:250.000. A Tabela 11: Centros urbanos e rurais segundo IBGE (2019) apresenta os centros urbanos e rurais da área de estudo.

Tabela 11: Quantidade de centros urbanos e rurais segundo IBGE (2019)

Município	Centros Urbanos	Centros Rurais	Município	Centros Urbanos	Centros Rurais
Aimorés	8	3	Ipatinga	1	-
Dias Antônio	1	6	Itabira	2	6
Aracruz	4	13	Itueta	1	1
Guandu Baixo	4	4	Jaguaraçu	1	1
Cocais Barão de	1	4	João Monlevade	-	1
Horizonte Belo	2	-	João Neiva	1	6
Belo Oriente	3	-	Mariana	9	6
Bugre	-	2	Ouro Preto	12	6
Caeté	4	1	Periquito	2	1
Caratinga	10	4	Resplendor	5	4
Cariacica	1	-	Rio Piracicaba	2	1
Catas Altas	1	-	Sabará	3	-
Colatina	5	10	Santa Bárbara	4	1
Conselheiro Pena	5	2	Santa Leopoldina	2	2
Coronel Fabriciano	1	2	Serra	4	1

Tabela 11: Quantidade de centros urbanos e rurais segundo IBGE (2019)

Município	Centros Urbanos	Centros Rurais	Município	Centros Urbanos	Centros Rurais
Fundão	3	1	Timóteo	1	1
Governador Valadares	12	6	Anga Tumiriti	1	2
Ibiraçu	1	2	Vila Velha	4	1
Ipaba	1	-	Vitória	1	-

5.3. Áreas Quilombolas

Foram encontrados quatro quilombos na área de estudo (INCRA, 2020). A comunidade quilombola Luizes que foi reconhecida em 2012 pelo governo federal com 30 famílias habitantes e com cerca de 3 hectares de área e a comunidade de Mangueiras com cerca de 20 hectares de área e que foi reconhecida em 2007, ambas localizadas em Belo Horizonte (MG). O quilombo São Pedro que está dividido em quatro áreas descontínuas totalizando 324 hectares, em Ibiraçu (ES), que foi reconhecido em 2009 com 43 famílias e Retiro em Santa Leopoldina (ES), o maior e mais antigo com 77 famílias em aproximadamente 520 hectares que foi reconhecido em 2007.

5.4. Áreas Indígenas

Segundo a FUNAI (2018), encontram-se na área de estudo quatro áreas indígenas tradicionalmente ocupadas e regularizadas pelo governo federal, são elas: Caieiras Velha II, Comboios e Tupiniquim no município de Aracruz (ES) e Krenák em Resplendor (MG). O nome de suas etnias respectivamente são: Guarani Mbya e Tupiniquim, Guaraní e Tupiniquim, Tupiniquim e Krenák.

5.5. Sítios Arqueológicos

Segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2019) foram encontrados, na área de estudo analisada, 150 sítios arqueológicos. Na Tabela 12 Erro! Fonte de referência não encontrada. é possível encontrar essa relação a partir dos 27 municípios em que estão localizados.

Tabela 12: Identificação de sítios arqueológicos.

Município	Quantidade de Sítios	Sítios Arqueológicos
(MG) Aimorés	7	Barranca 01, Barranca 02, Binda, Boa Vista, Cipó, Duas Metades, Morro do Binda
(ES) Aracruz	22	Aroldo 02, Aroldo 04, Boa Vista 01, Dedeco 01, Irajá 03, Irajá 04, Lajinha 02, Ocorrência da Laje I, Peixe Verde, Porto do Bastião, Portocel, Sambaqui da Ilha da Pedra Branca, Sambaqui da Ilha do Aroldo 01, Sambaqui da Lajinha, Sambaqui do Irajá 01, Sambaqui do Irajá 02, Santa Rosa 01, Santa Rosa 03, Santa Rosa 05, Sítio Barra do Sahy 2, Sítio Barra do Sahy 3, Vila do Mutirão
Baixo Guandu (ES)	1	Sítio Cerâmico Barra do Mutum
Barão de Cocais (MG)	3	Garcia, Lavra do Córrego, Ruínas do São Miguel
Bela Vista de Minas (MG)	3	Mina do Andrade, Valo de Divisa 1, Valo de Divisa 2
Belo Horizonte (MG)	1	Casarão do Espaço Comum Luiz Estrela
Caeté (MG)	2	Cemitério dos Ingleses, Viracopos
(MG) Caratinga	3	Baixa da Vigilata, Córrego da Areia, Fazenda do Marçal
(ES) Cariacica	4	CFA - Centro de Formação e Aperfeiçoamento Academia da Polícia Militar, Fazenda Porto das Pedras, Sambaqui Porto das Pedras, Sambaqui Santa Maria 1
Governador Valadares (MG)	1	Fazenda São Domingos
Ibiraçu (ES)	1	MattiuZZi
(MG) Itabirito	1	Sítio Arqueológico Abrigo da Pilha
Itueta (MG)	13	Bela Vista, Café, Canoinha, Córrego do Chapéu, Estrela do Norte, Florestal I, Mangueira, Monte das Oliveiras II, Natividade, Nicole, Santo Cristo, Silva, Vala Grande
(MG) Mariana	12	Alto da Igreja Antiga, Canal da Fazenda do Morro, Curral de Pedra, Fazenda Gualaxo, Garimpo I, Garimpo II, Garimpo José Balbino, Morro de Santana, Ponte de Pedra, Sítio Arqueológico de Mineração Del Rey, Sítio histórico fazenda do tesoureiro, Sítio Arqueológico Ruínas de Natividade
(MG) Nova Era	3	Mandembo, Nova Era - 1, Nova Era II
(MG) Nova Lima	4	Muros de Divisa, RM 01, RM 18, RM 42
(MG) Ouro Preto	15	Abrigo Córrego Baixo, Campina, Estruturas de Pedra, Fazenda Braço Livre, Morro da Queimada, Muro de Pedras, Reservatório Mãe D'água, Ruínas do Tombadouro, Ruínas dos Padres, Sítio do Praia I, Sítio do Praia II, Usina Patriótica, Usina Wigg, Villa Emma, Sítio Arqueológico Ruínas de Natividade
(MG) Raposos	4	Sítio Histórico Armazém do Brumado, Sítio Histórico Fazenda do Ota, Sítio Histórico Mata Virgem, Sítio de Mineração Ribeirão do Brumado
(MG) Resplendor	3	Cravadinhos, Pedra Pintada, Zico
(MG) Rio Acima	1	SG NT 02

Tabela 12: Identificação de sítios arqueológicos.

Município	Quantidade de Sítios	Sítios Arqueológicos
Sabará (MG)	1	Sítio de Mineração Ribeirão do Brumado
Santa Bárbara (MG)	2	Complexo Gruta do Morgan, Ruínas da Fazenda da Baronesa do Capivani
Santa Leopoldina (ES)	1	Usina Santa Tereza
Santa Luzia (MG)	1	Santa Luzia
São Gonçalo do Rio Abaixo (MG)	2	Ribeirão Raposa, Torre-06
Serra (ES)	30	Areal II, Igreja de Reis Magos, Lagoa do Juara, Lascas do Areal, Marco Zero, Polidores do Alphaville, Sambaqui da Quixabeira, Sambaqui das Aroeiras, Sambaqui das Lages, Sambaqui de Carapina, Sambaqui do Ananás, Sambaqui do Apicum, Sambaqui do Capão, Sambaqui do Gravatá, Sambaqui do Jacuném I, Sambaqui do Joá, Sambaqui do Morro, Sambaqui do Pau Seco, Sambaqui do Péricles I, Sambaqui do Péricles II, Sambaqui do Queimado, Sambaqui Ilha do Limão, Sambaqui Jacuhy, Sambaqui Jacuném II, Sambaqui Mirim I, Sambaqui Mirim II, Sítio do Cachimbo, Via Norte I, Via Norte II, Via Norte III
Tumiritinga (MG)	4	Do Antônio, Do Kennedy, Praia do Jão, Rio 19
Vitória (ES)	3	Baixa da Vigilata, Córrego da Areia, Fazenda do Marçal

Fonte: IPHAN, 2019

5.6. Setores Censitários

Segundo IBGE (2010), um “setor censitário é a menor porção de área utilizada pelo IBGE para planejar, coletar e disseminar os resultados dos Censos e Pesquisas Estatísticas.” Isto é, o setor censitário é a menor unidade do recenseamento, menor que o município, distrito ou bairro. O setor é a unidade geográfica dentro de um município em que uma mesma pessoa ou equipe consegue coletar informações estatísticas.

Pelo fato do setor censitário fornecer informações espacialmente mais precisas do que a nível municipal, foi escolhido como a unidade a ser utilizada nesta pesquisa a fim de contabilizar a população possivelmente afetada pela análise de risco. Além disso, nos setores censitários a população é contada especificamente, não por amostragem, dessa forma, é possível obter os valores exatos da quantidade de habitantes ao longo da ferrovia. Esses valores e os setores censitários afetados pela análise de risco serão abordados a partir do capítulo de Resultados e no Apêndice D.

6. ÁREAS AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS

6.1. Corpos Hídricos

Os corpos hídricos da região são compostos basicamente de rios, há apenas algumas lagoas formadas pelas barragens ao longo do rio Doce, o principal da região que corta 15 dos 44 municípios da área de estudo. Além dele alguns dos principais rios da região são: Caratinga, Corrente Grande, Rio das Velhas, Itambacuri, Manhuaçu, Piracicaba, Santa Maria, Santo Antônio e Suaçuí Pequeno.

6.2. Estruturas Ferroviárias sobre os Corpos Hídricos

As estruturas ferroviárias posicionadas sobre aos corpos hídricos são de importante atenção em casos de acidentes sobre elas, pois possivelmente acarretará impactos ambientais sucessivos. Por exemplo, o derramamento de produtos perigosos ou tóxicos no solo gera a poluição do lençol freático em que parte é retido e outra parte chega aos rios e lagos. Já nos acidentes causados nesses pontos de travessia de corpos hídricos ou até mesmo as margens dos rios (como é o caso da EFVM que possui cerca de metade de sua extensão no leito fluvial) o derramamento de substâncias tóxicas escoaria diretamente para os corpos hídricos afetando o abastecimento da região e dependendo do fluxo das águas, bem como, o período de chuvas aumentaria ainda mais esse escoamento afetando outras áreas a jusante até a foz desses rios.

Segundo Vale (2015), ao longo da EFVM encontram-se 32 viadutos e 137 elevados e pontes; 44 túneis e 58 passarelas. Contudo, não foi possível encontrar o mapeamento dessas estruturas feito pela concessionária, porém, utilizando os dados da base contínua 1:250.000 do IBGE (2019) e uma análise detalhada da região com base no *Basemap* da empresa ESRI e no *Open Street Map*, ambos no software QGIS foi possível encontrar um total de: 12 viadutos ferroviários, 36 túneis, 116 elevados e pontes, que podem ser observados na Figura 5.

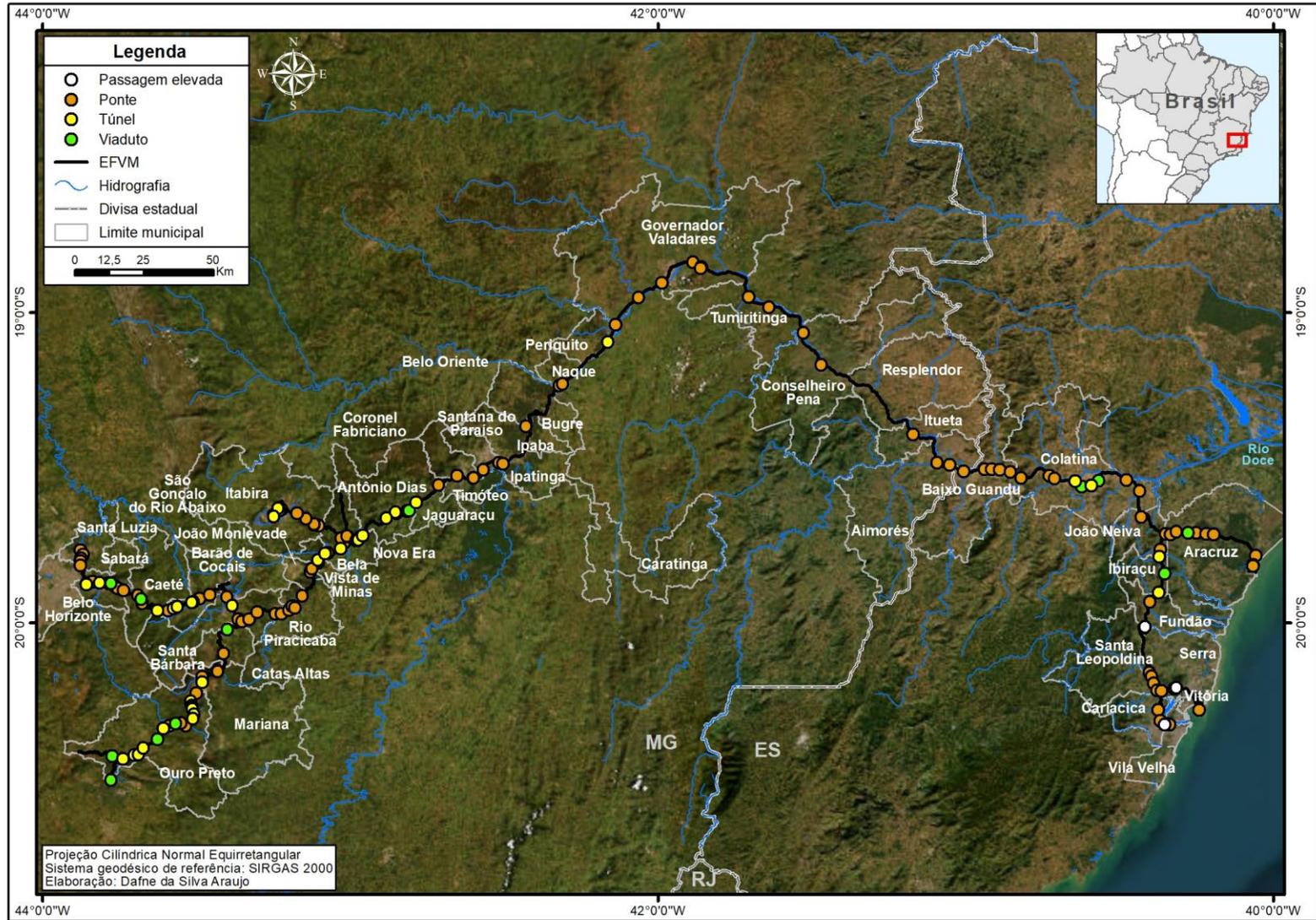


Figura 5 – Mapa da infraestrutura suspensa e subterrânea da ferrovia EFVM.

Pode-se perceber nessa figura a preponderância das pontes da EFVM sobre os rios da região. Dentre eles temos como destaque o rio Doce, Rio Piracicaba (municípios de Nova Era, Bela Vista de Minas e João Monlevade) e rio Maquiné (município de Santa Bárbara), além de outros córregos e ribeirões que também recebem inúmeras pontes. Sua concentração é maior nos municípios de Itabira (MG) e Aracruz (ES) que cada um apresenta 8 pontes da EFVM.

A importância dessas pontes e outras estruturas sobre a hidrografia da região é tamanha que deve ser levada em consideração nos estudos de impactos ambientais. Guimarães (2010) demonstrou o impacto ambiental em cadeia que um grande acidente ferroviário sobre a ponte do córrego Alegria, importante afluente do rio Uberaba, em 2003 que foram lançados 660.000 L de Metanol, Isobutanol, 2-Etil, 1-Hexanol e Cloreto de Potássio Solúvel, que foram transportados também até o rio Uberaba e apenas ao final de 7 anos as concentrações das águas voltaram a estar abaixo dos valores máximos permitidos desses compostos.

6.3. Estações de Tratamento de Água Superficial

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), nos municípios da área de estudo existem 63 estações de tratamento de água que atendem a população daquela região. Todos eles estão listados na Tabela 13 segundo o município, com o nome de cada estação de captação de água e o nome do seu respectivo manancial, também a quantidade de estações por município.

Tabela 13: Estações de tratamento de água

Município	Quantidade de estações	Nome da estação de tratamento de água	Nome do manancial
Aimorés - MG	1	Isolado Aimorés	Rio Manhuaçu
Antônio Dias - MG	1	Antonio Dias	Rio Piracicaba
Aracruz - ES	1	Isolado Aracruz	Rio Piraquê-Açu
Baixo Guandu - ES	1	Isolado Baixo Guandú	Rio Doce
Bela Vista de Minas - MG	1	Isolado Bela Vista de Minas	Córrego do Jambo
Belo Horizonte - MG	2	Barreiro e Poços Belo Horizonte e Integrado - Morro Redondo	Barragem do Barreiro e Barragem Cercadinho
Caeté - MG	4	Ribeiro Bonito/Santo Antonio e Juca Vieira/Jacu	Ribeirão Ribeiro Bonito, Córrego Santo Antônio, Córrego Juca Vieira, Córrego Jacu

Tabela 13: Estações de tratamento de água

Município	Quantidade de estações	Nome da estação de tratamento de água	Nome do manancial
MG Caratinga -	1	Isolado Caratinga	Ribeirão da Laje
Cariacica - ES	1	Duas Bocas	Rio Duas Bocas
Cariacica Vila Velha, Vitória - ES	1	Jucu (subsistema Vale Esperança) - Integrado	Rio Jucu
Cariacica, Serra - ES	1	Santa Maria (subsistema ETA 11 Santa Maria) - Integrado	Rio Santa Maria da Vitória
Cariacica, Vila Velha - ES	1	Jucu (subsistema Caçaroca) - Integrado	Rio Jucu
MG Catas Altas -	2	Isolado Catas Altas 1 e 2	Nascente da Santa e Córrego Tamanduá
Colatina - ES	2	Isolado Colatina 1 e 2	Rio Doce
Fundão - ES	1	Fundão	Rio Fundão
Fundão, Serra, Vitória - ES	1	Santa Maria (subsistema Carapina) - Integrado	Rio Santa Maria da Vitória
Governador Valadares - MG	3	Doce 1, 2 e 3	Rio Doce
Ibiraçu - ES	2	Isolado Ibiraçu	Rio Taquaraçu e Córrego Sapateiro
Ipaba - MG	1	Ipaba	Córrego Água Limpa
Itabira - MG	3	Isolado Itabira 1, 2 e 3	Córrego Candidópolis, Córrego Pai João, Córrego Água Santa
MG Jaguaraçu -	1	Jaguaraçu	Córrego Jacuba
João Monlevade - MG	1	Isolado João Monlevade	Rio Santa Bárbara
ES João Neiva -	1	Isolado João Neiva	Rio Piraquê-Açu
Mariana - MG	13	Isolado Mariana 7, 7, 1, 9, 10, 8, 6, 6, 2, 3, 4, 5, 5, respectivamente	Nascentes: Cartucha 1 e 2, Cristal, Del Rei, Gogô, Maquiné, Matadouro 1 e 2, Semiárido 1 e 2, Serrinha 1 e 2, Belém
MG Nova Era -	4	Isolado Nova Era 1, 2, 3 e 4	Córrego da Passagem, Rio do Prata, Córrego Colina, Córrego São José
MG Ouro Preto -	2	Ouro Preto - Jardim Botânico e Ouro Preto - Rio Itacolomi	Jardim Botânico e Rio Itacolomi
Periquito - MG	1	Periquito	Córrego Tavares

Tabela 13: Estações de tratamento de água

Município	Quantidade de estações	Nome da estação de tratamento de água	Nome do manancial
Rio Piracicaba - MG	2	Isolado Rio Piracicaba	Barragem do Seara e Barragem Talho Aberto
Sabará - MG	1	Sabará	Córrego Santo Antônio
Santa Leopoldina - ES	1	Isolado Santa Leopoldina	Rio da Prata
Santana do Paraíso - MG	2	Achado e Soveno	Córrego do Achado e Córrego Soveno
São Gonçalo do Rio Abaixo - MG	1	Isolado São Gonçalo do Rio Abaixo 1	Nascente dos Galhos
Viana - ES	1	Viana - ES	Rio Formate
Vitória, Vila Velha - ES	1	Jucu (subsistema Cobi) - Integrado	Rio Jucu

Fonte: ANA, 2017

6.4. Poços Artesianos

Além da utilização da água potável superficial pela população, ou seja, diretamente dos corpos hídricos ou das estações de tratamento de água desses rios. Há a utilização da água subsuperficial pela população para uso geral e uso na agropecuária. Diante disso, houve a identificação também desses locais de captação de água subsuperficial, ou seja, dos poços artesianos pelo portal de Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (CPRM, 2020) onde foram identificados 1121 poços artesianos nos 44 municípios da área de estudo, dentre eles 1.002 estão presentes no estado de Minas Gerais e outros 119 no estado do Espírito Santo.

6.5. Unidades de Conservação e Áreas Protegidas

Alguns dos principais aspectos socioambientais de um empreendimento são as unidades de conservação e outras áreas protegidas que por lei possuem restrições quanto ao uso, manejo e proteção. Nos municípios interceptados pela ferrovia foram encontradas 60 unidades de conservação para uso sustentável em que se pode fazer uso dos recursos naturais desde que preserve a biodiversidade e 57 de proteção integral que restringe mais a utilização de seus recursos para que não haja danos em seus ecossistemas. Dentre as áreas protegidas identificadas há 27 áreas de preservação permanente, 8 áreas de proteção especial, 5 áreas verdes especiais e 11 parques urbanos municipais. Na Tabela 14 é possível ter de analisar essas áreas e unidades em relação aos municípios.

Tabela 14: Unidades de conservação e áreas protegidas

Município	UCs - Proteção Integral							UCs - Uso Sustentável						Áreas Protegidas				Total por município		
	SEC ⁶	N	ARNA	PE	MN	EBIO	VS	PA	RIE	E	DS	EC	PPN	PP	PE	VE	ParUrbM			
MG Antônio Dias -				-														-	2	
Aracruz - ES				-															-	5
Minas - MG Bela Vista de				-															-	2
MG Belo Horizonte -				-															-	14
MG Belo Oriente -				-															-	2
Caeté - MG				-															-	5
Caratinga - MG				-															-	5
Cariacica - ES				-															-	6
Catas Altas - MG				-															-	2
Pena - MG Conselheiro				-															-	3
MG Coronel				-															-	4
MG Fabriciano -				-															-	2
Fundão - ES				-															-	2
MG Governador				-															-	2
MG Valadares -				-															-	2
Ibiraçu - ES				-															-	3
MG Itabira -				1															-	10

⁶ Siglas: ESEC - Estação Ecológica; MN - Monumento Natural; PARNA - Parque Nacional; PE - Parque Estadual; PNM - Parque Natural Municipal; REBIO - Reserva Biológica; RVS - Refúgio da Vida Silvestre; APA - Área de Proteção Ambiental; ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico; FE - Floresta Estadual; RDS - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; REC - Reserva Ecológica; RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural; APP - Área de Preservação Permanente; APE - Área de Proteção Especial; AVE - Área Verde Especial; ParUrbM - Parque Urbano Municipal

Tabela 14: Unidades de conservação e áreas protegidas

Município	UCs - Proteção Integral							UCs - Uso Sustentável						Áreas Protegidas				To tal por município		
	SEC ⁶	N	ARNA	P E	MN	EBIO	VS	PA	RIE	E	DS	EC	PPN	PP	PE	VE	arUrbM			
Jaguaraçu - MG				-														-	2	
João Monlevade - MG				-															-	1
Mariana - MG				-															-	4
Ouro Preto - MG				-															-	11
Periquito - MG				-															-	2
Sabará - MG				-															-	3
Santa Bárbara - MG				2															-	5
Santa Leopoldina - ES				-															-	4
Santa Luzia - MG				-															-	1
São Gonçalo do Rio Abaixo - MG				-															-	1
Serra - ES				-															-	9
Timóteo - MG				-															-	1
Vila Velha - ES				-															-	6
Vitória - ES				-										3				1	1	56

6.6. Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados no estudo foram coletados pelas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Essas estações são constituídas por um cercado meteorológico onde são coletados os dados de precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura do ar, cobertura de nuvens, direção e velocidade do vento. Nos quais são armazenados e divulgados a cada 1 hora.

A estação meteorológica utilizada foi a de Governador Valadares (MG) que está localizada próximo a EFVM, aproximadamente no ponto médio de seu comprimento e, também apresenta valores médios quanto aos seus registros, diferentemente se fosse adquirido os dados das estações de Belo Horizonte ou Vitória (ES) que possuem valores mais extremos, principalmente de umidade, pois sofrem influência dos fenômenos de continentalidade e maritimidade, respectivamente.

Dessa forma foi feito a média dos dados de interesse para o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2020, o relatório técnico de dados meteorológicos consultado está disponível no Apêndice E de INMET (2020). A Tabela 15 apresenta essa média dos dados meteorológicos obtidos nessas estações no período diurno (das 6h01min às 18h00m)

Tabela 15 – Dados meteorológicos utilizados no estudo

Estação Meteorológica	Coordenadas	Umidade Relativa (%)	Velocidade de Vento (m/s)	Temperatura (°C)	Radiação Solar (W/m ²)	Classe de Pasquill
Governador Valadares/MG	18.83° S 41.98° O	63	1,8	26,5	39 2	A ou B

Fonte: INMET, 2020

7. RESULTADOS

7.1. Análise de Risco

Conforme apresentado na PROCEDIMENTOS **METODOL**, para a simulação dos cenários acidentais da EFVM de vazamento de produto perigoso são necessários os dados das condições ambientais da área de estudo (condições meteorológicas), os dados do produto armazenado (especificação da substância), mais as condições operacionais da instalação (tais como temperatura/pressão de armazenamento e dimensões de equipamentos).

Para os dados de condições meteorológicas exigidas para a simulação foram utilizados os dados meteorológicos da estação de Governador Valadares que como visto anteriormente já apresentam os valores médios da região, sendo suficientes para a simulação, seus valores foram apresentados no item 6.6. Ainda, foi considerado que a temperatura média do solo seria 5°C superior à temperatura ambiente no período diurno, e para rugosidade superficial do solo adotou-se o valor de 50 cm.

Em seguida, encontram-se abaixo as características dos principais produtos químicos perigosos armazenados e transportados pela EFVM, a serem simulados, segundo as Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ (PETROBRAS, 2019):

7.1.1. Gasolina

A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos e álcool e a sua composição varia de acordo com o local de produção. Tipicamente, a Gasolina possui de 27-47% de hidrocarbonetos saturados, de 15-28% de hidrocarbonetos olefínicos, de 26-35% hidrocarbonetos aromáticos e de 13-25% de álcool etílico anidrido combustível, podendo conter ainda pequenas frações de benzeno.

Propriedades físicas pertinentes da Gasolina incluem:

- A gasolina é amarelada e possui um forte odor característico;
- A gasolina é volátil e altamente inflamável;
- O limite de concentração do vapor o qual os trabalhadores podem se expor sem apresentar efeitos adversos é de 500 ppm, sendo que o tempo máximo de exposição deve ser de 15 minutos, podendo ocorrer no máximo 4 vezes

durante a jornada e tendo um intervalo de pelo menos 60 minutos entre cada uma delas. Em contrapartida, trabalhador pode se expor à concentração de 300 ppm durante toda a jornada sem que tenha qualquer efeito adverso.

- A gasolina é insolúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos.

7.1.2. Diesel

Os Óleos Diesel são misturas complexas de petróleo, compostas primariamente de hidrocarbonetos saturados (parafínicos ou naftênicos) ou aromáticos com cadeia carbônica composta de 9 a 30 átomos de carbono e ponto de ebulição entre 150 e 471°C. Este produto contém aditivos.

As propriedades físico-químicas pertinentes do Óleo Diesel incluem:

- É um líquido oleoso, límpido (isento de material em suspensão) e possui odor característico;
- Líquido inflamável – Categoria 3;
- Insolúvel em água (flutua sobre ela), mas solúvel em solventes orgânicos.

7.1.3. Etanol

O Etanol Combustível é um biocombustível proveniente do processo fermentativo de biomassa renovável, destinado ao uso em motores a combustão interna, e possui como principal componente o etanol, o qual é especificado sob as formas de Etanol Anidro Combustível e Etanol Hidratado Combustível⁷. O Etanol Combustível pode ser apresentado como: etanol comum (álcool hidratado), etanol aditivado e etanol anidro (etanol misturado à gasolina). O Etanol hidratado é a mistura de álcool e água que precisa ter de 95,1% a 96% de graduação alcoólica. Para a obtenção do etanol aditivado são adicionados aditivos ao etanol hidratado com o objetivo de melhorar o rendimento e reduzir desgastes no motor. O etanol anidro é o etanol com graduação alcoólica de no mínimo 99,6%, praticamente etanol puro. Atualmente, a proporção de etanol anidro misturada à gasolina brasileira está estipulada em 20%.

Propriedades físicas pertinentes ao Etanol incluem:

⁷ Definição proveniente da RESOLUÇÃO ANP Nº 19, DE 15.4.2015.

- O Etanol é incolor, límpido e com odor característico, ANP exige que ao Etanol Anidro Combustível seja adicionado corante laranja para distinção do Etanol Hidratado Combustível que está proibido de receber corante laranja e azul, este último por conta da gasolina de aviação;
- O Etanol tanto líquido quanto vapor é extremamente inflamável;
- O limite de concentração do vapor o qual os trabalhadores podem se expor sem apresentar efeitos adversos é de 1000 ppm (TLV-STEL), sendo que o tempo máximo de exposição deve ser de 15 minutos, podendo ocorrer no máximo 4 vezes durante a jornada e tendo um intervalo de pelo menos 60 minutos entre cada uma delas. Em contrapartida, trabalhador pode se expor à concentração de 780 ppm durante toda a jornada sem que tenha qualquer efeito adverso.
- O Etanol é miscível em água, éter etílico, acetona e clorofórmio, porém solúvel em benzeno.

7.1.4. Derivado Escuro

O termo derivado escuro é uma designação genérica de alguns derivados do petróleo com alto peso molecular, dentre eles o óleo combustível e o asfalto. Devido à ausência de informações específicas relacionadas ao produto derivado escuro, considerou-se o óleo combustível como produto de referência para o desenvolvimento desse estudo.

Óleos combustíveis são misturas complexas de petróleo, compostas, majoritariamente, de hidrocarbonetos com uma ampla faixa de pesos moleculares, números de carbonos (C7 a C50) e pontos de ebulição (121 a 600 °C). Os hidrocarbonetos de petróleo contêm enxofre, nitrogênio, oxigênio e compostos organometálicos. Normalmente, o óleo combustível marítimo para bunker recebe uma fração de óleo Diesel.

Propriedades físicas pertinentes do Óleo Combustível incluem:

- O óleo combustível é líquido denso, oleoso, preto e possui um odor característico similar com alcatrão;
- O óleo combustível é levemente inflamável;

- O óleo combustível é insolúvel em água (flutua sobre ela), mas solúvel em solventes orgânicos.

7.1.5. Condições Operacionais

Por fim, as condições operacionais da instalação, tais como, temperatura e pressão de armazenamento são apresentadas no Apêndice B segundo as premissas já apresentadas e segundo os parâmetros que compõem o algoritmo do *software EFFECTS* utilizado para essas simulações.

7.1.6. Resultados das Simulações

Diante disso, inicialmente é apresentado no apêndice B o modelo de evaporação da poça que é o cálculo inicial de taxa de vaporização da poça de produto perigoso para gerar a análise consequências (**Tabela 16**). Com a taxa de vaporização calculada é possível saber o quanto do produto eliminado foi perdido para a atmosfera e o quanto permaneceu no solo. Então com retirada do produto evaporado no momento do incêndio ou explosão é possível saber a real quantidade de produto no ambiente e que alcance ele atingiu no momento do acidente.

Tabela 16: Resultado das taxas de vaporização de cada produto simulado

Taxa de vaporização da poça dos produtos	Massa total em 5 vagões de 90m ³	Total de massa vaporizada	Porcentagem vaporizada da massa total	Diâmetro de poça representativo
Derivado escuro	340.170 kg	304,75 kg	0,0896%	240,64 m
Diesel	343.550 kg	488,51 kg	0,1422%	240,56 m
Etanol	353.650 kg	16.303 kg	4,6099%	237,99 m
Gasolina	363.130 kg	51.707 kg	14,2393%	234,27 m

Para uma análise de risco é sempre importante analisar o pior caso possível para análise. Dessa forma, foi simulado um cenário catastrófico para que os alcances sejam os maiores possíveis, tendo em vista que eles serão analisados junto a sensibilidade da área de estudo. Sendo assim, o que foi simulado foi o cenário de pior caso: o descarrilhamento de 5 vagões (90m³ cada) de uma só vez, de uma locomotiva da EFVM. Esse cenário de descarrilhamento conta com o tombamento dos 5 vagões

(lembrando que uma composição de carga pode ter diversos vagões) e a perda catastrófica instantânea das suas respectivas cargas.

Diante disso, como *software EFFECTS* foram encontrados os resultados presentes no Apêndice B, que é o relatório detalhado de resultados que o mesmo software emite. O resumo desses resultados pode ser encontrado na **Tabela 17** abaixo com os produtos e seus respectivos resultados de raio de alcance em metros.

Tabela 17: Resultados da análise de risco

Produto	Hipótese acidental		Curvas de radiação de calor	Diâmetro de poça
escuro Derivado	poça	Incêndio em	37,5kW/m ²	67 m
			35kW/m ²	69 m
			28,4kW/m ²	76 m
			25kW/m ²	80 m
			19,5W/m ²	90 m
			9,8kW/m ²	117 m
			3kW/m ²	177 m
escuro Derivado	nuvem	Incêndio em	Não formou incêndio em nuvem	
escuro Derivado	nuvem	Explosão em	Não formou explosão em nuvem	
Diesel	poça	Incêndio em	37,5kW/m ²	74 m
			35kW/m ²	76 m
			28,4kW/m ²	85 m
			25kW/m ²	91 m
			19,5W/m ²	104 m
			9,8kW/m ²	139 m
			3kW/m ²	216 m
Diesel	nuvem	Incêndio em	Não formou incêndio em nuvem	
Diesel	nuvem	Explosão em	Não formou explosão em nuvem	
Etanol	poça	Incêndio em	37,5kW/m ²	0 m
			35kW/m ²	0 m
			28,4kW/m ²	63 m
			25kW/m ²	65 m
			19,5W/m ²	70 m
			9,8kW/m ²	90 m
			3kW/m ²	130 m
Etanol	nuvem	Incêndio em	Não formou incêndio em nuvem	
Etanol	nuvem	Explosão em	Não formou explosão em nuvem	
Gasolina	poça	Incêndio em	37,5kW/m ²	76 m
			35kW/m ²	79 m
			28,4kW/m ²	88 m
			25kW/m ²	95 m
			19,5W/m ²	109 m
			9,8kW/m ²	149 m
			3kW/m ²	234 m
Gasolina	nuvem	Incêndio em	Não formou incêndio em nuvem	
Gasolina	nuvem	Explosão em	Não formou explosão em nuvem	

7.2. Análise de Vulnerabilidade

Após a análise de risco dos 4 produtos simulados, é possível observar que a gasolina foi a que atingiu maior alcance e seu diâmetro da poça de 234 metros na radiação de 3 kW/m² no cenário de incêndio em poça foi o pior caso estipulado. Ou seja, nesse raio de pior caso é onde possivelmente poderiam ocorrer acidentes potencialmente danosos ao meio ambiente e a população, como: vazamento de produto perigoso, ruptura no vagão de carga, explosão em nuvem do produto perigoso vazado, entre outros acidentes.

Com os dados da análise de risco foi possível gerar a análise de vulnerabilidade. Com base no alcance de pior caso (234 m), primeiramente foi estimada a população exata afetada, com base não mais nos municípios da área de estudo, e sim nos setores censitários atingidos pela análise de risco, segundo os dados do IBGE (2010).

Baseado nos dados absolutos do censo demográfico (IBGE, 2010) foram encontrados 697 setores censitários afetados pela simulação de pior caso de 234 metros. Nesses 697 setores encontra-se a população total de 423.094 pessoas, ou seja, mais de 420 mil pessoas podem ser afetadas caso ocorra um acidente com produtos perigosos na EFVM. Contudo, como sabe-se que esses setores censitários não têm tamanho definido, muitos têm sua área totalmente contida dentro desse raio, porém outros podem extrapolar e muito a área atingida pelo alcance de pior caso. Com isso, foi adotada a premissa de que a população se distribui homoganeamente sobre o espaço, apenas para fins de análise estatística.

Dessa forma, adotando essa premissa, foi possível calcular não apenas a quantidade total de pessoas dos setores censitários atingidos, mas também a área específica de cada setor e a partir dessa área chegou-se ao cálculo proporcional de pessoas atingidas dentro da área afetada nos setores censitários. Ou seja, se N pessoas estão num setor censitário de área X, se esse setor censitário tem apenas uma área Y afetada, quantas pessoas haverá apenas nessa área Y, proporcionalmente? Sendo assim, foi possível chegar num valor mais aproximado de 168.991 pessoas atingidas pelo cenário de pior caso. O cálculo para essa pergunta e outros valores totais encontram-se no Apêndice D.

Em seguida, a definição dos trechos vulneráveis localizados ao longo da EFVM foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa foram identificadas todas as áreas sensíveis identificadas no levantamento geográfico localizados a até 234 m da EFVM como resultado do pior caso simulado. Incluindo os pontos de captação de água (superficial e subsuperficial) e as estruturas ferroviárias sobre os corpos hídricos. Os centros urbanos e rurais não foram incluídos nessa análise pois, como visto anteriormente, optou-se por analisar a população por setores censitários. Alguns dos motivos dessa escolha foram a escassez de dados demográficos precisos sobre esses centros populacionais e o fato deles serem representados por pontos, o que acaba não sendo muito representativo ao analisar se os centros rurais e urbanos foram afetados pelo cenário acidental simulado.

Já na segunda etapa, a EFVM foi dividida em trechos classificados como vulneráveis e menos vulneráveis, segundo uma perspectiva booleana, ou seja, que aceita apenas dois valores (exemplo: verdadeiro ou falso). Tendo em vista que no momento de uma resposta emergencial a um acidente ferroviário, é necessário saber quais locais exatamente deve se priorizar para mobilizar assertivamente os recursos finitos, por isso a adoção da classificação em trechos vulneráveis ou menos vulneráveis. Para a definição de trechos vulneráveis, foram consideradas as áreas socio-ambientalmente sensíveis dentro do alcance de 234 m. Nessa perspectiva foram considerados vulnerável todo e qualquer trecho que possua:

- Unidades de conservação;
- Zonas de amortecimento;
- Áreas protegidas;
- Áreas quilombolas;
- Áreas indígenas;
- Sítios arqueológicos;
- Pelo menos 2 estações de captação de água superficial
- Pelo menos 2 poços artesianos

A partir desses critérios, foram levados em consideração margens de 500m para estabelecer o limite de cada trecho vulnerável (Apêndice C). Como as estruturas ferroviárias sobre os corpos hídricos se encontram ao longo de toda a ferrovia, foram

consideradas apenas a fins de alongamento do trecho vulnerável para incluir alguma dessas estruturas que estariam próximas ou dentro dos 500m. Na segunda etapa de identificação dos trechos vulneráveis da EFVM, segundo uma abordagem booleana que também demonstra trechos menos vulneráveis e 16 trechos vulneráveis, totalizando cerca de 375km, como mostra a Figura 6, cerca de 40% da ferrovia é vulnerável a acidentes ferroviários.

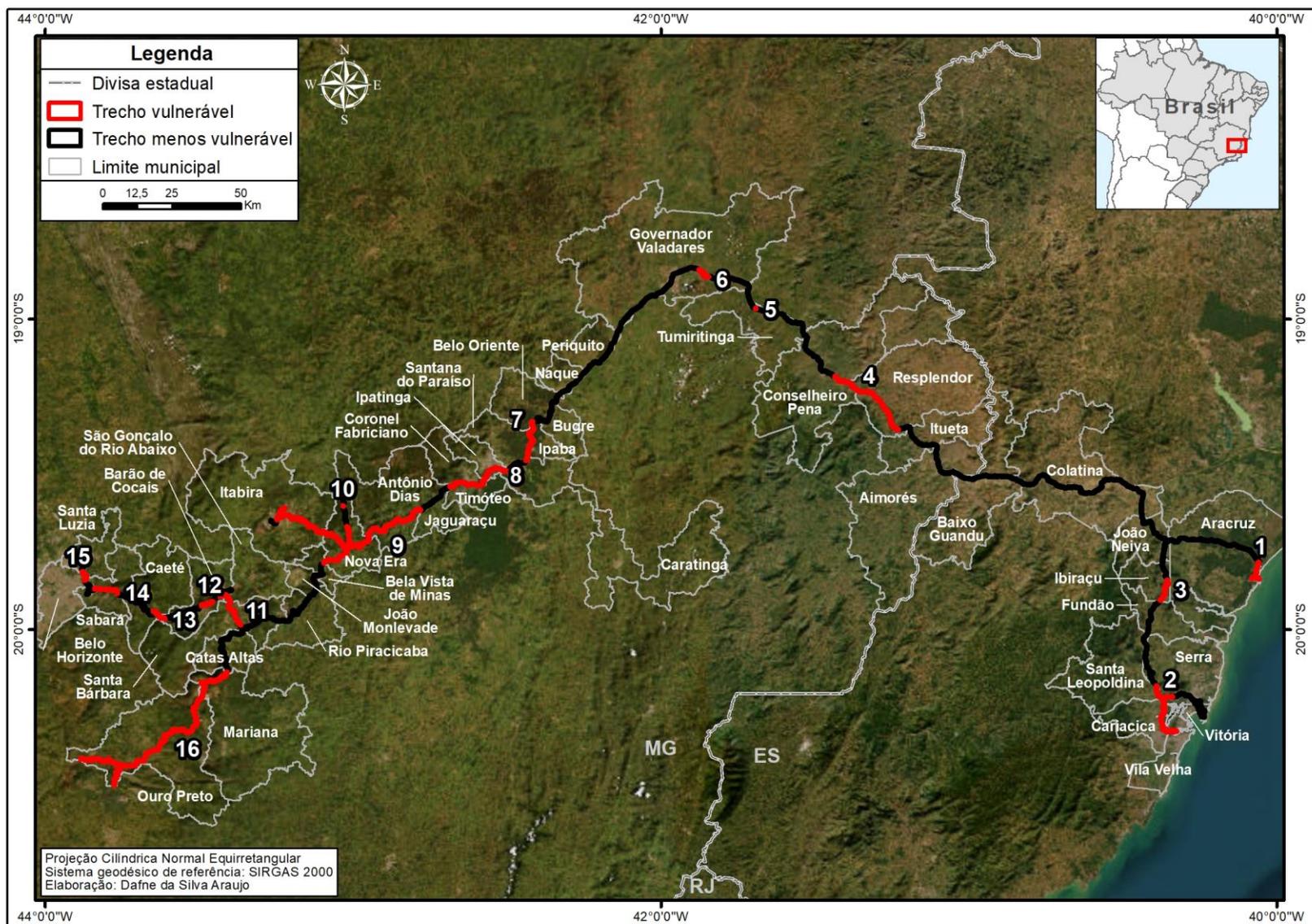


Figura 6 - Mapa dos trechos vulneráveis ao longo da ferrovia EFVM.

Os trechos vulneráveis localizados na Figura 6 estão identificados na lista abaixo com suas respectivas áreas sensíveis:

1. Área indígena de Comboios, sítio arqueológico Portocel e 3 pontes ferroviárias
2. Unidade de conservação RDS Municipal do Manguezal de Cariacica e PNM do Manguezal de Itanguá, 1 captação de água superficial, 1 poço artesiano, 7 pontes ferroviárias e 1 passagem elevada da ferrovia.
3. Unidade de conservação ARIE do Morro da Vargem, 1 ponte e 1 túnel ferroviários
4. Unidade de conservação RPPN 07 de Outubro, zona de amortecimento do PE de Salões, área indígena de Krenak e 2 poços artesianos
5. Sítio arqueológico Rio 19
6. Área protegida APE Estadual Pico do Ibituruna, zona de amortecimento do MN estadual Pico do Ibituruna e 2 pontes ferroviárias
7. Unidade de conservação da APA Belo Oriente e APA Santana do Paraíso, 1 ponte ferroviária e 4 poços artesianos
8. Unidade de conservação da APA Serra dos Cocais, APA Serra do Timóteo, zona de amortecimento do PE do Rio Doce, 5 pontes ferroviárias e 18 poços artesianos
9. Unidade de conservação da APA Antônio Dias, APA Nova Era, APA Municipal Piracicaba, zona de amortecimento do PNM Mata do Intelecto e PM Água Santa, sítio arqueológico de Nova Era-1, 1 captação de água superficial, 2 poços artesianos, 15 pontes ferroviárias, 10 túneis ferroviários e 1 viaduto ferroviário.
10. Sítio arqueológico de Nova Era II
11. Unidade de conservação RPPN Santuário Caraça, área protegida APE UHE de Peti, 1 ponte ferroviária e 1 túnel ferroviário
12. Sítio arqueológico Garcia, sítio Ruínas do São Miguel, 1 poço artesiano e 2 pontes ferroviárias
13. Unidade de conservação APA Estadual Sul RMBH, 1 captação de água superficial e 1 túnel ferroviário

14. Zona de amortecimento do PM Florestas Chácara do Lessa, 3 poços artesianos, 3 pontes ferroviárias, 1 túnel ferroviário e 1 viaduto ferroviário.
15. Unidade de conservação APA Fazenda Capitão Eduardo e 1 ponte ferroviária
16. Unidade de conservação da APA Estadual Cachoeira das Andorinhas, APA Estadual Sul RMBH, APA Cachoeira das Andorinhas, zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Gandarela, Área Protegida APE Estadual Ouro Preto – Mariana, 8 poços artesianos, 7 pontes ferroviárias, 12 túneis ferroviários e 3 viadutos ferroviários

No total foram 16 unidades de conservação, 6 sítios arqueológicos, 1 área indígena, 3 áreas protegida, 7 zonas de amortecimento, 58 poços artesianos, 5 pontos de captação de água superficial, 81 infraestruturas ferroviárias sobre os corpos hídricos afetadas pelo pior cenário acidental simulado.

8. DISCUSSÕES

Ao analisar as possíveis consequências reais se as hipóteses simuladas acontecessem, haveria os seguintes tipos de consequências: estruturais, individuais, sociais e ambientais.

8.1. Consequências Estruturais

Com relação à vulnerabilidade estrutural devido a incêndios, a extensão dos danos a equipamentos depende da intensidade da radiação térmica, da duração da exposição, do tipo de material e da presença de sistemas de proteção. O *Guidelines for Consequences Analysis of Chemical Releases* (AICHE, 2000) considera o nível de radiação térmica de $37,5 \text{ kW/m}^2$ como o valor limite para causar danos severos a equipamentos de processo como indicado na Tabela 18, podendo inclusive ocasionar no escalonamento de cenários acidentais (efeito dominó).

Tabela 18: Níveis de Fluxo de Radiação Térmica e Efeitos esperados em Pessoas e Estruturas

Níveis de Radiação (kW/m^2)	Consequências
0,70	Pele avermelhada e queimaduras em exposição prolongada
1,75	Limite da dor alcançado após 60 segundos
2,00	Danos em cabos de PVC isolados
5,00	Limite da dor alcançado após 15 segundos. Temperatura de equilíbrio 230°C
6,40	Limite da dor alcançado após 8 segundos. Queimaduras de 2º grau após 20 segundos
9,50	Limite da dor alcançado após 8 segundos. Queimaduras de 2º grau após 20 segundos. Temperatura de equilíbrio 320°C
12,50	Queimaduras de 2º grau. A madeira sofre ignição em exposição prolongada, em presença de chama permanente. Fusão das tubulações plásticas
15,00	Limite da classe 2 de materiais de construção. Temperatura de equilíbrio 390°C
16,00	Severas queimaduras após 5 segundos
25,00	Madeira sofre ignição em exposição prolongada
30,00	Limite da classe 1 para materiais de construção
37,50	Queimaduras letais em breve exposição e danos aos equipamentos industriais

Fonte: AICHE, 2000.

O Efeito Dominó, conforme definido no AICHE (2000), é o nome dado ao desencadeamento de acidentes oriundos da propagação de cenários acidentais primários (eventos), provocando uma ampliação das áreas danificadas.

O efeito dominó pode ser analisado sob duas abordagens distintas:

- Aumento das consequências de um dado cenário acidental para uma dada frequência, de forma a permitir a análise de maiores consequências devido ao efeito dominó; e
- Aumento da frequência de falha de um dado cenário acidental para determinada consequência, de forma a permitir a análise da contribuição da frequência devido ao efeito dominó.

Convém ressaltar que essas duas abordagens não são mutuamente exclusivas, mas intimamente relacionadas e incrementam a lista de cenários que constituem a estimativa de risco.

A análise inicial do cenário que resultará em efeito dominó compreende as áreas que podem causar mais danos a equipamentos, do que ferimentos ou fatalidades. Logo, as áreas consideradas para análise de efeito dominó são sensivelmente menores que aquelas relacionadas a lesões e fatalidades.

8.2. Consequências Individuais

As consequências individuais estão ligadas ao potencial dado à saúde humana desses produtos perigosos transportados pela EFVM, abaixo é possível encontrar todos os seus perigos segundo as Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ (PETROBRAS, 2019):

8.2.1. Potenciais Perigos do Etanol

Há perigos potencialmente associados a liberações de Etanol que podem resultar em efeitos sobre grandes áreas e afetar a população em geral. Dentre esses perigos, estão:

- Produto altamente inflamável. Recipientes podem explodir quando aquecidos. Quando aquecido, pode liberar vapores tóxicos e irritantes. Risco de explosão em ambientes fechados;
- Reage violentamente com oxidantes fortes como ácido nítrico, nitrato de prata, nitrato de mercúrio ou perclorato de magnésio com risco de incêndio e explosão.

Em relação às informações toxicológicas, destaca-se que, em contato, o Etanol pode provocar:

- Irritação à pele com vermelhidão e ressecamento;
- Irritação ocular grave com vermelhidão, lacrimejamento e dor;
- Defeitos genéticos, se ingerido, e prejudicar a fertilidade ou o feto, provocando abortos espontâneos, assim como defeitos congênitos e outros problemas de desenvolvimento;
- Depressão, quando em exposição única, do sistema nervoso central com tontura, sonolência, vertigens, dores de cabeça, incoordenação motora e perda de consciência. Pode provocar irritação no trato respiratório e gastrointestinal com tosse, dor de garganta, náuseas, sensação de queimação, dor abdominal e diarreia;

Danos, quando em exposição repetida, ao sistema nervoso central com tremores, irritabilidade, perda de concentração e confusão mental por exposição repetida ou prolongada, além de danos hepáticos com acúmulo de gordura no fígado e cirrose em caso de exposição crônica por ingestão. Pode causar ressecamento da pele após contato repetido

8.2.2. Potenciais Perigos do Derivado Escuro, Gasolina e Óleo Diesel

Há perigos potencialmente associados a liberações de Derivado Escuro, Gasolina e Óleo Diesel que podem resultar em efeitos sobre grandes áreas e afetar a população em geral. Dentre esses perigos, estão:

- A combustão do produto químico ou se sua embalagem pode formar gases irritantes e tóxicos como monóxido, dióxido de carbono e sulfeto de hidrogênio;
- Muito perigoso quando exposto a calor excessivo ou outras fontes de ignição como: faíscas, chamas abertas ou chamas de fósforos e cigarros, operações de solda, lâmpadas-piloto e motores elétricos. Pode acumular carga estática por fluxo ou agitação. Os vapores do líquido aquecido podem incendiar-se por descarga estática. Os vapores são mais densos que o ar e tendem a se acumular em áreas baixas ou confinadas, como bueiros, porões etc. Podem deslocar-se por grandes distâncias provocando retrocesso da chama ou novos focos de incêndio tanto em ambientes abertos como confinados. Os contêineres podem explodir se aquecidos.

Em relação às informações toxicológicas, destaca-se que, em contato, o Derivado Escuro, a Gasolina e o Óleo Diesel podem provocar:

- Náuseas e vômitos, se ingerido;
- Irritação à pele com vermelhidão e ressecamento;
- Irritação aos olhos com vermelhidão, dor e lacrimejamento. O contato repetido dos olhos pode causar conjuntivite crônica;
- Dermatite crônica após contato prolongado e pneumonite química por aspiração para os pulmões;
- Irritação, quando em exposição única, das vias respiratórias com tosse, espirros e falta de ar, além de sonolência, vertigem e dor de cabeça;
- Dano, quando em exposição repetida, ao sistema nervoso central e fígado.

8.3. Consequências Sociais

Para além das consequências de cada indivíduo, estão as consequências que atingem uma sociedade como um todo. Nesse caso, a EFVM poderá acarretar acidentes graves em quaisquer um dos 44 municípios em que ela atravessa, porém, é válido ressaltar que dentre esses municípios 2 deles são grandes metrópoles e capitais estaduais, ou seja, apesar dessas cidades serem terminais da EFVM em que não há muita velocidade dos trens, ali está armazenado todas as cargas (perigosas ou não) aguardando transporte além de diversos equipamentos de manutenção. Apenas isso, já atribui a Vitória e Belo Horizonte o status de maior vulnerabilidade a acidentes na EFVM.

Na análise de vulnerabilidade elaborada neste estudo conseguiu prever o atingimento da área indígena de Comboios no Espírito Santo, caso haja um acidente de pior caso com carga perigosa na EFVM. Com isso, os gestores e governantes responsáveis por essa área devem tomar as medidas cabíveis e elaborar um plano de resposta a emergência da área, caso ela venha a ser atingida por um incêndio tipo incêndio em poça.

Ao traçar os trechos vulneráveis da ferrovia, uma das análises que foram feitas foi a da população a ser atingida por setor censitário. Visto que esses setores, são a menor unidade em que se tem o levantamento demográfico é justo a utilização desses

dados para saber especificamente quem poderá ser atingido. Ainda assim, dentro dos setores censitários, foi possível fazer um recorte espacial mais específico em detrimento do alcance obtido no cenário de pior caso simulado. Com essa análise estatística foi possível estimar que 168.991 pessoas seriam afetadas pelo possível incêndio em poça em quais quer um dos 44 municípios. Diante desse estudo, aconselha-se aos governos responsáveis de fazer o levantamento específico dessa região estipulada do entorno da EFVM para a detecção precisa da população possivelmente afetada para a implantação de políticas de orientação e simulação de emergência.

8.4. Consequências Ambientais

As consequências ambientais estão ligadas ao potencial dado ao meio ambiente no transporte ferroviário de produtos perigosos, em relação às informações toxicológicas abaixo é possível encontrar todos os seus perigos segundo as Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ (PETROBRAS, 2019):

- Altamente persistente no meio ambiente e não é rapidamente degradado
- Poluição de efeito prolongado em ambientes aquáticos
- Alta toxicidade para os organismos aquáticos
- Alto potencial bioacumulativo
- Diminuição da disponibilidade de oxigênio
- Aderência na pele e conseqüente sufocamento em animais

Na análise de vulnerabilidade elaborada neste estudo demonstra que no alcance de apenas 234 metros ao lado da ferrovia, 6 sítios arqueológicos seriam afetados por esses acidentes ferroviários. Com possível dado ao patrimônio arqueológico, degradação de sambaquis e deterioração ou total perda de pinturas rupestres.

Na mesma análise de vulnerabilidade foi possível prever o atingimento de 16 unidades de conservação, 7 zonas de amortecimento e 3 outras áreas protegidas. Tudo isso com suas vastas áreas ao longo de toda a ferrovia. Dessa forma, caso um acidente no transporte de produtos perigosos aconteça acarretará a supressão

vegetal, morte ou fuga da fauna local, perda de nutrientes do solo, poluição atmosférica e principalmente, poluição das águas.

A poluição dos recursos hídricos é uma das maiores preocupações deste estudo, dos ambientalistas, dos gestores de unidades de conservação e áreas protegidas, entre outros. Devido ao fato de que a água é o principal transportador dos produtos tóxicos derramados no ambiente. No solo eles demoram mais a penetrar e conseguem ser mais rapidamente retirados por estarem concentrados, no ar, na nossa simulação não houve a formação de nuvem tóxica.

Contudo, se o acidente acontecesse sobre uma estrutura ferroviária sobre um corpo hídrico, por exemplo uma ponte sobre o rio Doce, a toxidade se arrastaria por quilômetros até o mar, poluindo-o também e todo o ambiente a jusante, assim como já aconteceu em acidentes com barragens. Se uma poça de gasolina (por exemplo) atingir um dos 5 pontos de captação de água superficial, além da poluição hídrica a população inteira que estava sendo abastecida por esse local terá o seu abastecimento interrompido, não antes de já ter ingerido as toxidades, do produto perigoso, do incêndio e das faíscas e outros materiais do tombamento do vagão. Ainda se dentro desse raio encontrado da simulação do acidente, um dos 58 poços artesanais populares identificados na análise, for atingido, além de todos os danos já citados que interfeririam na população mais pobre e na sua atividade agropecuária, o lençol freático também seria atingido diretamente com danos irreversíveis pois infelizmente não recebem ações de combate a emergência tão eficientemente quanto os problemas ambientais de superfície.

Segundo a Lei Federal nº 9.605, de 1998 e o Decreto Federal nº 6.514, de 2008 os danos ao meio ambiente, principalmente a poluição e o incêndio florestal são crimes federais com pena, multa, custeio de projetos ambientais e paralisação das atividades tanto a pessoas responsáveis quanto a instituições (BRASIL, 1998 e 2008). No caso da concessionária Vale, as multas, mesmo que astronômicas, são ínfimas comparadas ao seu faturamento, ela já promove projetos ambientais diversos e a paralisação das atividades da EFVM seriam temporárias até o reestabelecimento do local e a averiguação da perícia. Entretanto, os dados para a imagem da companhia seriam os piores possíveis, como foi o caso recente do terrível crime ambiental da mesma companhia em Brumadinho no ano de 2019, quando as ações da Vale caíram cerca de 25%, segundo os tabloides da época.

8.5. Análise dos Resultados

Os dados obtidos na análise de risco demonstram como diferentes produtos perigosos transportados pela EFVM podem causar consequências catastróficas em caso de acidente. Diante disso, é importante notar que nos resultados obtidos apenas houve a formação das hipóteses acidentais de incêndio em poça, pois as nuvens não se formaram nas simulações de nenhum dos produtos, quer fossem mais fluidos ou não, devido à ausência de massa inflamável para a formação da nuvem tóxica.

Em testes durante as simulações observou-se que isso estava muito mais relacionado as condições meteorológicas locais do que as propriedades dos produtos ou do volume liberado durante o acidente. Em virtude disso, não houve a possibilidade de alteração de parâmetros para a obtenção de resultados diferentes de zero nas hipóteses de explosão e incêndio em nuvem afim de comparação com a hipótese de incêndio em poça ou de comparação entre os diferentes produtos do mesmo cenário.

Entretanto, mesmo com a não formação de nuvem nas hipóteses de incêndio e explosão em nuvem é possível analisar esse resultado como algo positivo para o meio ambiente da região, que não terá sua atmosfera tão poluída com a liberação de nuvem tóxica, nem a população sendo prejudicada com a inalação da mesma.

Contudo, felizmente além de haver diferentes produtos perigosos a serem analisados, também há diferentes hipóteses acidentais simuladas. Na hipótese de incêndio em poça, todos os produtos tiveram a formação de poça de produto em combustão no ambiente. Seus alcances variaram de 0 a 76 metros na maior radiação de 37,5 kW/m² e de 130 a 234 metros na menor radiação de 3kW/m². Podendo afirmar então que quanto maior a radiação térmica do incêndio em poça menor o alcance em metros, sendo inversamente proporcionais e que entre os diferentes produtos há grande amplitude entre os alcances para todos os valores de radiação térmica simulados.

O fato de não haver formação de incêndio em poça do etanol nas radiações térmicas mais altas também é algo a ser analisado. Pois, enquanto a gasolina com sua menor viscosidade mais causa incêndio, o etanol com maior taxa de evaporação, menos possui material para o espalhamento da poça. Pode-se afirmar então que quanto maior a tendência de vaporização, menor o espalhamento e a energia incendiária.

Para além dos resultados alcançados, esta pesquisa traz em seu cerne sua aplicabilidade a outros locais e outros modais de transporte, ou seja, em outras ferrovias brasileiras é possível se utilizar das mesmas fontes aqui consultadas e replicar a metodologia ou ainda no transporte em outros modais também é possível fazer essa replicação, desde que guardadas as devidas proporções, legislações e infraestruturas específica.

Facilmente, é possível pensar em projetos futuros seguindo a mesma linha metodológica, como para o modo rodoviário por exemplo, em que é feito o uso constante para o transporte de cargas perigosas e como é um transporte linear, assim como o ferroviário, também é possível usar o mesmo conceito de trechos vulneráveis, como aqui utilizado. A nível de possíveis atualizações deste trabalho, a população seria a primeira a ser atualizada, conforme o novo recenseamento for publicado pelo IBGE, que infelizmente teve seu levantamento adiado por motivos de força maior e não foi possível a nova publicação em tempo hábil para esta pesquisa, porém como aprofundamento futuro, esta atualização está como a principal a ser alcançada.

Além disso, numa perspectiva de continuidade da pesquisa, faz-se necessário a criação de mais classes de vulnerabilidade, tendo em vista que a vulnerabilidade tanto ambiental quanto social pode ser em graus diferentes, como alta, média e baixa vulnerabilidade. Também é possível desenvolver um detalhamento maior da sensibilidade local, seja com dados em escala mais detalhada, seja com dados primários, com idas a campo para a verificação da sensibilidade local e levantamento da população específica da área. Essa pesquisa também pode subsidiar a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo, segundo a metodologia de MMA (2002), visto que é crescente a aplicação dessa metodologia no ambiente *onshore*, pois além da presente pesquisa corroborar com os perigos do derramamento de óleo no meio ambiente, ela já traz em seu mapeamento a identificação dos recursos socioeconômicos da região

9. CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou os acidentes ferroviários da EFVM, em que foi constatado que estariam relacionados principalmente a casos fortuitos ou de força maior, ou seja, um acidente provocado por ato humano ou natural que não poderiam ser evitados no momento, que muitas das vezes geram acidentes com lesão grave ou mortes e no ano de 2020 deixou 5 vítimas (ANTT, 2020a). O que comparativamente é melhor que os anos anteriores e um número relativamente baixo se comparado ao todo período de um ano com outros ramais de transporte e toda a extensão de 905 metros da EFVM. Contudo, hoje já existe tecnologia para monitoramento da linha férrea e para a automação da locomotiva para evitar casos fortuitos. Nesse sentido, a EFVM ainda tem muito a avançar, para se assemelhar a modernas ferrovias internacionais que não registram acidentes com mortes.

Do ponto de vista ambiental e geográfico, a pesquisa mostrou consistentes resultados que traçam um panorama do cenário socioambiental de 44 municípios, levando em consideração a população, seus centros urbanos e rurais, os corpos hídricos, as áreas quilombolas, indígenas, sítios arqueológicos e unidades de conservação. Destacando-se principalmente, o esforço de unificar os dados de unidades de conservação e áreas protegidas de todos esses municípios. A gama de dados coletados é suficiente para fomentar muitos outros estudos e desdobramentos desta presente pesquisa.

Além disso, outro importante aspecto são as infraestruturas da EFVM sobre os corpos hídricos, pois, em caso de acidentes ferroviários com produtos perigosos, o escoamento hidrográfico acelerará a poluição de áreas mais distantes do ponto de origem do acidente. Implicando em condições muito mais sérias ao meio ambiente, afetando uma área muito maior e num tempo muito menor. Estudos de impacto ambientais devem levar isso em consideração numa ferrovia, nesse sentido, esta pesquisa buscou com esses possíveis cenários acidentais sobre os corpos hídricos da EFVM.

Com a identificação de áreas socioambientais sensíveis da região, foi possível analisar como que os acidentes ferroviários poderiam afetar a mesma. Contudo, sem dados mais específicos dos relatórios técnicos da concessionária sobre os acidentes ferroviários ocorridos, foi necessário simular possíveis acidentes na ferrovia. Os

acidentes mais catastróficos são os que envolvem o transporte de produtos perigosos, já que esses podem gerar consequências como incêndio, explosões e nuvem tóxica.

A simulação foi feita em uma análise de risco acidental, que contou com a simulação do tombamento de 5 vagões com volume de 90m³ em qualquer ponto da via com 4 tipos diferentes de produtos perigosos. Como resultado dessa análise de risco obteve-se 3 hipóteses acidentais desses 4 produtos, dentre elas: explosão em nuvem, incêndio em nuvem e incêndio em poça. As hipóteses de explosão em nuvem e incêndio em nuvem não ocorreram nas condições meteorológicas existentes na região. Em testes durante as simulações observou-se que esse resultado não era modificado com a alteração das propriedades dos produtos ou do volume liberado durante o acidente, ou seja, esse resultado está diretamente associado as condições meteorológicas.

É possível analisar o resultado das hipóteses de incêndio e explosão em nuvem como algo positivo para o meio ambiente da região, que não terá sua atmosfera poluída com a liberação de nuvem tóxica, apenas com a liberação esperada do produto com o tombamento do vagão, nem a população seria prejudicada com a inalação da mesma. Já os resultados para a hipótese de incêndio em poça são mais alarmantes, tendo desde o valor mínimo de 0m na simulação de maior radiação térmica para etanol, até o valor máximo de 234 metros para a simulação da gasolina na menor radiação térmica.

Entendendo assim que o resultado de 234 metros é o pior cenário possível de um acidente na ferrovia EFVM, foi feita uma análise de vulnerabilidade com esse raio ao longo de todo o seu traçado. Com isso, observou-se números expressivos de áreas socialmente e ambientalmente sensíveis que passavam muito próximas ou até mesmo cruzavam a ferrovia e estas foram o objeto principal de análise ao se traçar os trechos vulneráveis da EFVM.

Os trechos vulneráveis são intervalos da EFVM que necessitam ser priorizados no momento de um acidente, pois nele foram identificadas unidades de conservação, zonas e amortecimento, áreas protegidas, áreas indígenas, sítios arqueológicos, pontos de abastecimento de água superficial e subsuperficial dentro do raio de pior caso simulado.

No total foram determinados 16 trechos vulneráveis, baseados na concentração dos diferentes aspectos socioambientais, totalizando cerca de 375 km vulneráveis. Inclusive levando em consideração o aglomerado urbano das capitais estaduais em que a ferrovia atravessa e a margem de 234m de cada lado da ferrovia para a análise de vulnerabilidade do entorno da EFVM. Em oposição aos trechos vulneráveis, a metodologia apresentou os trechos menos vulneráveis, segundo uma abordagem booleana que diferenciou ambos os tipos de trechos.

Ao traçar os trechos vulneráveis da ferrovia, uma das análises que foram feitas foi a da população a ser atingida por setor censitário para saber especificamente quem poderá ser atingido. Ainda assim, dentro dos setores censitários, foi possível fazer um recorte espacial mais específico em detrimento do alcance obtido no cenário de pior caso simulado. Com essa análise específica foi possível estimar estatisticamente que 168.991 pessoas seriam afetadas pelo possível cenário de pior caso simulado em todos os 44 municípios. Diante dos resultados desse estudo, aconselha-se uma atualização desses dados populacionais a cada censo demográfico e aos governos responsáveis de fazer o levantamento específico dessa região estipulada do entorno da EFVM para a detecção precisa da população possivelmente afetada para a implantação de políticas de orientação e simulação de emergência.

Com isso, os gestores e governantes responsáveis pela EFVM e toda a região em que ela está localizada devem tomar as medidas cabíveis e elaborar um plano de resposta a emergência nesses trechos vulneráveis aqui especificados, visto que em uma emergência ambiental deve-se priorizar certas áreas a fim de fazer a melhor gestão dos recursos finitos. Dessa forma, este estudo buscou fomentar a implantação de políticas de proteção, orientação e simulação de emergência com análise da criticidade dos trechos da EFVM.

REFERÊNCIAS

ABNT. Gestão de Riscos – Princípio e Diretrizes. ABNT NBR ISO 31.000, 24p. 2009.

AICHE - American Institute of Chemical Engineers. **Guidelines for chemical process quantitative risk analysis**. Nova Iorque, Estados Unidos. 2ª edição. 2000.

ANA (Agência Nacional de Águas) **Portal HIDROWEB**. 2017. Rede Hidrometeorológica. Brasília – DF. Disponível em: <www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: outubro de 2020.

ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). **Anuário do Setor Ferroviário**. Brasília. 2020a. Tabelas resumo a partir das informações das concessionárias no Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário - SAFF, nos termos Resolução ANTT nº 2.502/2007. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/anuario-do-setor-ferroviario>. Acesso em: 15 jun. 2021.

ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). Procedimentos para comunicação pelas concessionárias e subconcessionárias da ocorrência de acidentes ferroviários e de interrupções temporárias de tráfego em infraestrutura ferroviária federal concedida. **Resolução Federal nº 5902, de 21 de julho 2020**. Brasília, DF. 2020b. Disponível em: www.antt.gov.br. Acesso em: 23 mai 2021.

ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigoso, **Resolução Federal nº 5232, de 14 de dezembro 2016**. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.902-de-21-de-julho-de-2020-268193971>. Acesso em: 26 junho 2021.

ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). Procedimentos Para A Comunicação de Acidentes Ferroviários à ANTT pelas Concessionárias e Autorizatórias de Serviço Público de Transporte Ferroviário. **Resolução Federal nº 1431, de 26 de abril de 2006**. Brasília, DF. 2006. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=103689>. Acesso em: 22 jun. 2021.

ARARIPE, D. de Alencar. **História da Estrada de Ferro Vitória a Minas: 1904 - 1954**. Vitória: Cia. Vale do Rio Doce, 1954. 186 p. Disponível em: <http://memoria.org.br/pub/meb000000273/hiseferrovitoria1904minas/hiseferrovitoria1904minas.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2021.

BRUM, Argemiro J. **O desenvolvimento econômico brasileiro**. Ijuí: UNIJUÍ; Petrópolis: Vozes, 2000.

BRASIL. Conselho Nacional de Transportes. **Planos de viação. Evolução histórica (1808-1973)**. Rio de Janeiro: 1974.

BRASIL, DECRETO Nº 6.514, DE 22 DE JULHO DE 2008 - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em outubro de 2022.

BRASIL. Ministério dos Transportes (1997). Portaria nº 204, de 20 de maio de 1997. Regulamentos dos Transportes Rodoviário e Ferroviário de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 20 maio 1997.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Ministério do Planejamento e Orçamento, Departamento de Defesa Civil. Brasília, 2007.

CCPS – Center for Chemical Process Safety. Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis. ISBN 0-8169-0626-2. 1994.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Norma Técnica P4. 261 Decisão da Diretoria – D.D. n. 073/2014/I, de 25/03/14. Publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo de 04.04.14 – Caderno Executivo I, v.124 (64) Poder Executivo, Seção I, p. 83. São Paulo: 2011.

CERRI, L.E.S. **Subsídios para a seleção de alternativas de medidas de prevenção de acidentes geológicos**. 2001. 78f. + anexos. Tese (Livre-docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

COLOGNA, Felipe de Souza. **Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Estrada de Ferro Carajás**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Instituto Tecnológico Vale, Belém, 2016. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.itv.org/wp-content/uploads/2018/02/Dissertacao-Felipe-Cologna.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2021.

CONCAR/CEMND. **Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais- EDGV (ETEDGV), versão 2.0**. Rio de Janeiro, 2008.

CONCAR/CINDE. **Página de Apresentação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE** – Disponível em <https://www.inde.gov.br/Inde/Apresentacao>. Acesso em 29/05/2021.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS. Disponível em: <http://siagas.cprm.gov.br>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

DALEPRANE, Olivio Beltrame. **Estruturação de um Plano de Contingência para o Serviço de Transporte Ferroviário de Carga**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://transportes.ime.eb.br/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DIS228.pdf>. Acesso em: 16 maio 2021.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (Brasil). **Ferrovias: histórico**. Histórico. 2019. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/ferrovias/historico.asp>. Acesso em: 11 mar. 2021.

EBRAHIMI, Hadiseh; SATTARI, Fereshteh; LEFSRUD, Lianne; MACCIOTTA, Renato. Human vulnerability modeling and risk analysis of railway transportation of hazardous materials. **Journal Of Loss Prevention In The Process Industries**, [S.L.], v. 80, p. 104882, dez. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104882>.

EHRENREICH, Paul. **Índios Botocudos do Espírito Santo no século XIX**. Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo, 2014. 152 p. (Coleção Canaã Volume 21). Fotos de Walter Garbe e Tradução de Sara Baldus. Disponível em: https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Livros/MIOLO_LivroIndiosBotocudos_Jun2014_041214.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

ESPINDOLA, S.G.H. 2009. **Avaliação das metodologias para mapeamento de sensibilidade ambiental de bacias hidrográficas com vista à aplicação em bacia de pequeno porte no Estado de Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar - Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI. 59p.

FAUSTO, Boris. História concisa do Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp)/Imprensa Oficial do Estado 2ª ed. 6ª reimpr., 2001.

FAUSTO, Boris. História do Brasil. São Paulo: Edusp, 1995.

FERNANDES, O. 2008. **Modelo para aplicação de critérios ambientais para licenciamento de empreendimentos hidrelétricos: um estudo de caso na sub-bacia hidrográfica do rio Benedito – SC**. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau – FURB. 176p.

FINGER, Anna Eliza. **UM SÉCULO DE ESTRADAS DE FERRO: arquiteturas das ferrovias no Brasil entre 1852 e 1957**. 2013. 466 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/texto_especializado_anna_finger_tese_doutorado_com_capa.pdf. Acesso em: 28 mar. 2021.

FUNAI - Fundação Nacional do Índio 2018. Índios do Brasil - índios hoje. **Geoprocessamento**. Shape. Disponível em: <www.funai.gov.br/index.php/shape>. Acesso em: 27 de outubro de 2020

FURTADO, Milton Braga. **Síntese da economia brasileira**. Rio de Janeiro: JC Editora, 1998.

FRA - Federal Railroad Administration, Office of Safety Analysis. Disponível em: <https://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/Default.aspx>>. Acesso em: novembro de 2020.

GOLDER ASSOCIATES. **Estudo Ambiental - EA Estrada de Ferro Vitória a Minas - EFVM**. Julho, 2008.

GUIMARÃES, Maurício Ferreira. **Avaliação da qualidade das águas do córrego Alegria e rio Uberaba após acidente ferroviário no município de Uberaba/MG**. 2010. 73 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia Ambiental, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9ASG2Y/1/projeto_de_monografia_mauricio_guimaraes_final_p_s_graduacao_tecnologia_ambiental_ufmg_2010.pdf. Acesso em: 17 jul. 2021.

HENRY, O. **Roads of destiny**. New York: Doubleday Page & Company, 1903. 330 p. Disponível em: <https://www.loc.gov/item/25007169/>. Acesso em: 28 mar. 2021.

HOBBSAWM, Eric J. **A era das revoluções: 1789 – 1848**. Tradução de Maria Tereza Lopes Teixeira e Marcos Penchel. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

HODGE, K. & GILSON, N. 2002. **Environmental sensitivity analysis: a regional examination in Alberta, Canadá**. In: Annual ESRI User Conference, 22., 2002, San Diego, CA. Proceedings... Redlands: ESRI Press.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. **Produto Interno Bruto dos municípios**. 65. Rio de Janeiro. 16 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101630>>. Acesso em: 17 outubro 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:250.000** (versão 1.0) - Rio de Janeiro, 2019. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em: outubro de 2020.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária 2020. Certificação. Disponível em: <http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py>. Acesso em: 20 outubro de 2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Dados históricos. Relatórios técnicos das estações meteorológicas. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 20 de agosto 2020.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional 2019. **Patrimônio Arqueológico**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/>>. Acesso em: 17 outubro 2020.

LANGILL, Jennifer C.; ABIZAID, Christian; TAKASAKI, Yoshito; COOMES, Oliver T.. Integrated multi-scalar analysis of vulnerability to environmental hazards: assessing extreme flooding in western amazonia. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 76, p. 102585, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102585>.

KIM, Byeong Je; JEONG, Seunghoo; CHUNG, Ji-Bum. Research trends in vulnerability studies from 2000 to 2019: findings from a bibliometric analysis. **International Journal Of Disaster Risk Reduction**, [S.L.], v. 56, p. 102141, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102141>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420921001072?via%3Di> hub. Acesso em: 25 mar. 2022.

KRUIJF, H. A. M.; SCHOUTEN, A. J. **On problem of measuring vulnerability of soil ecosystems**. In: DUIJVENBOODEN, W. Van, ed. Vulnerability of soil and groundwater pollutants. The Hague: W. Van. P. 97-109. 1987.

MALGWI, Mark Bawa; FUCHS, Sven; KEILER, Margreth. A generic physical vulnerability model for floods: review and concept for data-scarce regions. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [S.L.], v. 20, n. 7, p. 2067-2090, 31 jul. 2020. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-20-2067-2020>. Disponível em: <https://nhess.copernicus.org/articles/20/2067/2020/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

MELO, Fernando Homem de Melo; FONSECA, Eduardo Giannetti da. **Proálcool, energia e transportes**. São Paulo: FIPE/Pioneira, 1981.

MENEZES, P. M. L., **A Interface Cartografia-Geoecologia nos Estudos Diagnósticos e Prognósticos da Paisagem: Um Modelo de Avaliação de Procedimentos Analítico-Integrativos**. Orientadora: Ana Luiza Coelho Neto. Rio de Janeiro: UFRJ/ Pós-Graduação em Geografia, 2000. 271p. Tese de Doutorado

MICHAELIS. Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Acesso em: 11 de março de 2021

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Lei 9.985 de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. 2000.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental, Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho, 95 p. 2002.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Download de dados geográficos**. 2021. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 26 abr. 2021;

NATAL, Jorge Luiz Alves. Notas sobre o transporte ferroviário e rodoviário no desenvolvimento capitalista brasileiro (1930-80): alguns avanços, muitos recuos. **Revista Economia Ensaios**, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 233-243, 1993.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide, in: Environmental Health in Emergencies and Disasters: a Practical Guide, 2002.

PALACIO-APONTE, A.G.; ORTÍZ-RODRÍGUEZ, A.J.; SANDOVAL-SOLIS, S.. Methodological framework for territorial planning of urban areas: analysis of socio-economic vulnerability and risk associated with flash flood hazards. **Applied Geography**, [S.L.], v. 149, p. 102809, dez. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102809>.

PETROBRAS. Fichas de informação de segurança de produto químico – FISPQ. 2019. Disponível em <<https://petrobras.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8B2D165378282D0153AA19F6696218>>. Acessado em 07 setembro 2022.

Portella, S., José Manuel Mendes, Pedro Santos, Malú Grave, & Ichihara, M. Y. T. . (2021). Metodologias para Índices de Vulnerabilidades Socioambientais, Dinâmicas de contágio da COVID 19 e Índice Brasileiro de Privação em Saúde. **Ciência & Trópico**, 45(2). [https://doi.org/10.33148/cetropicov45n2\(2021\)art4](https://doi.org/10.33148/cetropicov45n2(2021)art4)

RFFSA – Rede Ferroviária Federal S.A. Regulamento Geral de Operações. 1978. Apud RIBEIRO, G. V. et al. Uma Contribuição metodológica ao atendimento emergencial em ferrovias. [S.l.] 2011.

SANTOS, Milton. O espaço dividido: Os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, Milton. O espaço do cidadão. São Paulo: Edusp, 2007.

SANTOS, Milton. A natureza do Espaço: Tempo e Técnica, Razão e Emoção. São Paulo: Edusp, 2006.

SPOUGE, J. A Guide To Quantitative Risk Assessment for Offshore Installations. Aberdeen. The centre of marine and petroleum technology (CMTP), 1999

STORMS, Marc. Consulado Geral da Bélgica em São Paulo. Estrada de Ferro Dom Pedro II. [20--]. Disponível em: <http://www.belgianclub.com.br/pt-br/ef/estrada-de-ferro-dom-pedro-ii>. Acesso em: 28 mar. 2021.

SUGUMARAM, R.; MEYER, J.C. & DAVIS J.A. 2004. A web-based environmental decision support system (WEDSS) for environmental planning watershed management. **Journal of geographical Systems**. 6: 1-16.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. História da Engenharia Ferroviária no Brasil. Rio de Janeiro: Notícia & Cia., 2011.

TRICART, J. 1977. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN).

VALE. **Estrada de Ferro Vitória a Minas completa 111 anos sobre os trilhos**. Sobre a Vale. 2015. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/estrada-ferro-vitoriaminas-completa-111-anos-sobre-trilhos.aspx> >. Acesso em: 18 mar. 2021.

VALE. **Nossa História**. Rio de Janeiro: Verso Brasil Editora, 2012. 212 p. Disponível em: http://www.vale.com/pt/aboutvale/book-our-history/documents/livro/vale_livro_nossa_historia_cap1.pdf. Acesso em: 14 mar. 2021.

VALE. **Formulário de Referência - 2020**. Rio de Janeiro: Vale S.A., 2020. 770 p. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/investors/information-market/annual-reports/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 28 abr. 2021.

WISNER, B. **Disaster vulnerability**: Scale, power and daily life. *GeoJournal*, 30(2), 127–140. 1993

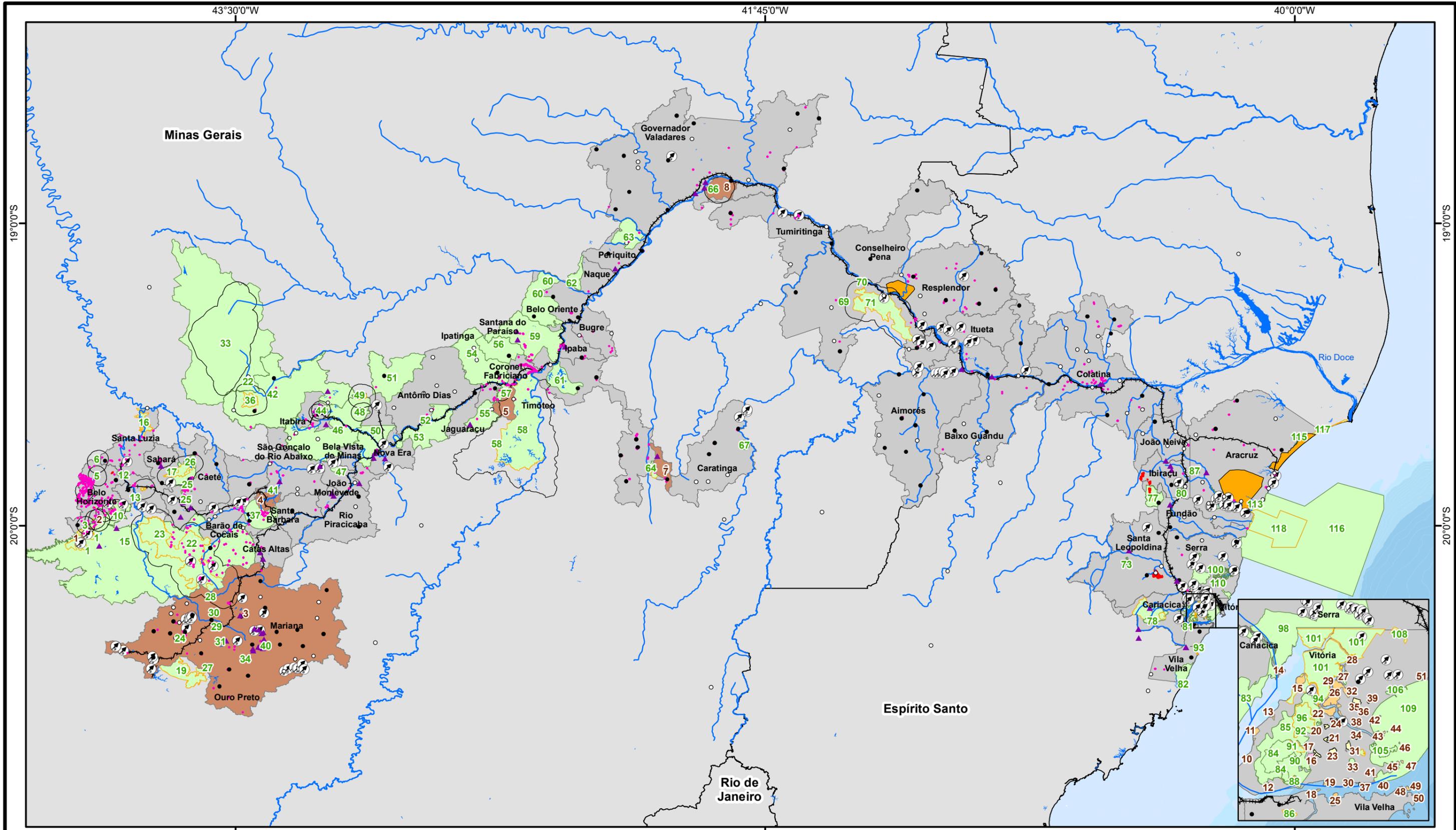
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

APÊNDICE A
Mapa de Áreas Sensíveis

RIO DE JANEIRO
2023



- Legenda**
- Centro urbano
 - Centro rural
 - ▲ Estação de tratamento de água superficial
 - ◆ Poços artesianos
 - ⦿ Sítios arqueológicos
 - ~ Hidrografia
 - Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM)
 - Quilombolas
 - Área indígena

- ▭ Limite municipal
 - ▭ Divisa estadual
- Áreas Protegidas**
- ▭ Parque Urbano Municipal
 - ▭ Área Verde Especial
 - ▭ Área de Preservação Permanente
 - ▭ Área de Proteção Especial
- Unidades de Conservação**
- ▭ Uso Sustentável
 - ▭ Proteção Integral
 - ▭ Zona de amortecimento



Fonte: Ferrovia: IBGE, 2016
 AP: Ver metadados
 UCs: Ver metadados (Vide numeração nas tabelas de atributos)

Fonte: Batimetria: CPRM, 2008
 Limites: IBGE, BC250, 2013
 Quilombolas: INCRA, 2020
 Área Indígenas: FUNAI, 2019
 Sítios Arqueológicos: IPHAN, 2019
 Hidrografia: IBGE 2016; 2017; ANA, 2013
 Captação de água: ANA, 2017; CPRM, 2020

1:1.300.000

DISSERTAÇÃO		
Análise de Risco e Vulnerabilidade Socioambiental ao Longo da Ferrovia Vitória-Minas		
TÍTULO		
Mapa de Áreas Sensíveis		
RESP. TÉCNICO	DATA - MAPA	INFO CARTOGRÁFICA
Dafne Araujo	Dezembro/2022 Apêndice A	Projeção Cilíndrica Normal Equirretangular Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Nº no mapa	Nome	Categoria SNUC	Grupo SNUC	Ato legal	Jurisdição	Ano de criação	Município	Estado	Fonte
1	PE da Serra do Rola Moca	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto 36071/94 e Decreto 44116/05 e Decreto 45890/12	Estadual	1994	Belo Horizonte/Brumadinho/Ibirite/Nova Lima	MG	MMA, 2019
2	PNM Ursulina de Andrade Mello	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto 3.338, de 23/09/1978	Municipal	1978	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
3	PNM Roberto Burle Marx	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 6.804, de 29/12/1994; Decreto 2.939, de 27/09/1997	Municipal	1994	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
4	PNM Aggeo Pio Sobrinho	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 5.755, de 24/07/1990	Municipal	1990	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
5	PNM Fazenda Lagoa do Nado	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto 7.173, de 23/03/1992	Municipal	1992	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
6	PE Serra Verde	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto S/N, de 12/12/2007	Estadual	2007	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
7	ESEC Estadual do Cercadinho	Estação Ecológica	Proteção Integral	Lei 15979/06 e Lei 18042/09	Estadual	2006	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
8	ESEC Cercadinho	Estação Ecológica	Proteção Integral	Lei 15.979, de 13/01/2006	Estadual	2006	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
9	PNM Mata das Borboletas	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto 7.278, de 14/07/1992	Municipal	1992	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
10	PNM das Mangabeiras	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto 1.466, de 24/10/1966	Municipal	1966	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
11	PE da Baleia	Parque Estadual	Proteção Integral	Lei 8022/81 e Decreto 28162/88	Estadual	1981	Belo Horizonte	MG	MMA, 2019
12	APA Fazenda Capitão Eduardo	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 13.958, de 26/07/2001	Estadual	2001	Santa Luzia	MG	MMA, 2019
13	RPPN Albert Scharle	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Portaria IEF 8/14	Estadual	2014	Sabará	MG	SISEMA, 2019
14	PNM Florestal Chácara do Lessa	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 856, de de 14/06/1999	Municipal	1999	Sabará	MG	MMA, 2019
15	APA Estadual Sul RMBH	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 35624/94, Decreto 37812/96 e Lei Estadual 13.960/01	Estadual	1994	Santa Bárbara/Ouro Preto/Catas Altas/CCaeté/Belo Horizonte	MG	SISEMA, 2019
16	RVS Estadual Macaúbas	Refúgio da Vida Silvestre	Proteção Integral	Decreto 46316/13	Estadual	2013	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
17	MN da Serra da Piedade	Monumento Natural	Proteção Integral	Lei 15.178, de 16/06/2004	Estadual	2004	Caeté	MG	SISEMA, 2019
18	MN Estadual da Serra da Piedade	Monumento Natural	Proteção Integral	Constituição Estadual e Lei 15178/04 e Lei 16133/06	Estadual	2004	Caeté/Sabará	MG	SISEMA, 2019
19	RVS de Santa Cruz	Refúgio da Vida Silvestre	Proteção Integral	Decreto 45.180, de 21/06/2009	Estadual	2009	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
20	PE Serra do Ouro Branco	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto 45180/09	Estadual	2009	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
21	APA Municipal Aguas da Serra da Piedade	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Municipal 2335/03	Municipal	2003	Caeté	MG	SISEMA, 2019
22	PARNA da Serra do Gandarela	Parque Nacional	Proteção Integral	Decreto Processo nº 02070.002759/2009-75	Federal	2014	Santa Bárbara	MG	SISEMA, 2019
22	PARNA da Serra do Gandarela	Parque Nacional	Proteção Integral	Decreto s/n de 13/10/2014	Federal	2014	Itabira	MG	MMA, 2019
23	PARNA de Jacarenema	Parque Nacional	Proteção Integral	Decreto Processo nº 02070.002759/2009-75	Federal	2014	Santa Bárbara	MG	SISEMA, 2019
24	PNM das Andorinhas	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei ordinária nº 765/2012 de 02/04/2012	Municipal	2012	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
25	APA Juca Vieira	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei complementar 148686 de 09/12/2002	Municipal	2002	Caeté	MG	Lei complementar 148686 de 09/12/2002
26	APA Municipal Descoberto	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Informação não disponível	Municipal	-	Caeté	MG	SISEMA, 2019
27	MN Estadual de Itatiaia	Monumento Natural	Proteção Integral	Decreto 45179/09	Estadual	2009	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
28	FE do Uaimii	Floresta Estadual	Uso Sustentável	Decreto SN/03 (Referência SEI: Processo nº 2100.01.0006038/2019-49)	Estadual	2003	Ouro Preto	MG	MMA, 2019

Nº no mapa	Nome	Categoria SNUC	Grupo SNUC	Ato legal	Jurisdição	Ano de criação	Município	Estado	Fonte
29	APA Cachoeira das Andorinhas	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 30.264, de 16/10/1989	Estadual	1989	Ouro Preto	MG	SISEMA, 2019
30	APA Estadual Cachoeira das Andorinhas	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 30264/89 e Decreto 42912/02	Estadual	2002	Santa Bárbara	MG	SISEMA, 2019
31	EE do Tripuí	Estação Ecológica	Proteção Integral	Decreto 157, de 24/04/1978; Decreto 21.340, de 04/06/1981	Estadual	1978	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
32	ESEC Estadual do Tripui	Estação Ecológica	Proteção Integral	Decreto 19157/78 e Decreto 21340/81 e Decreto 27848/88 e Decreto 30758/89 e Decreto 38181/96	Estadual	1978	Ouro Preto	MG	MMA, 2019
33	APA Morro da Pedreira	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 98.891, de 26/01/1990	Federal	1990	Itabira	MG	MMA, 2019
34	PE do Itacolomi	Parque Estadual	Proteção Integral	Lei 4.495, de 14/06/1967	Estadual	1967	Mariana	MG	MMA, 2019
36	PE Mata do Limoeiro	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto 45566/11	Estadual	2011	Itabira	ES	SISEMA, 2019
37	RPPN Santuário Caraça	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	03167/93-SUPES/MG	Municipal	1993	Catas Altas	MG	MMA, 2019
38	RPPN Itajurú ou Sobrado	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	02015.003799/99-01	Municipal	1999	Santa Bárbara	MG	MMA, 2019
39	APA Estadual Seminario Menor de Mariana	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 23564/84	Estadual	1984	Mariana	MG	MMA, 2019
40	APA Seminário Menor de Mariana	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 23.564, de 11/05/1984	Estadual	1984	Mariana	MG	MMA, 2019
41	RPPN Comodato Reserva Peti	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Portaria IBAMA nº 99, de 03 de setembro de 2001	Federal	2001	São Gonçalo do Rio Abaixo	MG	SISEMA, 2019
42	APA Ribeiro Bonito	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei complementar 149051 de 09/12/2002	Municipal	2002	Itabira	MG	SISEMA, 2019
43	PNM Água Santa	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 3.035, de 07/06/2000	Municipal	2000	Itabira	MG	MMA, 2019
44	PNM do Intelecto	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei ordinária nº 2770 de 27/12/1991	Municipal	1991	Itabira	MG	MMA, 2019
45	PNM Campestre	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 61, de 03/04/1978; Decreto 14.203, de 18/09/1995	Municipal	1978	Itabira	MG	MMA, 2019
46	APA Municipal Piracicaba	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 2.542 - setembro de 2004	Municipal	2004	Bela Vista de Minas	MG	SISEMA, 2019
47	RPPN Monlevade	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	28367.000675/90-76	Municipal	1990	João Monlevade	MG	MMA, 2019
48	PNM Ribeirão São José	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Informação não disponível	Municipal	-	Itabira	MG	SISEMA, 2019
49	REBIO Mata do Bispo	Reserva Biológica	Proteção Integral	Lei 3.783, de 16/07/2003	Municipal	2003	Itabira	MG	SISEMA, 2019
50	APA Nova Era	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 1.012, de 13/11/1998	Municipal	1998	Bela Vista de Minas	MG	SISEMA, 2019
51	APA Hematita	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei 1.325, de 20/08/2003	Municipal	2003	Antônio Dias	MG	MMA, 2019
52	RPPN Vila Ana Angélica	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	02015.013583/97-38	Municipal	1997	Antônio Dias	MG	MMA, 2019
53	APA Antônio Dias	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Informação não disponível	Municipal	-	Jaguaraçu	MG	MMA, 2019
54	APA Serra dos Cocais	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei 3.840, de 10/12/2004	Municipal	2004	Coronel Fabriciano	MG	MMA, 2019
55	APA Jaguaraçu	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei 555, de 01/12/1998	Municipal	1998	Jaguaraçu	MG	MMA, 2019
56	APA Ipanema	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei 1.535, de 26/08/1997	Municipal	1997	Coronel Fabriciano	MG	MMA, 2019
57	APA Serra do Timóteo	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei ordinária nº 2451 de 04/06/2003	Municipal	2003	Coronel Fabriciano	MG	MMA, 2019
58	PE do Rio Doce	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto-Lei 1.119, de 14/07/1944; Decreto 5.831, de 06/07/1960	Estadual	1944	Coronel Fabriciano	MG	MMA, 2019
59	APA Santana do Paraíso	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 066, de 10/05/1999	Municipal	1999	Belo Oriente	MG	MMA, 2019
60	APA Belo Oriente	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 67, de 20/03/2002	Municipal	2002	Belo Oriente	MG	MMA, 2019

Nº no mapa	Nome	Categoria SNUC	Grupo SNUC	Ato legal	Jurisdição	Ano de criação	Município	Estado	Fonte
61	APA Lagoa Silvana	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei 2.447, de 27/02/1998	Municipal	1998	Caratinga	MG	MMA, 2019
62	APA Felíssimo	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Informação não disponível	Municipal	-	Periquito	MG	MMA, 2019
63	APA Perobas	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Informação não disponível	Municipal	-	Periquito	MG	MMA, 2019
64	APA Pedra de Itaúna	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei nº 2433 de 23 de dezembro de 1997 de Caratinga	Municipal	1997	Caratinga	MG	MMA, 2019
65	PNM Caratinga	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 2.434, de 23/12/1997	Municipal	1997	Caratinga	MG	MMA, 2019
66	MN Estadual Pico do Ibituruna	Monumento Natural	Proteção Integral	Constituicao Estadual e Lei 21158/14	Estadual	2014	Governador Valadares	MG	SISEMA, 2019
67	RPPN Feliciano Miguel Abdala	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	02001.005305/00-15	Municipal	2000	Caratinga	MG	MMA, 2019
68	RPPN Reserva do Jacob	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	02015.005676/97-61	Municipal	1997	Itabira	MG	MMA, 2019
69	PNM Conselheiro Pena	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Informação não disponível	Municipal	-	Conselheiro Pena	MG	MMA, 2019
70	RPPN 07 de Outubro	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Portaria IEF 4/12	Estadual	2012	Conselheiro Pena	MG	SISEMA, 2019
71	PE de Sete Saloes	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto 39908/98	Estadual	1998	Conselheiro Pena/Itueta/Resplendor/Santa Rita do Itueto	MG	MMA, 2019
72	RPPN Rancho Chapadao II	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Portaria Conjunta SEAMA/IEMA nº034-R de 15/12/2011	Estadual	2011	Santa Leopoldina	ES	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo
73	RPPN Pau a Pique	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Portaria nº 06 de 03/03/2011	Estadual	2011	Santa Leopoldina	ES	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo
74	RPPN Rancho Chapadão	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Instrução de Serviço do IDAF nº073-S de 19/02/2010	Estadual	2010	Santa Leopoldina	ES	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo
75	REBIO de Duas Bocas	Reserva Biológica	Proteção Integral	Decreto 2.095, de 27/01/1965	Estadual	1965	Cariacica	ES	MMA, 2019
76	PNM Goiapaba-Açu	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto nº 1890/91 de 30/10/1991	Municipal	1991	Fundão	ES	MMA, 2019
77	APA do Pico do Goiapaba-Açu	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 3.796, de 27/12/1994	Estadual	1994	Fundão	ES	MMA, 2019
78	APA Municipal do Monte Mochuara	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto nº 32 de 18/04/2007	Municipal	2007	Cariacica	ES	MMA, 2019
79	PNM do Monte Mochuara	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto nº 31 de 18/04/2007	Municipal	2007	Cariacica	ES	MMA, 2019
80	ARIE do Morro da Vargem	Área de Relevante Interesse Ecológico	Uso Sustentável	Decreto 1.588-R, de 23/11/2005	Estadual	2005	Ibiraçu	ES	MMA, 2019
81	PNM do Manguezal de Itanguá	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto nº 48 de 28/05/2007	Municipal	2007	Cariacica	ES	MMA, 2019
82	PNM Davis Victor Farina	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto nº 046 de 20/06/2006	Municipal	2006	Vila Velha	ES	Prefeitura Municipal de Vila Velha - ES
83	RDS Municipal do Manguezal de Cariacica	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Uso Sustentável	Decreto nº 77 de 21/09/2007	Municipal	2007	Cariacica	ES	MMA, 2019
84	PE da Fonte Grande	Parque Estadual	Proteção Integral	Lei 3.975, de 31/07/1986	Estadual	1986	Vitória	ES	MMA, 2019
85	APA do Maciço Central	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto nº 8911 de 26/07/1992	Municipal	1992	Vitória	ES	MMA, 2019
86	PE Ilha das Flores	Parque Estadual	Proteção Integral	Decreto nº 5174-E de 15/06/1992	Estadual	1992	Vila Velha	ES	MMA, 2019

Nº no mapa	Nome	Categoria SNUC	Grupo SNUC	Ato legal	Jurisdição	Ano de criação	Município	Estado	Fonte
87	APA da Lagoa Grande	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei ordinária nº 1994 de 12/05/1997	Municipal	1997	Ibiraçu	ES	Prefeitura Municipal de Aracruz - ES
88	Parque Gruta da Onça	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei Municipal nº 6482/05	Municipal	2005	Vitória	ES	MMA, 2019
89	REC Pedra dos Olhos	Reserva Ecológica	Uso Sustentável	Decreto Mun. nº 7767/88	Municipal	1988	Vitória	ES	MMA, 2019
90	RVS Municipal André Ruschi	Refúgio da Vida Silvestre	Proteção Integral	Decreto 16990 de 27/03/2017	Municipal	2017	Vitória	ES	Decreto 16990 de 27/03/2017
91	Parque Pedra dos Olhos	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto Municipal nº11824/03	Municipal	2003	Vitória	ES	MMA, 2019
92	Parque Municipal Tabuazeiro	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto Municipal nº 12515/05	Municipal	2005	Vitória	ES	MMA, 2019
93	PNM do Aricanga Waldemar Devens	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei 5.427, de 28/07/1997; Decreto 033, de 09/02/2003	Municipal	1997	Vila Velha	ES	Prefeitura Municipal de Vila Velha - ES
94	Parque Dom Luis Gonzaga Fernandes(Baía Noroeste)	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei Municipal nº 6481/05	Municipal	2005	Vitória	ES	MMA, 2019
95	PNM de Tabuazeiro	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto nº 9753 de 02/12/1995	Municipal	1995	Vitória	ES	MMA, 2019
96	PNM Vale do Mulembá	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Lei Municipal nº 7972/10	Municipal	2010	Vitória	ES	MMA, 2019
97	APA Municipal do Morro do Vilante	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei ordinária nº 2.235 de 17/12/1999	municipal	1999	Serra	ES	MMA, 2019
98	APA Municipal Manguezal Sul da Serra	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei ordinária nº 3895 de 19/06/2012	Municipal	2013	Serra	ES	MMA, 2019
99	REC São José	Reserva Ecológica	Uso Sustentável	Decreto Municipal nº 10029/97	Municipal	1997	Vitória	ES	MMA, 2019
100	APA de Mestre Álvaro	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei 3.075, de 09/08/1976; Lei 4.507, de 08/01/1991	Estadual	1991	Serra	ES	MMA, 2019
101	ESEC Ilha do Lameirão	Estação Ecológica	Proteção Integral	Lei Municipal nº 3377/86	Municipal	1986	Serra	ES	MMA, 2019
102	REC Mata de Goiabeiras	Reserva Ecológica	Uso Sustentável	Decreto Municipal nº 10028/97	Municipal	1997	Vitória	ES	MMA, 2019
103	REC Morro do Itapenambi	Reserva Ecológica	Uso Sustentável	Lei orgânica nº 6231, art. 113, inciso III	Municipal	0	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
104	Parque Von Schilgen	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto Municipal nº 12137/04	Municipal	2004	Vitória	ES	MMA, 2019
105	APA da Ilha do Frade	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto Municipal nº 7920/88	Municipal	1988	Vitória	ES	MMA, 2019
106	REC Restinga de Camburi	Reserva Ecológica	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 3566/89	Municipal	1989	Vitória	ES	MMA, 2019
107	RVS Mata Paludosa	Refúgio da Vida Silvestre	Proteção Integral	Decreto Municipal nº 10028/97	Municipal	1997	Serra	ES	GEOWEB, 2020
108	RVS Municipal da Mata Paludosa	Refúgio da Vida Silvestre	Proteção Integral	Decreto 17341 de 23/03/2018	Municipal	2018	Serra	ES	GEOWEB, 2020
109	APA Baía das Tartarugas	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 17342 de 23/03/2018	Municipal	2018	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
110	APA Municipal da Lagoa Jacuném	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei ordinária nº 2.135 de 09/12/1998	Municipal	1998	Serra	ES	MMA, 2019
111	RDS Municipal Piraque-Açú e Piraque-Mirim	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Uso Sustentável	Lei ordinária nº 994 de 14/07/1986	Municipal	1986	Aracruz	ES	Prefeitura Municipal de Aracruz - ES
112	APA Praia Mole	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto Estadual nº2802-N/1994	Estadual	1994	Serra	ES	GEOWEB, 2020
113	PNM de Cachoeira do Campo	Parque Natural Municipal	Proteção Integral	Decreto nº 6.144 de 27/07/1995	Municipal	1995	Aracruz	ES	MMA, 2019
115	RPPN Restinga de Aracruz	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Outros nº 015- N de 07/05/2007	Estadual	2007	Aracruz	ES	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos H dricos do Espírito Santo

Nº no mapa	Nome	Categoria SNUC	Grupo SNUC	Ato legal	Jurisdição	Ano de criação	Município	Estado	Fonte
116	APA Costa das Algas	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto S/N, de 17/06/2010	Federal	2010	Serra	ES	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
117	REBIO de Comboios	Reserva Biológica	Proteção Integral	Decreto 90.222, de 25/09/1984	Federal	1984	Aracruz	ES	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
118	RVS de Santa Cruz	Refúgio da Vida Silvestre	Proteção Integral	Decreto S/N, de 17/06/2010	Federal	2010	Aracruz	ES	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ÁREAS PROTEGIDAS

1	APE Estadual Bacia Hidrografica do Corrego Barreiro	Área de Proteção Especial	-	Decreto 22091/82	Estadual	1982	Belo Horizonte/Brumadinho/Novo Lima	MG	SISEMA, 2019
2	APE Estadual Bacia Hidrografica do Sistema do Corrego Cercadinho	Área de Proteção Especial	-	Decreto 22108/82 e Decreto 32017/90	Estadual	1982	Belo Horizonte	MG	SISEMA, 2019
3	APE Estadual Ouro Preto/Mariana	Área de Proteção Especial	-	Decreto 21224/81 e Decreto 21945/82 e Decreto 23043/83	Estadual	1981	Ouro Preto/Mariana	MG	SISEMA, 2019
4	APE UHE de Peti	Área de Proteção Especial	-	Informação não disponível	Estadual	-	Santa Bárbara	MG	SISEMA, 2019
5	APE Estadual Areas Adjacentes ao Parque Estadual do Rio Doce	Área de Proteção Especial	-	Decreto 38155/96 e Decreto 39812/98 e Decreto 42848/02	Estadual	1996	Marlândia/Timoteo	MG	SISEMA, 2019
6	APE Municipal Bacia do Ribeirão da Laje	Área de Proteção Especial	-	Lei 2.432 de 23/12/97	Municipal	1997	Caratinga	MG	SISEMA, 2019
7	APE Serra do Ouro Branco	Área de Proteção Especial	-	Lei nº 2432 de 23 de dezembro de 1997	Municipal	1997	Santa Rita de Minas	MG	MMA, 2019
8	APE Estadual Pico do Ibituruna	Área de Proteção Especial	-	Decreto 22662/83	Estadual	1983	Governador Valadares	MG	SISEMA, 2019
9	APP Ilha da Pólvora	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
10	APP Ilha Dr. Américo de Oliveira	Área de Preservação Permanente	-	Res. CMPDU nº 12/87	Municipal	-	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
11	APP Manguezal de Estrelinha	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
12	Parque Moscoso	Parque Urbano Municipal	-	Implantação 09/1912	Municipal	-	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
13	APP Manguezal Grande Vitória	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
14	APP Manguezal da Foz do Rio Santa Maria	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Cariacica	ES	GEOWEB, 2020
15	APP Ilha do Crisógono	Área de Preservação Permanente	-	Res. CMPDU nº 15/87	Municipal	1987	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
16	AVE de Jucutuquara	Área Verde Especial	-	Decreto Municipal nº 13380/07	Municipal	2007	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
17	Parque Barão de Monjardim	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 13378/07	Municipal	2007	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
18	APP Ilha das Pombas ou do Araça	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
19	APP Ilha da Fumaça	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
20	Parque de Barreiros	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 10180/98	Municipal	1998	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
21	Parque Horto de Maruípe	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 14463/09	Municipal	2009	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
22	APP Ilha do Campinho	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
23	Parque Municipal São Benedito	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 17555/18	Municipal	2018	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
24	Parque Mangue Seco	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 11881/04	Municipal	2004	Vitória	ES	GEOWEB, 2020

Nº no mapa	Nome	Categoria SNUC	Grupo SNUC	Ato legal	Jurisdição	Ano de criação	Município	Estado	Fonte
25	APP Ilha das Cobras	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
26	APP Manguezal da Ufes	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
27	APP Manguezal de Goiabeiras	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
28	APP Manguezal de Maria Ortiz	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
29	AVE de Santa Lúcia	Área Verde Especial	-	Decreto Municipal nº 13379/07	Municipal	2007	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
30	AVE do Morro Bento Ferreira	Área Verde Especial	-	Decreto Municipal nº 10024/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
31	Parque Morro da Gamela	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 13376/07	Municipal	2007	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
32	APP Cortume Capixaba	Área de Preservação Permanente	-	Decreto Municipal nº 9017/93	Municipal	1993	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
33	AVE Morro do Suá	Área Verde Especial	-	Decreto Municipal nº10024/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
34	Parque Pianista Manolo Cabral (Chácara Paraíso)	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 15377/12	Municipal	2012	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
35	Parque Ítalo Batan Régis(Pedra da Cebola)	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Estadual nº 4179/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
36	APP Mang. Canal da Passagem	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
37	Parque Municipal da Ilha do Papagaio	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 13689/08	Municipal	2008	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
38	APP Manguezal do Canal da Passagem	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 4438/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
39	Parque Padre Alfonso Pastore(Mata da Praia)	Parque Urbano Municipal	-	Decreto Municipal nº 10027/97	Municipal	1997	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
40	APP Ilha do Sururu (área acrescida de marinha)	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
41	APP Ilha do Bode (área acrescida de marinha)	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
42	APP Ilha do Socó	Área de Preservação Permanente	-	Res. CMPDU nº 27/87	Municipal	1987	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
43	APP Ilha do Fato	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
44	APP Ilha dos Índios	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
45	APP Ilha Galheta de Dentro	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
46	APP Ilha Rasa	Área de Preservação Permanente	-	Res. CMPDU nº 26/87	Municipal	-	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
47	APP Ilha Galheta de Fora	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vitória	ES	GEOWEB, 2020
48	APP Ilha dos Práticos	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vila Velha	ES	GEOWEB, 2020
49	APP Ilha dos Itaitis	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vila Velha	ES	GEOWEB, 2020
50	APP Ilha do Igarapé	Área de Preservação Permanente	-	Lei Municipal nº 6705/06	Municipal	2006	Vila Velha	ES	GEOWEB, 2020
51	AVE de Camburi	Área Verde Especial	-	Decreto Municipal nº 17337/18	Municipal	2018	Vitória	ES	GEOWEB, 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

APÊNDICE B

Relatório dos Resultados da Análise De Risco Do Software *EFFECTS*

RIO DE JANEIRO
2023

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.74e1c74 (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo CPR14E 2ª Edição - Capítulo 5: Evaporação. Trijsenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: Um modelo avançado para espalhamento e evaporação de líquidos perigosos acidentalmente liberados em terra. Coeficiente de difusão no número de Schmidt baseado na correlação de Fuller, Schetter e Gitting, ver <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Derivado escuro
Método de cálculo	
Use qual taxa representativa	Primeira média de 20% (inflamável)
Evaporação da terra ou da água	Terra
Tipo de liberação no pool	Instantâneo
Tempo máximo de avaliação da(s) evaporação(ões)	600
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,4017E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de crescimento da poça em terra	Espalhamento
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Ambiente	
Temperatura do subsolo (°C)	31,5
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Fluxo de radiação solar	Definido pelo usuário
Fluxo de radiação solar de calor (W/m2)	392
Latitude Norte/Sul do local (deg)	-18
Tipo de subsolo (evaporação)	Subsolo médio
Descrição da rugosidade do subsolo (poça)	solo arenoso relativamente plano, cascalho

Resultados	
Definição de fonte	
Fim (s) do espalhamento do pool de tempo (s)	38
Tempo até que a poça tenha evaporado totalmente (s)	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	0,65517
Duração(ões) de evaporação representativa(s) do livro roxo	465,14
Temperatura representativa (°C)	37,04
Diâmetro representativo da poça (m)	240,64
Densidade após mistura com ar (kg/m3)	1,1846
Massa evaporada total (kg)	304,75
... duração(s) de evaporação tempo(s)	599,5
Área da poça (m2)	45481
Número de Schmidt usado	2,4813
Estratégia do modelo de dispersão	Gás neutro
Ambiente	
Fluxo de calor da radiação solar (kW/m2)	0,392

Dimensões do raio

Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:13:56
Última duração	15s 847ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório de EFFECTS em 18/11/2022 09:19:59

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)Referência: Yellow Book (CPR-14E), 3ª edição 1997, Parágrafo 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a Incêndio em poça thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, Capítulo 1 (Radiação de calor); páginas 11-36~

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Derivado escuro
Método de cálculo	
Tipo de cálculo do incêndio na poça	Modelo de incêndio da poça Livro Amarelo
Tipo de fonte de incêndio da poça	Instantâneo
Calor de combustão fracionada irradiado (-)	0,35
Definição de fuligem	Calcular/Padrão
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,4017E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de forma de poça (fogo de poça)	Circular
Área máxima da superfície de incêndio da poça (m2)	10000
Altura da poça confinada acima do nível do solo (m)	0
Inclua blindagem na chama inferior	Não
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NW
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Quantidade de CO2 na atmosfera (-)	0,0003
Vulnerabilidade	
Duração(ões) máxima(s) de exposição ao calor	20
Ter em conta os EFFECTS protetores do vestuário	Não
Dano letal por radiação de calor Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Radiação de calor danos letais Probit B	2,56
Danos por radiação de calor Probit N	1,3333
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Altura do relatório/receptor (Zd) (m)	1,5
Distância do centro de libertação (m)	200
Resultados	
Resultados do Incêndio	
Diâmetro equivalente do fogo (m)	112,84
Dimensões da pegada da chama D,-D,DMW,MW	84;-56;14;113
Área de superfície de incêndio da poça calculada (m2)	10000
Taxa de combustão do produto químico (kg/s)	340
Duração do(s) incêndio(s)	1000,5
Chama de potência emissiva de superfície (kW/m2)	51,322
Fração de fuligem utilizada (-)	0,8
Inclinação da chama (deg)	29,421
Temperatura da chama (°C)	704,39
Comprimento da chama (m)	55,607
Relação peso/HCl/produto químico (%)	0

Relação peso/NO2/produto químico (%)	0
Relação peso/SO2/produto químico (%)	0
Relação peso de CO2/produto químico (%)	310,22
Relação peso/H2O/produto químico (%)	137,37
(Máx.) Nível de radiação de calor a Xd (kW/m2)	2,1395
Transmissividade atmosférica em Xd (%)	58,755
(Máx.) Viewfactor na empresa Xd (-)	0,07095
Dose de radiação de calor a Xd (s*(kW/m2)^4/3)	55,136
Porcentagem de queimaduras de primeiro grau em Xd (%)	0
Percentual de queimaduras de segundo grau em Xd (%)	0
Porcentagem de queimaduras letais em Xd (%)	0
Distância à dose de queima da roupa (m)	68,944

Dimensões do raio

Raios de radiação de calor

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Largura dist. [m]	Largura máxima [m]	Valor [kW/m2]
Raio de radiação de calor de 37,5 kW/m2	67	-60	-2	124	37,5
Raio de radiação de calor de 35 kW/m2	69	-61	-2	125	35
Raio de radiação de calor de 28,4 kW/m2	76	-62	1	131	28,4
Raio de radiação de calor de 25 kW/m2	80	-63	2	136	25
Raio de radiação de calor de 19,5 kW/m2	90	-67	5	148	19,5
Raio de radiação de calor de 9,8 kW/m2	117	-83	8	195	9,8
Raio de radiação de calor de 3 kW/m2	177	-139	4	312	3

Raios de letalidade

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Largura dist. [m]	Largura máxima [m]	Valor [%]
1 % de raio de letalidade	117	-83	8	194	1

Outras informações

Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:13:56
Última duração	15s 487ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:19:07

Modelo: Gás denso - Incêndio em nuvem

Modelo: Gás denso - Incêndio em nuvem

versão: v2022.11.679beca (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo 3ª edição 1997 capítulo 4; Ermak, D.L. Manual do usuário para o Laboratório Nacional SLAB Lawrence Livermore, junho de 1990

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Derivado escuro
Método de cálculo	
Tipo de liberação de gás pesado	Liberação da poça em evaporação
Definição de fonte	
Caudal mássico da fonte (kg/s)	0,65517
Duração da(s) liberação(ões)	465,14
Área da poça (m ²)	45481
Temperatura após a liberação (°C)	37,04
Definição de Meteo	
Dados meteorológicos	Pasquill
Classe de estabilidade Pasquill	B (Instável)
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Descrição do comprimento da rugosidade	Terreno plano aberto; grama, poucos objetos isolados.
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Tempo de ignição Incêndio em nuvem	Nuvem de área máxima de tempo
Concentração média de tempo (s)	20
Use 50% de LFL para raio de nuvem	Não
Use massa entre LFL e UFL	Não
Usar apresentação de concentração dinâmica	Não
Resultados	
Definição de Meteo	
Comprimento inverso de Monin-Obukhov (1/L) usado (1/m)	-0,070248
Resultados da Concentração	
Concentração do limiar de inflamabilidade (mg/m ³)	42821
Distância máxima até à concentração inflamável (m)	
Massa máxima inflamável (kg)	0
Área máxima de nuvens inflamáveis (m ²)	0
no momento T (s)	0
Massa inflamável no tempo t (kg)	0
Área Incêndio em nuvem no tempo t (m ²)	0
Volume da Incêndio em nuvem no tempo t (m ³)	
Altura para LFL no tempo t (m)	
Comprimento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Largura da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento do centro de nuvens inflamáveis no tempo t (m)	0
Altura de liberação efetiva (m)	0
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031

Último cálculo	18/11/2022 09:13:56
Última duração	0s 185ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:21:39

Modelo: Multi Energy

Modelo: Multi Energy

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo CPR14E 3ª Edição - Capítulo 5: Explosões de nuvem de vapor Mercx, W.P.M, van den Berg, A.C., van Leeuwen, D, "Aplicação de correlações para quantificar a força da fonte de explosões de nuvem de vapor em situações realistas Relatório final para o projeto GAMES, Oktober 1998, TNO- relatório PML 1998-C53 (1998)

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Derivado escuro
Método de cálculo	
Usar o método de sobrepressão GAME	Não
Nuvem de fração envolvida na explosão (-)	0,08
Número da curva	1 (Deflagração muito fraca)
Definição de fonte	
Massa total na gama inflamável (kg)	0
Deslocamento entre o centro de libertação e de explosão (m)	0
Definição de Meteo	
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Pressão ambiente (bar)	1
Vulnerabilidade	
Letalidade da pressão baseada em	Nível de pressão de Treshold
Pico de pressão de destruição total (Interior+Exterior) (mbar)	300
Letalidade destruição total (Interior+Exterior) (-)	1
Pressão de pico em ambientes fechados (vidro) letalidade (mbar)	100
Letalidade em ambientes fechados (vidro) (-)	0,025
Relatórios	
Distância do centro de libertação (m)	50
Resultados	
Resultados da explosão	
Massa confinada na gama inflamável (kg)	0
Energia de combustão total (MJ)	0
Sobrepressão máxima de pico (bar)	0
Pico de sobrepressão em Xd (mbar)	0
Pressão dinâmica máxima em Xd (mbar)	0
Impulso de pressão em Xd (Pa*s)	0
Duração da fase positiva no Xd (ms)	0
Forma de onda explosiva no Xd	
Dano (descrição geral) no Xd	
Danos a casas de tijolos no Xd	
Danos a casas típicas de estilo americano no Xd	
Danos em estruturas (empíricas) no Xd	
Danos nas janelas (casas anteriores a 1975) no Xd (%)	
Danos nas janelas (casas após 1975) no Xd (%)	
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:13:56
Última duração	0s 46ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório de EFFECTS em 18/11/2022 09:21:54

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.74e1c74 (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo CPR14E 2ª Edição - Capítulo 5: Evaporação. Trijsenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: Um modelo avançado para espalhamento e evaporação de líquidos perigosos acidentalmente liberados em terra. Coeficiente de difusão no número de Schmidt baseado na correlação de Fuller, Schetter e Gitting, ver <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de Diesel
Método de cálculo	
Use qual taxa representativa	Primeira média de 20% (inflamável)
Evaporação da terra ou da água	Terra
Tipo de liberação no pool	Instantâneo
Tempo máximo de avaliação da(s) evaporação(ões)	600
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,4355E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de crescimento da poça em terra	Espalhamento
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Ambiente	
Temperatura do subsolo (°C)	31,5
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Fluxo de radiação solar	Definido pelo usuário
Fluxo de radiação solar de calor (W/m2)	392
Latitude Norte/Sul do local (deg)	-18
Tipo de subsolo (evaporação)	Subsolo médio
Descrição da rugosidade do subsolo (poça)	solo arenoso relativamente plano, cascalho

Resultados	
Definição de fonte	
Fim (s) do espalhamento do pool de tempo (s)	38
Tempo até que a poça tenha evaporado totalmente (s)	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	1,0205
Duração(ões) de evaporação representativa(s) do livro roxo	478,67
Temperatura representativa (°C)	36,937
Diâmetro representativo da poça (m)	240,56
Densidade após mistura com ar (kg/m3)	1,2004
Massa evaporada total (kg)	488,51
... duração(s) de evaporação tempo(s)	599,5
Área da poça (m2)	45449
Número de Schmidt usado	2,5476
Estratégia do modelo de dispersão	Gás neutro
Ambiente	
Fluxo de calor da radiação solar (kW/m2)	0,392

Dimensões do raio

Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:18
Última duração	11s 801ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:22:08

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)Referência: Yellow Book (CPR-14E), 3ª edição 1997, Parágrafo 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a Incêndio em poça thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, Capítulo 1 (Radiação de calor); páginas 11-36~

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de Diesel
Método de cálculo	
Tipo de cálculo do incêndio na poça	Modelo de incêndio da poça Livro Amarelo
Tipo de fonte de incêndio da poça	Instantâneo
Calor de combustão fracionada irradiado (-)	0,35
Definição de fuligem	Calcular/Padrão
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,4355E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de forma de poça (fogo de poça)	Circular
Área máxima da superfície de incêndio da poça (m2)	10000
Altura da poça confinada acima do nível do solo (m)	0
Inclua blindagem na chama inferior	Não
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NW
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Quantidade de CO2 na atmosfera (-)	0,0003
Vulnerabilidade	
Duração(ões) máxima(s) de exposição ao calor	20
Ter em conta os EFFECTS protetores do vestuário	Não
Dano letal por radiação de calor Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Radiação de calor danos letais Probit B	2,56
Danos por radiação de calor Probit N	1,3333
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Altura do relatório/receptor (Zd) (m)	1,5
Distância do centro de libertação (m)	200
Resultados	
Resultados do Incêndio	
Diâmetro equivalente do fogo (m)	112,84
Dimensões da pegada da chama D,-D,DMW,MW	94;-56;19;113
Área de superfície de incêndio da poça calculada (m2)	10000
Taxa de combustão do produto químico (kg/s)	540
Duração do(s) incêndio(s)	636,2
Chama de potência emissiva de superfície (kW/m2)	61,173
Fração de fuligem utilizada (-)	0,8
Inclinação da chama (deg)	29,421
Temperatura da chama (°C)	747,89
Comprimento da chama (m)	75,813
Relação peso/HCl/produto químico (%)	0
Relação peso/NO2/produto químico (%)	0
Relação peso/SO2/produto químico (%)	0
Relação peso de CO2/produto químico (%)	310,38

Relação peso/H ₂ O/produto químico (%)	136,98
(Máx.) Nível de radiação de calor a Xd (kW/m ²)	3,7071
Transmissividade atmosférica em Xd (%)	59,936
(Máx.) Viewfactor na empresa Xd (-)	0,10111
Dose de radiação de calor a Xd (s*(kW/m ²) ^{4/3})	114,75
Porcentagem de queimaduras de primeiro grau em Xd (%)	0,33509
Porcentagem de queimaduras de segundo grau em Xd (%)	0
Porcentagem de queimaduras letais em Xd (%)	0
Distância à dose de queima da roupa (m)	75,993

Dimensões do raio

Raios de radiação de calor

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Largura dist. [m]	Largura máxima [m]	Valor [kW/m ²]
Raio de radiação de calor de 37,5 kW/m ²	74	-62	-1	129	37,5
Raio de radiação de calor de 35 kW/m ²	76	-63	-1	131	35
Raio de radiação de calor de 28,4 kW/m ²	85	-65	3	140	28,4
Raio de radiação de calor de 25 kW/m ²	91	-67	6	147	25
Raio de radiação de calor de 19,5 kW/m ²	104	-71	10	164	19,5
Raio de radiação de calor de 9,8 kW/m ²	139	-94	13	225	9,8
Raio de radiação de calor de 3 kW/m ²	216	-165	8	376	3

Raios de letalidade

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Largura dist. [m]	Largura máxima [m]	Valor [%]
1 % de raio de letalidade	139	-93	13	224	1

Outras informações

Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	11s 134ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:22:29

Modelo: Gás denso - Incêndio em nuvem

Modelo: Gás denso - Incêndio em nuvem

versão: v2022.11.679beca (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo 3ª edição 1997 capítulo 4; Ermak, D.L. Manual do usuário para o Laboratório Nacional SLAB Lawrence Livermore, junho de 1990

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de Diesel
Método de cálculo	
Tipo de liberação de gás pesado	Liberação da poça em evaporação
Definição de fonte	
Caudal mássico da fonte (kg/s)	1,0205
Duração da(s) liberação(ões)	478,67
Área da poça (m ²)	45449
Temperatura após a liberação (°C)	36,937
Definição de Meteo	
Dados meteorológicos	Pasquill
Classe de estabilidade Pasquill	B (Instável)
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Descrição do comprimento da rugosidade	Terreno plano aberto; grama, poucos objetos isolados.
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Tempo de ignição Incêndio em nuvem	Nuvem de área máxima de tempo
Concentração média de tempo (s)	20
Use 50% de LFL para raio de nuvem	Não
Use massa entre LFL e UFL	Não
Usar apresentação de concentração dinâmica	Não
Resultados	
Definição de Meteo	
Comprimento inverso de Monin-Obukhov (1/L) usado (1/m)	-0,070248
Resultados da Concentração	
Concentração do limiar de inflamabilidade (mg/m ³)	42247
Distância máxima até à concentração inflamável (m)	
Massa máxima inflamável (kg)	0
Área máxima de nuvens inflamáveis (m ²) no momento T (s)	0
Massa inflamável no tempo t (kg)	0
Área Incêndio em nuvem no tempo t (m ²)	0
Volume da Incêndio em nuvem no tempo t (m ³)	
Altura para LFL no tempo t (m)	
Comprimento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Largura da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento do centro de nuvens inflamáveis no tempo t (m)	0
Altura de liberação efetiva (m)	0
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031

Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	0s 258ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:22:39

Modelo: Multi Energy

Modelo: Multi Energy

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo CPR14E 3ª Edição - Capítulo 5: Explosões de nuvem de vapor Mercx, W.P.M, van den Berg, A.C., van Leeuwen, D, "Aplicação de correlações para quantificar a força da fonte de explosões de nuvem de vapor em situações realistas Relatório final para o projeto GAMES, Oktober 1998, TNO- relatório PML 1998-C53 (1998)

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de Diesel
Método de cálculo	
Usar o método de sobrepressão GAME	Não
Nuvem de fração envolvida na explosão (-)	0,08
Número da curva	1 (Deflagração muito fraca)
Definição de fonte	
Massa total na gama inflamável (kg)	0
Deslocamento entre o centro de libertação e de explosão (m)	0
Definição de Meteo	
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Pressão ambiente (bar)	1
Vulnerabilidade	
Letalidade da pressão baseada em	Nível de pressão de Treshold
Pico de pressão de destruição total (Interior+Exterior) (mbar)	300
Letalidade destruição total (Interior+Exterior) (-)	1
Pressão de pico em ambientes fechados (vidro) letalidade (mbar)	100
Letalidade em ambientes fechados (vidro) (-)	0,025
Relatórios	
Distância do centro de libertação (m)	50
Resultados	
Resultados da explosão	
Massa confinada na gama inflamável (kg)	0
Energia de combustão total (MJ)	0
Sobrepressão máxima de pico (bar)	0
Pico de sobrepressão em Xd (mbar)	0
Pressão dinâmica máxima em Xd (mbar)	0
Impulso de pressão em Xd (Pa*s)	0
Duração da fase positiva no Xd (ms)	0
Forma de onda explosiva no Xd	
Dano (descrição geral) no Xd	
Danos a casas de tijolos no Xd	
Danos a casas típicas de estilo americano no Xd	
Danos em estruturas (empíricas) no Xd	
Danos nas janelas (casas anteriores a 1975) no Xd (%)	
Danos nas janelas (casas após 1975) no Xd (%)	
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	0s 70ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:22:50

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.74e1c74 (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo CPR14E 2ª Edição - Capítulo 5: Evaporação. Trijsenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: Um modelo avançado para espalhamento e evaporação de líquidos perigosos acidentalmente liberados em terra. Coeficiente de difusão no número de Schmidt baseado na correlação de Fuller, Schetter e Gitting, ver <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	ETANOL (DIPPR)
Método de cálculo	
Use qual taxa representativa	Primeira média de 20% (inflamável)
Evaporação da terra ou da água	Terra
Tipo de liberação no pool	Instantâneo
Tempo máximo de avaliação da(s) evaporação(ões)	600
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,5365E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de crescimento da poça em terra	Espalhamento
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Ambiente	
Temperatura do subsolo (°C)	31,5
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Fluxo de radiação solar	Definido pelo usuário
Fluxo de radiação solar de calor (W/m2)	392
Latitude Norte/Sul do local (deg)	-18
Tipo de subsolo (evaporação)	Subsolo médio
Descrição da rugosidade do subsolo (poça)	solo arenoso relativamente plano, cascalho

Resultados	
Definição de fonte	
Fim (s) do espalhamento do pool de tempo (s)	38
Tempo até que a poça tenha evaporado totalmente (s)	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	29,054
Duração(ões) de evaporação representativa(s) do livro roxo	561,12
Temperatura representativa (°C)	27,722
Diâmetro representativo da poça (m)	237,99
Densidade após mistura com ar (kg/m3)	1,2533
Massa evaporada total (kg)	16303
... duração(s) de evaporação tempo(s)	599,5
Área da poça (m2)	44485
Número de Schmidt usado	1,126
Estratégia do modelo de dispersão	Gás neutro
Ambiente	
Fluxo de calor da radiação solar (kW/m2)	0,392

Dimensões do raio

Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:18
Última duração	23s 149ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	DIPPR
Data de origem do produto químico	01/05/2015

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)Referência: Yellow Book (CPR-14E), 3ª edição 1997, Parágrafo 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a Incêndio em poça thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, Capítulo 1 (Radiação de calor); páginas 11-36~

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	ETANOL (DIPPR)
Método de cálculo	
Tipo de cálculo do incêndio na poça	Modelo de incêndio da poça Livro Amarelo
Tipo de fonte de incêndio da poça	Instantâneo
Calor de combustão fracionada irradiado (-)	0,35
Definição de fuligem	Calcular/Padrão
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,5365E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de forma de poça (fogo de poça)	Circular
Área máxima da superfície de incêndio da poça (m2)	10000
Altura da poça confinada acima do nível do solo (m)	0
Inclua blindagem na chama inferior	Não
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NW
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Quantidade de CO2 na atmosfera (-)	0,0003
Vulnerabilidade	
Duração(ões) máxima(s) de exposição ao calor	20
Ter em conta os EFFECTS protetores do vestuário	Não
Dano letal por radiação de calor Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Radiação de calor danos letais Probit B	2,56
Danos por radiação de calor Probit N	1,3333
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Altura do relatório/receptor (Zd) (m)	1,5
Distância do centro de libertação (m)	200
Resultados	
Resultados do Incêndio	
Diâmetro equivalente do fogo (m)	112,84
Dimensões da pegada da chama D,-D,DMW,MW	76;-56;10;113
Área de superfície de incêndio da poça calculada (m2)	10000
Taxa de combustão do produto químico (kg/s)	200
Duração do(s) incêndio(s)	1768,3
Chama de potência emissiva de superfície (kW/m2)	31,76
Fração de fuligem utilizada (-)	0,8
Inclinação da chama (deg)	29,421
Temperatura da chama (°C)	595,04
Comprimento da chama (m)	38,97
Relação peso/HCl/produto químico (%)	0
Relação peso/NO2/produto químico (%)	0
Relação peso/SO2/produto químico (%)	0
Relação peso de CO2/produto químico (%)	191,09

Relação peso/H2O/produto químico (%)	117,35
(Máx.) Nível de radiação de calor a Xd (kW/m2)	0,83736
Transmissividade atmosférica em Xd (%)	55,875
(Máx.) Viewfactor na empresa Xd (-)	0,047187
Dose de radiação de calor a Xd (s*(kW/m2)^4/3)	15,785
Porcentagem de queimaduras de primeiro grau em Xd (%)	0
Porcentagem de queimaduras de segundo grau em Xd (%)	0
Porcentagem de queimaduras letais em Xd (%)	0
Distância à dose de queima da roupa (m)	0

Dimensões do raio

Raios de radiação de calor

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Largura dist. [m]	Largura máxima [m]	Valor [kW/m2]
Raio de radiação de calor de 37,5 kW/m2	0	0	0	0	37,5
Raio de radiação de calor de 35 kW/m2	0	0	0	0	35
Raio de radiação de calor de 28,4 kW/m2	63	-58	-4	118	28,4
Raio de radiação de calor de 25 kW/m2	65	-59	-4	121	25
Raio de radiação de calor de 19,5 kW/m2	70	-61	-1	126	19,5
Raio de radiação de calor de 9,8 kW/m2	90	-69	4	153	9,8
Raio de radiação de calor de 3 kW/m2	130	-103	4	230	3

Raios de letalidade

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Largura dist. [m]	Largura máxima [m]	Valor [%]
1 % de raio de letalidade	90	-69	4	153	1

Outras informações

Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	22s 872ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	DIPPR
Data de origem do produto químico	01/05/2015

Relatório de EFFECTS em 18/11/2022 09:23:28

Modelo: Gás denso - Incêndio em nuvem

Modelo: Gás denso - Incêndio em nuvem

versão: v2022.11.679beca (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo 3ª edição 1997 capítulo 4; Ermak, D.L. Manual do usuário para o Laboratório Nacional SLAB Lawrence Livermore, junho de 1990

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	ETANOL (DIPPR)
Método de cálculo	
Tipo de liberação de gás pesado	Liberação da poça em evaporação
Definição de fonte	
Caudal mássico da fonte (kg/s)	29,054
Duração da(s) liberação(ões)	561,12
Área da poça (m ²)	44485
Temperatura após a liberação (°C)	27,722
Definição de Meteo	
Dados meteorológicos	Pasquill
Classe de estabilidade Pasquill	B (Instável)
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Descrição do comprimento da rugosidade	Terreno plano aberto; grama, poucos objetos isolados.
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Tempo de ignição Incêndio em nuvem	Nuvem de área máxima de tempo
Concentração média de tempo (s)	20
Use 50% de LFL para raio de nuvem	Não
Use massa entre LFL e UFL	Não
Usar apresentação de concentração dinâmica	Não
Resultados	
Definição de Meteo	
Comprimento inverso de Monin-Obukhov (1/L) usado (1/m)	-0,070248
Resultados da Concentração	
Concentração do limiar de inflamabilidade (mg/m ³)	63212
Distância máxima até à concentração inflamável (m)	
Massa máxima inflamável (kg)	0
Área máxima de nuvens inflamáveis (m ²) no momento T (s)	0
Massa inflamável no tempo t (kg)	0
Área Incêndio em nuvem no tempo t (m ²)	0
Volume da Incêndio em nuvem no tempo t (m ³)	
Altura para LFL no tempo t (m)	
Comprimento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Largura da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento do centro de nuvens inflamáveis no tempo t (m)	0
Altura de liberação efetiva (m)	0
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031

Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	0s 291ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	DIPPR
Data de origem do produto químico	01/05/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:23:49

Modelo: Multi Energy

Modelo: Multi Energy

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)Referência: Livro Amarelo CPR14E 3ª Edição - Capítulo 5: Explosões de nuvem de vapor Mercx, W.P.M, van den Berg, A.C., van Leeuwen, D, "Aplicação de correlações para quantificar a força da fonte de explosões de nuvem de vapor em situações realistas Relatório final para o projeto GAMES, Oktober 1998, TNO- relatório PML 1998-C53 (1998)

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	ETANOL (DIPPR)
Método de cálculo	
Usar o método de sobrepressão GAME	Não
Nuvem de fração envolvida na explosão (-)	0,08
Número da curva	1 (Deflagração muito fraca)
Definição de fonte	
Massa total na gama inflamável (kg)	0
Deslocamento entre o centro de libertação e de explosão (m)	0
Definição de Meteo	
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Pressão ambiente (bar)	1
Vulnerabilidade	
Letalidade da pressão baseada em	Nível de pressão de Treshold
Pico de pressão de destruição total (Interior+Exterior) (mbar)	300
Letalidade destruição total (Interior+Exterior) (-)	1
Pressão de pico em ambientes fechados (vidro) letalidade (mbar)	100
Letalidade em ambientes fechados (vidro) (-)	0,025
Relatórios	
Distância do centro de libertação (m)	50
Resultados	
Resultados da explosão	
Massa confinada na gama inflamável (kg)	0
Energia de combustão total (MJ)	0
Sobrepressão máxima de pico (bar)	0
Pico de sobrepressão em Xd (mbar)	0
Pressão dinâmica máxima em Xd (mbar)	0
Impulso de pressão em Xd (Pa*s)	0
Duração da fase positiva no Xd (ms)	0
Forma de onda explosiva no Xd	
Dano (descrição geral) no Xd	
Danos a casas de tijolos no Xd	
Danos a casas típicas de estilo americano no Xd	
Danos em estruturas (empíricas) no Xd	
Danos nas janelas (casas anteriores a 1975) no Xd (%)	
Danos nas janelas (casas após 1975) no Xd (%)	
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	0s 69ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	DIPPR
Data de origem do produto químico	01/05/2015

Relatório EFFECTS em 18/11/2022 09:24:03

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.74e1c74 (18/11/2022)

Referência: Livro Amarelo CPR14E 2ª Edição - Capítulo 5: Evaporação. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-

Timmerman, S.I.: Um modelo avançado para espalhamento e evaporação de líquidos perigosos acidentalmente liberados em terra.

Coeficiente de difusão no número de Schmidt baseado na correlação de Fuller, Schetter e Gitting, ver

<http://www.thermopedia.com/content/696>

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de gasolina bruta
Método de cálculo	
Use qual taxa representativa	Primeira média de 20% (inflamável)
Evaporação da terra ou da água	Terra
Tipo de liberação no pool	Instantâneo
Tempo máximo de avaliação da(s) evaporação(ões)	600
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,6313E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de crescimento da poça em terra	Espalhamento
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Ambiente	
Temperatura do subsolo (°C)	31,5
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Fluxo de radiação solar	Definido pelo usuário
Fluxo de radiação solar de calor (W/m2)	392
Latitude Norte/Sul do local (deg)	-18
Tipo de subsolo (evaporação)	Subsolo médio
Descrição da rugosidade do subsolo (poça)	solo arenoso relativamente plano, cascalho
Resultados	
Definição de fonte	
Fim (s) do espalhamento do pool de tempo (s)	38
Tempo até que a poça tenha evaporado totalmente (s)	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	96,875
Duração(ões) de evaporação representativa(s) do livro	533,75
ROXO	
Temperatura representativa (°C)	25,602
Diâmetro representativo da poça (m)	234,27
Densidade após mistura com ar (kg/m3)	1,8937
Massa evaporada total (kg)	51707
... duração(s) de evaporação tempo(s)	599,5
Área da poça (m2)	43105
Número de Schmidt usado	1,5906
Estratégia do modelo de dispersão	Gás denso
Ambiente	
Fluxo de calor da radiação solar (kW/m2)	0,392
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031

Último cálculo	18/11/2022 09:16:18
Última duração	10s 753ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório **EFFECTS** em 25/11/2022 13:29:43

Modelo: Incêndio em poça

Modelo: Incêndio em poça

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)

Referência: Livro Amarelo (CPR-14E), 3ª edição 1997, Parágrafo 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 parte B, ~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a Incêndio em poça thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); páginas 11-36~

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de gasolina bruta
Método de cálculo	
Tipo de cálculo do incêndio na poça	Modelo de incêndio da poça Livro Amarelo
Tipo de fonte de incêndio da poça	Instantâneo
Calor de combustão fracionada irradiado (-)	0,35
Definição de fuligem	Calcular/Padrão
Definição de fonte	
Massa total liberada (kg)	3,6313E05
Temperatura da poça (°C)	26,5
Dimensões do processo	
Tipo de forma de poça (fogo de poça)	Circular
Área máxima da superfície de incêndio da poça (m2)	10000
Altura da poça confinada acima do nível do solo (m)	0
Inclua blindagem na chama inferior	Não
Definição de Meteo	
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NW
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Quantidade de CO2 na atmosfera (-)	0,0003
Vulnerabilidade	
Duração(ões) máxima (s) de exposição ao calor	20
Ter em conta os EFFECTS protetores do vestuário	Não
Danos letais por radiação de calor Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Radiação de calor danos letais Probit B	2,56
Danos por radiação de calor Probit N	1,3333
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Altura do relatório/receptor (Zd) (m)	1,5
Distância do centro de libertação (m)	200
Resultados	
Resultados do Incêndio	
Diâmetro equivalente do fogo (m)	112,84
Dimensões da pegada da chama D,-D,DMW,MW	99;-56;22;113
Área de superfície de incêndio da poça calculada (m2)	10000
Taxa de combustão do produto químico (kg/s)	670
Duração do(s) incêndio(s)	541,99
Chama de potência emissiva de superfície (kW/m2)	63,806
Fração de fuligem utilizada (-)	0,8
Inclinação da chama (deg)	29,421

Temperatura da chama (°C)	758,63
Comprimento da chama (m)	87,601
Relação peso /HCl/produto químico (%)	0
Relação peso /NO2/produto químico (%)	0
Relação peso /SO2/produto químico (%)	0
Relação peso de CO2/produto químico (%)	326,07
Relação peso /H2O/produto químico (%)	98,74
(Máx.) Nível de radiação de calor a Xd (kW/m2)	4,5548
Transmissividade atmosférica em Xd (%)	60,214
(Máx.) Viewfactor na empresa Xd (-)	0,11855
Dose de radiação de calor a Xd (s*(kW/m2)^4/3)	151
Porcentagem de queimaduras de primeiro grau em Xd (%)	2,9889
Percentual de queimaduras de segundo grau em Xd (%)	0
Porcentagem de queimaduras letais em Xd (%)	0
Distância à dose de queima da roupa (m)	78,391

Dimensões do raio

Raios de radiação de calor

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Dist. largura [m]	Largura máxima [m]	Valor [kW/m2]
Raio de radiação de calor de 37,5 kW/m2	76	-63	-1	131	37,5
Raio de radiação de calor de 35 kW/m2	79	-64	1	134	35
Raio de radiação de calor de 28,4 kW/m2	88	-66	4	144	28,4
Raio de radiação de calor de 25 kW/m2	95	-68	6	151	25
Raio de radiação de calor de 19,5 kW/m2	109	-73	10	169	19,5
Raio de radiação de calor de 9,8 kW/m2	149	-97	15	237	9,8
Raio de radiação de calor de 3 kW/m2	234	-175	11	404	3

Raios de letalidade

Nomes	Dist máximo [m]	Dist mínimo [m]	Dist. largura [m]	Largura máxima [m]	Valor [%]
1 % de raio de letalidade	148	-97	15	237	1

Outras informações

Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	10s 356ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório de EFFECTS em 25/11/2022 13:29:58

Modelo : Gás denso - Incêndio em nuvem

Modelo : Gás denso - Incêndio em nuvem

versão: v2022.11.679beca (18/11/2022)

Referência: LIVRO Amarelo 3ª edição 1997 capítulo 4; Ermak, D.L. Manual do usuário para o SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, junho de 1990

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de gasolina bruta
Método de cálculo	
Tipo de liberação de gás pesado	Liberação da poça em evaporação
Definição de fonte	
Caudal mássico da fonte (kg/s)	96,875
Duração da(s) libertação(ões)	533,75
Área da poça (m2)	43105
Temperatura após a libertação (°C)	25,602
Definição de Meteo	
Dados meteorológicos	Pasquill
Classe de estabilidade Pasquill	B (Instável)
Velocidade do vento a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Temperatura ambiente (°C)	26,5
Pressão ambiente (bar)	1
Humidade relativa do ambiente (%)	63
Descrição do comprimento da rugosidade	Terreno plano aberto; grama, poucos objetos isolados.
Exatidão	
Resolução de grade	Média
Relatórios	
Tempo de ignição Incêndio em nuvem	Nuvem de área máxima de tempo
Concentração média de tempo (s)	20
Use 50% de LFL para raio de nuvem	Não
Use massa entre LFL e UFL	Não
Usar apresentação de concentração dinâmica	Não
Resultados	
Definição de Meteo	
Comprimento inverso de Monin-Obukhov (1/L) usado (1/m)	-0,070248
Resultados da Concentração	
Concentração do limiar de inflamabilidade (mg/m3)	41709
Distância máxima até à concentração inflamável (m)	
Massa máxima inflamável (kg)	0
Área máxima de nuvens inflamáveis (m2)	0
no momento T (s)	0
Massa inflamável no tempo t (kg)	0
Área Incêndio em nuvem no tempo t (m2)	0
Volume da nuvem inflamável no tempo t (m3)	
Altura para LFL no tempo t (m)	
Comprimento da nuvem inflamável no tempo t (m)	0
Largura da nuvem inflamável no tempo t (m)	0
Deslocamento da Incêndio em nuvem no tempo t (m)	0
Deslocamento do centro de nuvens inflamáveis no tempo t (m)	0
Altura de liberação efetiva (m)	0

Dimensões do raio

Outras informações

Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	0s 272ms
Base de dados de produtos químicos	
Fonte química	Misturas de amostras
Data de origem do produto químico	01/03/2015

Relatório de EFFECTS em 25/11/2022 13:30:12

Modelo: Multi Energy

Modelo: Multi Energy

versão: v2022.11.274fa32 (18/11/2022)

Referência: Livro Amarelo CPR14E 3ª Edição - Capítulo 5: Explosões de nuvem de vapor Mercx, W.P.M, van den Berg, A.C., van Leeuwen, D, "Aplicação de correlações para quantificar a força da fonte de explosões de nuvem de vapor em situações realistas Relatório final para o projeto GAMES, Oktober 1998, TNO- relatório PML 1998-C53 (1998)

Parâmetros	
Entradas	
Condições do Processo	
Nome químico	Amostra de gasolina bruta
Método de cálculo	
Usar o método de sobrepressão GAME	Não
Nuvem de fração envolvida na explosão (-)	0,08
Número da curva	1 (Deflagração muito fraca)
Definição de fonte	
Massa total na gama inflamável (kg)	0
Deslocamento entre o centro de libertação e de explosão (m)	0
Definição de Meteo	
Direção predefinida do vento	NE
Ambiente	
Pressão ambiente (bar)	1
Vulnerabilidade	
Letalidade da pressão baseada em	Nível de pressão de Treshold
Pico de pressão de destruição total (Interior+Exterior) (mbar)	300
Letalidade destruição total (Interior+Exterior) (-)	1
Pressão de pico em ambientes fechados (vidro) letalidade (mbar)	100
Letalidade em ambientes fechados (vidro) (-)	0,025
Relatórios	
Distância do centro de libertação (m)	50
Resultados	
Resultados da explosão	
Massa confinada na gama inflamável (kg)	0
Energia de combustão total (MJ)	0
Sobrepressão máxima de pico (bar)	0
Pico de sobrepressão em Xd (mbar)	0
Pressão dinâmica máxima em Xd (mbar)	0
Impulso de pressão em Xd (Pa*s)	0
Duração da fase positiva no Xd (ms)	0
Forma de onda explosiva no Xd	
Dano (descrição geral) no Xd	
Danos a casas de tijolos no Xd	
Danos a casas típicas de estilo americano no Xd	
Danos em estruturas (empíricas) no Xd	
Danos nas janelas (casas anteriores a 1975) no Xd (%)	
Danos nas janelas (casas após 1975) no Xd (%)	
Dimensões do raio	
Outras informações	
Programa principal	EFFECTS 11.5.2.22031
Último cálculo	18/11/2022 09:16:19
Última duração	0s 81ms
Base de dados de produtos químicos	

Fonte química

Misturas de amostras

Data de origem do produto químico

01/03/2015

Relatório EFFECTS em 25/11/2022 13:30:23

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

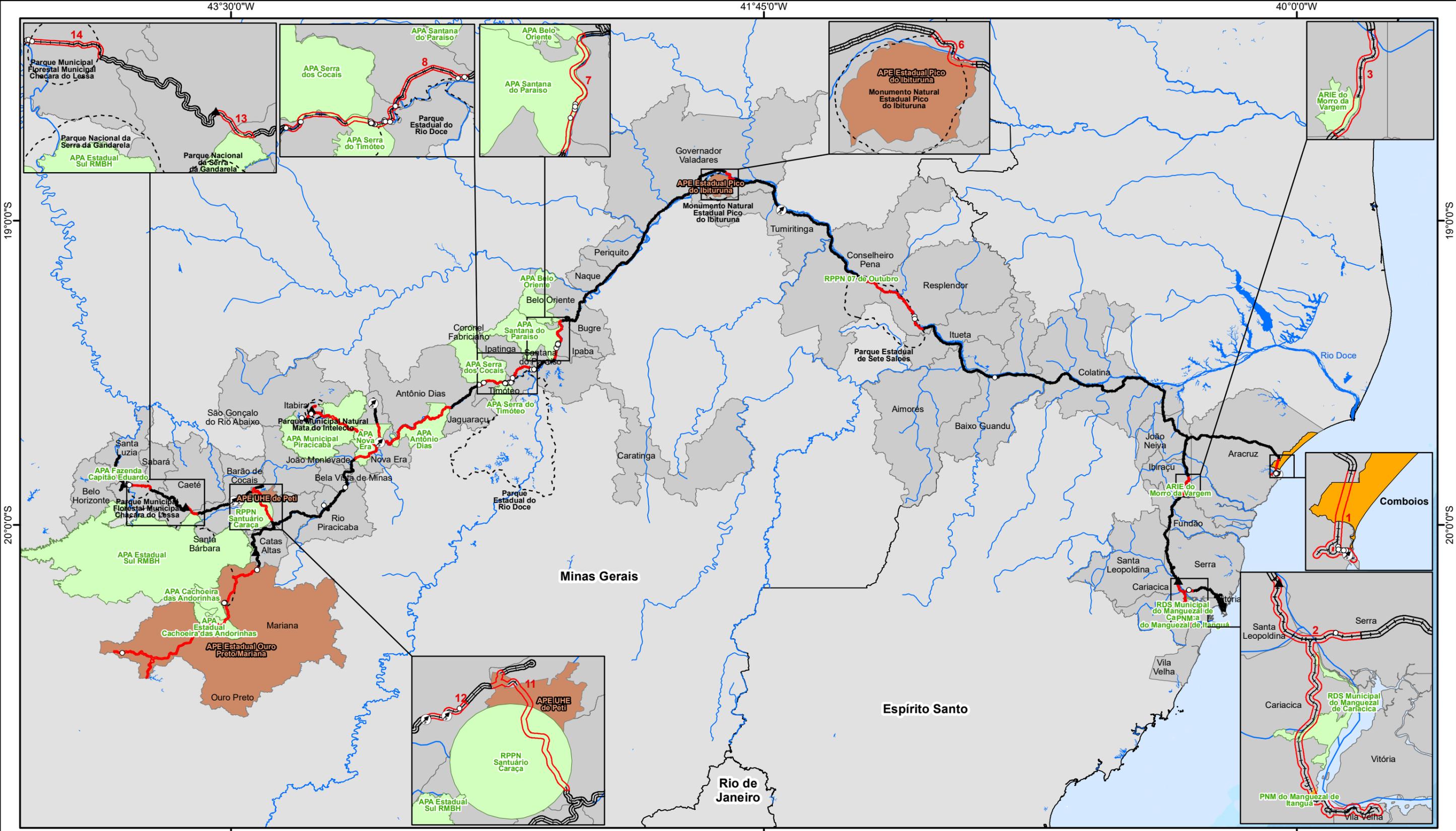
DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

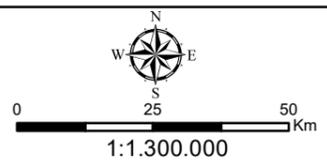
APÊNDICE C

Mapa dos Trechos Vulneráveis

RIO DE JANEIRO
2023



- Legenda**
- ▲ Estação de tratamento de água superficial
 - Poços artesanais
 - ⦿ Sítios arqueológicos
 - ~ Hidrografia
 - Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM)
 - Área indígena
 - ▬ Trecho vulnerável
 - ▬ Trecho menos vulnerável
 - ▬ Limite municipal
 - ▬ Divisa estadual
- Áreas Protegidas**
- Área de Proteção Especial
- Unidades de Conservação**
- Uso Sustentável
 - Proteção Integral
 - Zona de amortecimento



Fonte:
 Ferrovia: IBGE, 2016
 AP: Ver metadados
 UCs: Ver metadados

Fonte:
 Batimetria: CPRM, 2008
 Limites: IBGE, BC250, 2013
 Área Indígenas: FUNAI, 2019
 Sítios Arqueológicos: IPHAN, 2019
 Hidrografia: IBGE 2016; 2017; ANA, 2013
 Captação de água: ANA, 2017; CPRM, 2020

DISSERTAÇÃO		
Análise de Risco e Vulnerabilidade Socioambiental ao Longo da Ferrovia Vitória-Minas		
TÍTULO		
Mapa de Trechos Vulneráveis		
RESP. TÉCNICO	DATA - MAPA	INFO CARTOGRÁFICA
Dafne Araujo	Dezembro/2022 Apêndice C	Projeção Cilíndrica Normal Equirretangular Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

APÊNDICE D

Tabela de Setores Censitários Afetados pelo Cenário de Pior Caso

RIO DE JANEIRO
2023

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
ARACRUZ	ES	320060705000031	0,11413	1101	0,060204	580,78
ARACRUZ	ES	320060705000032	0,059179	951	0,033695	541,47
ARACRUZ	ES	320060705000035	0,145737	527	0,032023	115,80
ARACRUZ	ES	320060705000036	0,142335	767	0,054505	293,71
ARACRUZ	ES	320060705000041	146,898166	404	0,452478	1,24
ARACRUZ	ES	320060705000045	6,120027	44	1,326351	9,54
ARACRUZ	ES	320060705000067	0,266743	604	0,057712	130,68
ARACRUZ	ES	320060710000004	65,210375	482	4,426339	32,72
ARACRUZ	ES	320060710000005	44,763644	612	2,634849	36,02
ARACRUZ	ES	320060715000004	320,685949	981	3,785527	11,58
ARACRUZ	ES	320060715000005	32,832132	456	0,001619	0,02
ARACRUZ	ES	320060715000006	71,952694	333	5,658221	26,19
BAIXO GUANDU	ES	320080505000001	0,170061	464	0,129927	354,50
BAIXO GUANDU	ES	320080505000006	0,104601	520	0,086783	431,42
BAIXO GUANDU	ES	320080505000007	0,105955	425	0,09881	396,34
BAIXO GUANDU	ES	320080505000008	0,194347	601	0,175274	542,02
BAIXO GUANDU	ES	320080505000009	0,085443	556	0,000071	0,46
BAIXO GUANDU	ES	320080505000010	0,088963	780	0,014162	124,17
BAIXO GUANDU	ES	320080505000011	0,416965	656	0,026506	41,70
BAIXO GUANDU	ES	320080505000012	0,090882	514	0,091172	515,64
BAIXO GUANDU	ES	320080505000013	0,491609	575	0,180018	210,55
BAIXO GUANDU	ES	320080505000014	0,099282	543	0,051284	280,49
BAIXO GUANDU	ES	320080505000015	0,085728	487	0,006947	39,46
BAIXO GUANDU	ES	320080505000016	0,197263	708	0,08432	302,63
BAIXO GUANDU	ES	320080505000019	0,109791	590	0,00111	5,96
BAIXO GUANDU	ES	320080505000020	0,103716	775	0,099981	747,09
BAIXO GUANDU	ES	320080505000024	106,660264	587	6,152698	33,86
BAIXO GUANDU	ES	320080505000025	66,502336	349	3,668192	19,25
BAIXO GUANDU	ES	320080505000026	0,544461	694	0,329534	420,04
BAIXO GUANDU	ES	320080505000027	0,097209	581	0,013374	79,93
BAIXO GUANDU	ES	320080505000028	0,134139	554	0,13457	555,78
BAIXO GUANDU	ES	320080505000031	0,164094	742	0,133698	604,56
BAIXO GUANDU	ES	320080505000032	0,266192	475	0,17639	314,75
BAIXO GUANDU	ES	320080505000033	0,329291	522	0,072629	115,13
BAIXO GUANDU	ES	320080505000034	1,366778	478	0,474131	165,82
BAIXO GUANDU	ES	320080505000035	0,11082	733	0,00104	6,88
BAIXO GUANDU	ES	320080520000003	91,169889	404	0,008669	0,04
CARIACICA	ES	320130805000007	0,159583	783	0,057879	283,99
CARIACICA	ES	320130805000008	0,082875	456	0,036777	202,36
CARIACICA	ES	320130805000009	0,137418	978	0,078963	561,98
CARIACICA	ES	320130805000010	0,147969	362	0,103411	252,99
CARIACICA	ES	320130805000011	0,078424	1382	0,071821	1265,64
CARIACICA	ES	320130805000012	0,051715	1026	0,051988	1031,42
CARIACICA	ES	320130805000013	0,088967	1136	0,036276	463,20
CARIACICA	ES	320130805000031	3,302843	280	0,690793	58,56
CARIACICA	ES	320130805000032	0,388835	778	0,049326	98,69

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
CARIACICA	ES	320130805000033	0,121681	526	0,088188	381,22
CARIACICA	ES	320130805000035	0,084295	440	0,04348	226,96
CARIACICA	ES	320130805000042	0,030052	647	0,001579	33,99
CARIACICA	ES	320130805000043	0,048639	927	0,012196	232,44
CARIACICA	ES	320130805000044	0,056621	1036	0,045032	823,95
CARIACICA	ES	320130805000045	0,059527	510	0,055937	479,24
CARIACICA	ES	320130805000046	0,026835	686	0,025002	639,14
CARIACICA	ES	320130805000047	0,021428	508	0,011624	275,57
CARIACICA	ES	320130805000051	0,030107	673	0,020416	456,37
CARIACICA	ES	320130805000052	0,033188	454	0,019431	265,81
CARIACICA	ES	320130805000053	0,377585	1146	0,130874	397,21
CARIACICA	ES	320130805000054	0,067082	872	0,002413	31,37
CARIACICA	ES	320130805000056	0,988355	385	0,143477	55,89
CARIACICA	ES	320130805000058	1,484289	97	0,0839	5,48
CARIACICA	ES	320130805000061	0,240598	296	0,077792	95,71
CARIACICA	ES	320130805000102	0,108166	907	0,00009	0,75
CARIACICA	ES	320130805000114	24,752193	143	2,516075	14,54
CARIACICA	ES	320130805000123	0,247409	535	0,000377	0,82
CARIACICA	ES	320130805000124	0,034872	221	0,032302	204,71
CARIACICA	ES	320130805000135	0,024894	550	0,019503	430,89
CARIACICA	ES	320130805000136	0,033136	862	0,033311	866,55
CARIACICA	ES	320130805000137	0,032262	711	0,025965	572,22
CARIACICA	ES	320130805000140	0,059767	829	0,035707	495,28
CARIACICA	ES	320130805000151	0,304094	493	0,231375	375,11
CARIACICA	ES	320130805000163	0,031598	244	0,031765	245,29
CARIACICA	ES	320130805000176	0,10849	560	0,084086	434,03
CARIACICA	ES	320130805000184	0,00971	112	0,009761	112,59
CARIACICA	ES	320130805000185	0,042401	481	0,037001	419,74
CARIACICA	ES	320130805000186	0,182378	614	0,100426	338,10
CARIACICA	ES	320130805000188	0,12104	473	0,066625	260,36
CARIACICA	ES	320130805000191	0,033751	159	0,027009	127,24
CARIACICA	ES	320130805000192	0,075112	257	0,07551	258,36
CARIACICA	ES	320130805000198	0,067345	476	0,035648	251,96
CARIACICA	ES	320130805000211	0,237812	209	0,150223	132,02
CARIACICA	ES	320130805000215	2,639025	9	0,194873	0,66
CARIACICA	ES	320130805000216	3,719114	10	0,601777	1,62
CARIACICA	ES	320130805000217	0,568167	140	0,169524	41,77
CARIACICA	ES	320130810000097	0,071242	1059	0,010337	153,66
CARIACICA	ES	320130810000102	0,06718	809	0,025604	308,33
CARIACICA	ES	320130810000104	0,077292	832	0,028288	304,50
CARIACICA	ES	320130810000106	0,049354	570	0,000071	0,82
CARIACICA	ES	320130810000107	0,084851	1017	0,03599	431,37
CARIACICA	ES	320130810000108	0,068365	906	0,068537	908,28
CARIACICA	ES	320130810000109	0,042083	425	0,022868	230,95
CARIACICA	ES	320130810000110	0,050888	800	0,048071	755,71
CARIACICA	ES	320130810000111	0,034412	432	0,000156	1,96

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
CARIACICA	ES	320130810000129	0,748427	8	0,591465	6,32
CARIACICA	ES	320130810000248	0,740107	423	0,566974	324,05
CARIACICA	ES	320130810000250	0,031618	480	0,018961	287,85
CARIACICA	ES	320130810000295	0,037735	521	0,003733	51,54
CARIACICA	ES	320130810000300	0,132366	661	0,004102	20,48
CARIACICA	ES	320130810000356	0,057167	415	0,038653	280,60
COLATINA	ES	320150605000017	4,650977	764	0,073624	12,09
COLATINA	ES	320150605000025	0,087423	519	0,001763	10,47
COLATINA	ES	320150605000027	0,242444	473	0,074519	145,38
COLATINA	ES	320150605000029	0,038873	560	0,010111	145,64
COLATINA	ES	320150605000030	0,065207	472	0,039996	289,51
COLATINA	ES	320150605000073	1,431061	677	0,803406	380,07
COLATINA	ES	320150605000094	47,045182	440	1,646429	15,40
COLATINA	ES	320150605000097	48,944836	404	2,437626	20,12
COLATINA	ES	320150605000101	62,804587	586	0,399667	3,73
COLATINA	ES	320150605000106	58,013098	752	5,87356	76,14
COLATINA	ES	320150605000110	0,346191	393	0,142162	161,38
COLATINA	ES	320150605000116	0,037752	437	0,024586	284,60
COLATINA	ES	320150605000124	0,070037	232	0,000459	1,52
COLATINA	ES	320150605000127	0,039941	547	0,015363	210,40
COLATINA	ES	320150605000129	0,06234	554	0,05592	496,95
COLATINA	ES	320150605000130	0,044796	540	0,002434	29,34
COLATINA	ES	320150605000168	0,482293	17	0,023354	0,82
COLATINA	ES	320150605000175	6,461844	93	0,109962	1,58
COLATINA	ES	320150605000190	3,016006	483	1,251662	200,45
COLATINA	ES	320150605000201	5,280287	101	1,051455	20,11
COLATINA	ES	320150605000212	0,013006	85	0,013027	85,14
COLATINA	ES	320150605000232	0,194388	120	0,103868	64,12
COLATINA	ES	320150615000002	129,760686	375	6,635899	19,18
COLATINA	ES	320150635000001	0,669098	696	0,619762	644,68
COLATINA	ES	320150635000002	51,90241	699	5,967044	80,36
COLATINA	ES	320150635000003	37,069225	244	0,421313	2,77
COLATINA	ES	320150635000004	45,963323	474	0,179425	1,85
FUNDÃO	ES	320220705000001	0,153225	904	0,124291	733,29
FUNDÃO	ES	320220705000002	2,862774	904	2,045269	645,85
FUNDÃO	ES	320220705000003	0,240609	681	0,001714	4,85
FUNDÃO	ES	320220705000004	0,344657	1103	0,177285	567,36
FUNDÃO	ES	320220705000005	0,300726	640	0,174747	371,89
FUNDÃO	ES	320220705000006	0,315675	944	0,185088	553,49
FUNDÃO	ES	320220705000007	38,198847	552	1,484467	21,45
FUNDÃO	ES	320220705000008	79,911304	628	1,468488	11,54
FUNDÃO	ES	320220705000010	0,543639	633	0,018319	21,33
FUNDÃO	ES	320220705000012	2,846737	981	0,240882	83,01
FUNDÃO	ES	320220715000004	1,298401	8	0,535969	3,30
FUNDÃO	ES	320220715000005	1,19686	722	0,095074	57,35
IBIRAÇU	ES	320250405000004	0,467325	831	0,010594	18,84

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
IBIRAÇU	ES	320250405000006	0,280015	928	0,13252	439,19
IBIRAÇU	ES	320250405000007	1,05375	1057	0,118423	118,79
IBIRAÇU	ES	320250405000008	0,243412	208	0,084917	72,56
IBIRAÇU	ES	320250405000009	29,796264	215	0,895058	6,46
IBIRAÇU	ES	320250405000014	0,336634	827	0,292408	718,35
IBIRAÇU	ES	320250405000015	21,279725	818	2,902219	111,56
IBIRAÇU	ES	320250420000003	1,220222	0	0,294605	0,00
IBIRAÇU	ES	320250420000004	36,991898	570	3,198007	49,28
JOÃO NEIVA	ES	320313005000007	0,152264	674	0,008602	38,08
JOÃO NEIVA	ES	320313005000008	0,943035	450	0,01706	8,14
JOÃO NEIVA	ES	320313005000011	1,094773	843	0,284175	218,82
JOÃO NEIVA	ES	320313005000012	0,301802	184	0,243358	148,37
JOÃO NEIVA	ES	320313005000014	36,998386	447	0,609251	7,36
JOÃO NEIVA	ES	320313005000015	40,972777	468	4,352817	49,72
JOÃO NEIVA	ES	320313005000016	0,068849	241	0,069216	242,28
JOÃO NEIVA	ES	320313005000017	0,417365	561	0,115823	155,68
JOÃO NEIVA	ES	320313005000022	0,49289	522	0,010586	11,21
JOÃO NEIVA	ES	320313010000002	0,424699	279	0,327205	214,95
JOÃO NEIVA	ES	320313010000004	105,878762	397	5,285304	19,82
SANTA LEOPOLDINA	ES	320450010000002	49,908149	283	1,987885	11,27
SANTA LEOPOLDINA	ES	320450010000003	69,495243	579	0,418355	3,49
SANTA LEOPOLDINA	ES	320450025000007	31,371567	244	2,811228	21,87
SERRA	ES	320500210000001	0,037389	28	0,004222	3,16
SERRA	ES	320500210000004	53,813968	574	2,720908	29,02
SERRA	ES	320500215000005	8,12694	17	1,398641	2,93
SERRA	ES	320500215000006	7,44157	170	0,823361	18,81
SERRA	ES	320500215000007	26,659647	40	3,029698	4,55
SERRA	ES	320500215080012	1,656271	1	0,809003	0,49
SERRA	ES	320500215080021	0,036816	583	0,012749	201,89
SERRA	ES	320500215080022	0,0648	805	0,050949	632,93
SERRA	ES	320500215080023	0,044386	538	0,044634	541,01
SERRA	ES	320500215080027	0,086545	958	0,068702	760,49
SERRA	ES	320500215080029	0,265817	586	0,061868	136,39
SERRA	ES	320500215080032	0,177528	700	0,056886	224,30
SERRA	ES	320500215080033	0,090305	753	0,018888	157,50
SERRA	ES	320500215080034	0,85282	2354	0,61351	1693,44
SERRA	ES	320500215080038	0,031463	279	0,012038	106,75
SERRA	ES	320500215080054	0,021219	305	0,017982	258,47
SERRA	ES	320500215080055	0,061337	603	0,060738	597,11
SERRA	ES	320500215080056	0,024659	559	0,013461	305,15
SERRA	ES	320500215090001	0,081556	614	0,082013	617,44
SERRA	ES	320500215090002	0,141306	944	0,021798	145,62
SERRA	ES	320500215090003	0,072788	1317	0,073093	1322,52
SERRA	ES	320500215090004	0,052746	1036	0,025694	504,66
SERRA	ES	320500215090005	0,033211	545	0,03338	547,77
SERRA	ES	320500215090006	0,117292	1431	0,036773	448,64

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
SERRA	ES	320500215090007	0,051998	999	0,000266	5,11
SERRA	ES	320500215090008	0,151953	941	0,104683	648,27
SERRA	ES	320500215090064	0,237731	859	0,057202	206,69
SERRA	ES	320500215100001	0,416965	1157	0,388216	1077,23
SERRA	ES	320500215100002	0,392121	494	0,06381	80,39
SERRA	ES	320500225000002	63,047441	239	5,018402	19,02
VILA VELHA	ES	320520010070001	0,051415	1036	0,032137	647,55
VILA VELHA	ES	320520010070002	0,123284	866	0,120499	846,44
VILA VELHA	ES	320520010070003	0,038795	237	0,039005	238,28
VILA VELHA	ES	320520010070004	0,181702	1237	0,021098	143,63
VILA VELHA	ES	320520010070005	0,172291	918	0,107761	574,17
VILA VELHA	ES	320520010070006	1,11134	1419	0,590144	753,52
VILA VELHA	ES	320520010070022	0,020431	354	0,018151	314,50
VILA VELHA	ES	320520010070027	0,072246	195	0,072637	196,06
VILA VELHA	ES	320520010070029	0,078648	509	0,023896	154,65
VILA VELHA	ES	320520010070031	0,057713	687	0,00745	88,68
VILA VELHA	ES	320520010070033	0,113458	535	0,111092	523,84
VILA VELHA	ES	320520010070036	0,127412	486	0,036802	140,38
VILA VELHA	ES	320520025000001	0,201404	37	0,202482	37,20
VILA VELHA	ES	320520025080019	0,021443	433	0,009455	190,93
VILA VELHA	ES	320520025080020	0,189438	458	0,07146	172,77
VILA VELHA	ES	320520025080028	0,029172	740	0,007288	184,87
VITÓRIA	ES	320530905060001	0,563328	279	0,002026	1,00
VITÓRIA	ES	320530905060004	0,250705	701	0,069485	194,29
VITÓRIA	ES	320530905060011	0,3684	325	0,15942	140,64
VITÓRIA	ES	320530905060034	0,38101	661	0,068387	118,64
VITÓRIA	ES	320530905070034	0,347908	884	0,040338	102,49
VITÓRIA	ES	320530905070035	0,16439	856	0,054353	283,02
VITÓRIA	ES	320530905070042	0,638874	549	0,028716	24,68
VITÓRIA	ES	320530910110086	19,449777	12	7,966207	4,91
AIMORÉS	MG	310110205000001	0,458332	558	0,026512	32,28
AIMORÉS	MG	310110205000002	0,746579	879	0,095891	112,90
AIMORÉS	MG	310110205000003	0,049221	601	0,045069	550,30
AIMORÉS	MG	310110205000004	0,32861	431	0,064435	84,51
AIMORÉS	MG	310110205000005	0,782198	581	0,134947	100,24
AIMORÉS	MG	310110205000006	1,272689	923	0,291807	211,63
AIMORÉS	MG	310110205000007	0,118492	649	0,09557	523,45
AIMORÉS	MG	310110205000008	0,389599	709	0,082749	150,59
AIMORÉS	MG	310110205000009	0,227321	520	0,214423	490,50
AIMORÉS	MG	310110205000010	0,082179	530	0,082429	531,61
AIMORÉS	MG	310110205000012	0,107505	782	0,107831	784,37
AIMORÉS	MG	310110205000013	0,101327	509	0,050382	253,09
AIMORÉS	MG	310110205000015	0,168402	563	0,122317	408,93
AIMORÉS	MG	310110205000016	0,169779	499	0,104849	308,16
AIMORÉS	MG	310110205000017	0,312551	537	0,258791	444,63
AIMORÉS	MG	310110205000018	0,850768	564	0,398446	264,14

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
AIMORÉS	MG	310110205000019	0,339496	935	0,243128	669,59
AIMORÉS	MG	310110205000020	0,968465	778	0,122596	98,49
AIMORÉS	MG	310110205000022	107,056483	374	4,162441	14,54
AIMORÉS	MG	310110205000023	0,144931	417	0,087005	250,33
AIMORÉS	MG	310110205000024	1,290228	555	0,000978	0,42
AIMORÉS	MG	310110205000025	0,109478	586	0,109813	587,79
ALPERCATA	MG	310180505000009	34,545726	325	0,060321	0,57
ALPERCATA	MG	310180505000011	43,557125	115	0,204777	0,54
BELA VISTA DE MINAS	MG	310600205000001	0,18946	634	0,013774	46,09
BELA VISTA DE MINAS	MG	310600205000004	0,815254	651	0,027334	21,83
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000003	1,905583	641	1,338376	450,20
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000004	2,575636	855	0,429983	142,74
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000006	56,656242	238	2,054463	8,63
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000009	104,576579	22	1,347305	0,28
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000011	58,62594	364	4,701413	29,19
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000012	36,693868	336	0,668511	6,12
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000013	78,724484	437	6,102561	33,88
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000014	50,247723	344	0,423369	2,90
ANTÔNIO DIAS	MG	310300905000019	32,511869	253	1,658042	12,90
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000011	2,403398	988	0,264215	108,61
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000013	1,500228	778	0,5295	274,59
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000014	1,732959	886	0,162498	83,08
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000026	63,346154	226	8,288071	29,57
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000030	0,467423	868	0,020756	38,54
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000031	1,030194	799	0,000039	0,03
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000033	0,519871	788	0,014152	21,45
BARÃO DE COCAIS	MG	310540005000034	2,279607	1007	0,910048	402,01
BARÃO DE COCAIS	MG	310540010000006	39,725278	85	1,94989	4,17
BELA VISTA DE MINAS	MG	310600205000011	73,834652	198	2,420244	6,49
BELO HORIZONTE	MG	310620060640042	0,922571	387	0,095629	40,11
BELO HORIZONTE	MG	310620060640076	2,402965	663	0,873579	241,03
BELO HORIZONTE	MG	310620060640110	4,260658	1191	0,388666	108,65
BELO HORIZONTE	MG	310620060640121	0,101922	1072	0,088004	925,61
BELO HORIZONTE	MG	310620060640122	0,036504	884	0,007458	180,61
BELO HORIZONTE	MG	310620060640123	0,6616	1258	0,50647	963,03
BELO HORIZONTE	MG	310620060640212	0,732642	3	0,667166	2,73
BELO HORIZONTE	MG	310620060640213	0,033528	825	0,028757	707,60
BELO HORIZONTE	MG	310620060660192	0,894041	373	0,060285	25,15
BELO ORIENTE	MG	310630910000001	0,177413	1129	0,050607	322,05
BELO ORIENTE	MG	310630910000003	0,153925	853	0,000388	2,15
BELO ORIENTE	MG	310630910000010	0,482615	605	0,118096	148,04
BELO ORIENTE	MG	310630910000011	68,298933	101	4,797732	7,09
BELO ORIENTE	MG	310630910000012	0,350581	343	0,323362	316,37
BELO ORIENTE	MG	310630910000013	0,222166	549	0,171797	424,53
BELO ORIENTE	MG	310630920000006	50,067554	70	3,228915	4,51
BUGRE	MG	310925305000004	0,932374	310	0,198273	65,92

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
BUGRE	MG	310925305000006	64,964282	376	0,890422	5,15
BUGRE	MG	310925305000007	43,33215	250	0,301148	1,74
CAETÉ	MG	311000405000033	41,427736	422	0,005161	0,05
CAETÉ	MG	311000405000035	49,196068	265	3,748158	20,19
CAETÉ	MG	311000415000002	69,954077	151	5,164653	11,15
CARATINGA	MG	311340407000004	86,869543	149	0,001663	0,00
CARATINGA	MG	311340407000005	3,821726	581	0,610813	92,86
CARATINGA	MG	311340440000003	76,405477	227	0,139816	0,42
CATAS ALTAS	MG	311535905000001	1,235613	962	0,265927	207,04
CATAS ALTAS	MG	311535905000003	1,195494	724	0,073847	44,72
CATAS ALTAS	MG	311535905000004	1,400267	703	0,134286	67,42
CATAS ALTAS	MG	311535905000005	90,715181	376	0,840992	3,49
CATAS ALTAS	MG	311535905000006	74,451998	226	10,910004	33,12
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000002	0,64414	744	0,24362	281,39
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000003	0,097399	492	0,029088	146,93
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000004	0,282537	584	0,138898	287,10
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000005	0,364002	752	0,002317	4,79
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000017	0,517334	411	0,088535	70,34
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000018	1,163457	841	0,744752	538,34
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000020	80,01148	91	2,054297	2,34
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000021	95,414995	173	4,424957	8,02
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000022	44,618491	197	2,086178	9,21
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000024	106,807568	335	0,139122	0,44
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000028	0,21453	643	0,002925	8,77
CONSELHEIRO PENA	MG	311840305000029	13,055173	15	0,963793	1,11
CONSELHEIRO PENA	MG	311840315000001	0,943733	742	0,417382	328,16
CONSELHEIRO PENA	MG	311840315000002	0,334125	692	0,224598	465,16
CONSELHEIRO PENA	MG	311840315000003	156,707661	232	2,407469	3,56
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000034	0,466644	398	0,036952	31,52
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000035	0,112974	720	0,089304	569,15
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000036	0,477211	1095	0,459756	1054,95
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000005	0,105274	493	0,006776	31,73
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000027	0,210381	841	0,210261	840,52
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000028	0,131785	983	0,084587	630,94
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000029	0,148458	1054	0,082149	583,23
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000030	0,195453	974	0,085718	427,16
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000033	0,517409	1324	0,22438	574,17
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000057	49,18307	389	0,303266	2,40
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000058	98,988742	341	0,037594	0,13
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000064	0,081899	206	0,002822	7,10
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000065	0,044925	37	0,007458	6,14
CORONEL FABRICIANO	MG	311940105000086	0,192497	780	0,108248	438,62
FERNANDES TOURINHO	MG	312580410000003	38,967754	75	0,159474	0,31
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000001	0,076256	496	0,041081	267,21
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000002	0,146875	689	0,120186	563,80
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000003	0,113783	898	0,062501	493,27

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000011	0,127666	573	0,07348	329,80
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000012	0,064129	479	0,036403	271,91
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000013	0,098689	577	0,080746	472,09
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000014	0,111108	1026	0,011157	103,03
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000015	0,027629	574	0,027635	574,12
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000016	0,156291	413	0,010397	27,47
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000017	0,157876	1042	0,077499	511,50
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000018	0,208855	917	0,039319	172,63
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000019	0,134207	841	0,052578	329,48
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000020	0,171874	690	0,036776	147,64
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000022	0,156936	463	0,044443	131,12
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000023	0,34185	1093	0,104909	335,43
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000024	1,340637	305	0,281541	64,05
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000025	0,243134	711	0,063102	184,53
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000026	2,416172	140	0,80373	46,57
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000043	0,060486	437	0,002062	14,90
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000044	0,136665	47	0,131297	45,15
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000045	0,06721	577	0,021803	187,18
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000046	0,474189	384	0,208598	168,92
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000068	0,102805	927	0,008857	79,86
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000069	5,055091	28	0,170786	0,95
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000070	0,1564	834	0,150105	800,43
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000073	0,150643	889	0,065533	386,73
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000074	0,037393	469	0,01812	227,27
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000075	0,086439	948	0,080433	882,13
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000076	0,088687	1082	0,046555	567,98
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000077	0,04822	1118	0,037636	872,61
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000078	0,033245	783	0,002426	57,14
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000080	0,039989	873	0,027919	609,50
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000081	0,05582	632	0,05583	632,11
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000082	0,054686	751	0,019153	263,03
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000094	0,114621	748	0,09109	594,44
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000095	0,113498	1086	0,11231	1074,63
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000096	0,118885	1085	0,086578	790,15
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000097	0,078346	911	0,010481	121,87
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000098	0,064681	996	0,003041	46,83
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000118	0,108345	862	0,011154	88,74
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000119	0,146663	1179	0,079697	640,67
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000120	0,103165	1007	0,068407	667,72
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000121	0,304977	1353	0,178111	790,17
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000123	0,181462	775	0,093755	400,42
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000135	0,140305	1140	0,044968	365,37
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000136	0,090295	1127	0,03047	380,31
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000137	0,089785	835	0,087831	816,83
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000138	0,082272	1025	0,000686	8,55
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000140	0,072251	844	0,038227	446,55

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000141	0,078022	1245	0,020541	327,77
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000142	0,052841	756	0,029445	421,27
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000143	0,048208	863	0,028539	510,89
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000144	0,061556	1037	0,061281	1032,37
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000145	0,055915	770	0,00898	123,66
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000146	0,060786	774	0,042511	541,30
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000147	0,074525	820	0,003242	35,67
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000173	0,30787	1117	0,000052	0,19
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000179	0,06073	1028	0,00002	0,34
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000180	0,077956	916	0,039253	461,23
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000181	0,057127	581	0,022437	228,19
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000182	0,034603	564	0,005235	85,33
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000183	0,047556	890	0,033565	628,16
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000184	0,121587	852	0,092398	647,46
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000185	0,094786	903	0,036733	349,95
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000186	0,042391	424	0,040745	407,54
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000187	0,064253	242	0,06426	242,03
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000188	0,059794	817	0,0598	817,08
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000189	0,039309	734	0,019945	372,42
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000190	0,690083	197	0,052637	15,03
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000194	0,103593	708	0,056245	384,40
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000195	0,681029	2025	0,077517	230,49
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000196	0,118411	1077	0,017025	154,85
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000197	0,395709	2028	0,084064	430,83
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000198	0,174845	1106	0,138418	875,58
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000200	0,141602	1220	0,086193	742,61
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000202	0,097877	897	0,097883	897,05
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000203	0,235051	1245	0,007228	38,28
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000204	0,312685	847	0,05142	139,29
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000205	0,119075	1128	0,080831	765,71
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000206	0,248653	1137	0,091226	417,14
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000207	0,156576	936	0,031857	190,44
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000208	0,095773	891	0,076655	713,14
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000209	0,190505	739	0,016168	62,72
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000210	0,075323	826	0,075324	826,01
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000211	0,131418	910	0,032171	222,77
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000212	0,076633	762	0,057894	575,67
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000213	0,390697	942	0,019253	46,42
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000214	5,425239	221	1,442666	58,77
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000253	74,035537	422	0,427997	2,44
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000255	0,541168	701	0,221442	286,84
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000256	0,195852	347	0,004376	7,75
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000259	165,239637	237	1,062004	1,52
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000268	0,102424	616	0,051959	312,49
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000269	0,023602	226	0,023607	226,05
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000270	0,074567	454	0,045064	274,37

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000271	0,046076	443	0,046088	443,12
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000272	0,391874	1292	0,090217	297,44
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000274	0,313446	216	0,15022	103,52
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000276	0,048114	316	0,00907	59,57
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000277	0,054127	471	0,020171	175,52
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000278	0,059539	394	0,043203	285,90
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000284	0,271785	22	0,136139	11,02
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000286	0,330882	91	0,136611	37,57
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000288	1,16775	385	0,365716	120,57
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000289	0,112015	297	0,009929	26,33
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000291	0,05352	419	0,049569	388,07
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000292	0,128938	416	0,000179	0,58
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000293	1,335223	23	0,164704	2,84
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000304	0,060922	586	0,060928	586,06
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000305	0,026653	508	0,001243	23,69
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000306	0,03627	434	0,014052	168,14
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000307	0,022728	322	0,02273	322,03
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000308	0,104732	1134	0,073161	792,16
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000339	50,055178	323	1,935841	12,49
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770105000340	0,282793	1221	0,086764	374,62
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770115000001	0,837941	1231	0,501692	737,02
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770115000002	36,246365	388	1,814692	19,43
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770115000003	52,945956	337	2,79126	17,77
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770130000001	1,427045	76	0,728271	38,79
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770130000002	67,317819	97	8,062342	11,62
GOVERNADOR VALADARES	MG	312770155000003	82,301361	1041	2,274472	28,77
IAPU	MG	312930115000002	54,315926	65	0,150556	0,18
IAPU	MG	312930115000004	60,671898	125	0,015681	0,03
IPABA	MG	313115805000013	0,341366	1078	0,016375	51,71
IPABA	MG	313115805000014	78,826997	445	1,050607	5,93
IPATINGA	MG	313130705000001	0,187055	596	0,080358	256,04
IPATINGA	MG	313130705000003	0,09077	555	0,027603	168,77
IPATINGA	MG	313130705000004	0,308724	427	0,043557	60,24
IPATINGA	MG	313130705000031	3,088848	156	0,648175	32,74
IPATINGA	MG	313130705000032	0,152461	800	0,089102	467,54
IPATINGA	MG	313130705000033	0,347919	949	0,260788	711,34
IPATINGA	MG	313130705000034	0,900435	528	0,289275	169,63
IPATINGA	MG	313130705000052	0,291401	874	0,007825	23,47
IPATINGA	MG	313130705000053	0,288089	945	0,072917	239,18
IPATINGA	MG	313130705000055	0,728661	492	0,109063	73,64
IPATINGA	MG	313130705000074	1,729858	454	0,111557	29,28
IPATINGA	MG	313130705000092	0,309552	1082	0,026309	91,96
IPATINGA	MG	313130705000171	0,160537	371	0,02889	66,76
IPATINGA	MG	313130705000172	0,332225	460	0,016264	22,52
ITABIRA	MG	313170305000002	0,237822	750	0,203736	642,51
ITABIRA	MG	313170305000008	0,185727	979	0,02226	117,34

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km ²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km ²)	Habitantes no cenário de pior caso
ITABIRA	MG	313170305000009	0,092128	609	0,035609	235,39
ITABIRA	MG	313170305000010	0,126545	665	0,126545	665,00
ITABIRA	MG	313170305000011	0,063544	690	0,059326	644,20
ITABIRA	MG	313170305000012	0,068625	676	0,05851	576,36
ITABIRA	MG	313170305000013	0,065113	610	0,065113	610,00
ITABIRA	MG	313170305000014	0,124271	778	0,124271	778,00
ITABIRA	MG	313170305000015	0,076531	631	0,004394	36,23
ITABIRA	MG	313170305000016	0,092742	478	0,032171	165,81
ITABIRA	MG	313170305000017	0,242105	587	0,062852	152,39
ITABIRA	MG	313170305000023	0,460975	870	0,007119	13,44
ITABIRA	MG	313170305000025	0,113394	933	0,109191	898,42
ITABIRA	MG	313170305000026	0,046964	344	0,046964	344,00
ITABIRA	MG	313170305000027	0,240834	379	0,214894	338,18
ITABIRA	MG	313170305000028	0,054976	589	0,052794	565,62
ITABIRA	MG	313170305000029	0,089862	815	0,082076	744,39
ITABIRA	MG	313170305000030	0,079809	776	0,052356	509,07
ITABIRA	MG	313170305000031	0,092192	296	0,03704	118,92
ITABIRA	MG	313170305000033	0,08213	961	0,081237	950,55
ITABIRA	MG	313170305000042	0,473013	978	0,003802	7,86
ITABIRA	MG	313170305000043	1,383313	869	0,63637	399,77
ITABIRA	MG	313170305000044	0,106965	470	0,106965	470,00
ITABIRA	MG	313170305000045	0,084601	705	0,05579	464,91
ITABIRA	MG	313170305000046	0,075721	499	0,03962	261,10
ITABIRA	MG	313170305000048	0,122115	480	0,062538	245,82
ITABIRA	MG	313170305000054	0,137722	1517	0,125977	1387,63
ITABIRA	MG	313170305000068	0,369625	732	0,319863	633,45
ITABIRA	MG	313170305000071	0,317293	654	0,024992	51,51
ITABIRA	MG	313170305000072	0,645114	833	0,006795	8,77
ITABIRA	MG	313170305000082	0,103023	415	0,002911	11,73
ITABIRA	MG	313170305000083	0,072281	775	0,04357	467,16
ITABIRA	MG	313170305000084	0,092399	785	0,014057	119,42
ITABIRA	MG	313170305000085	1,125736	1123	0,920158	917,92
ITABIRA	MG	313170305000086	1,771556	1100	0,113629	70,55
ITABIRA	MG	313170305000088	0,361121	783	0,2507	543,58
ITABIRA	MG	313170305000090	0,179554	731	0,007374	30,02
ITABIRA	MG	313170305000091	2,128488	778	0,585889	214,15
ITABIRA	MG	313170305000096	3,977247	122	0,64942	19,92
ITABIRA	MG	313170305000097	3,978182	97	0,049338	1,20
ITABIRA	MG	313170305000098	5,521467	122	2,793437	61,72
ITABIRA	MG	313170305000105	76,740323	270	3,520148	12,39
ITABIRA	MG	313170305000106	59,715406	215	0,259151	0,93
ITABIRA	MG	313170305000107	35,122236	369	0,945518	9,93
ITABIRA	MG	313170305000108	48,24579	195	0,86079	3,48
ITABIRA	MG	313170305000112	36,264394	352	0,009547	0,09
ITABIRA	MG	313170305000117	0,330659	763	0,018059	41,67
ITABIRA	MG	313170305000121	0,099131	606	0,026054	159,27

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
ITABIRA	MG	313170305000122	0,16949	774	0,116511	532,06
ITABIRA	MG	313170305000123	0,060256	649	0,052732	567,96
ITABIRA	MG	313170305000124	0,074819	796	0,074819	796,00
ITABIRA	MG	313170305000125	0,278031	767	0,23955	660,84
ITABIRA	MG	313170305000126	1,326031	691	0,45606	237,65
ITABIRA	MG	313170305000129	0,061225	623	0,061225	623,00
ITABIRA	MG	313170305000130	0,258948	674	0,258948	674,00
ITABIRA	MG	313170305000131	0,1168	681	0,000166	0,97
ITABIRA	MG	313170305000132	0,359358	1067	0,023427	69,56
ITABIRA	MG	313170305000136	0,08127	531	0,039103	255,49
ITABIRA	MG	313170305000149	0,065318	387	0,001424	8,44
ITABIRA	MG	313170305000151	0,099442	509	0,065558	335,56
ITABIRA	MG	313170305000157	64,462338	85	0,199116	0,26
ITUETA	MG	313410305000003	82,445544	251	6,535529	19,90
ITUETA	MG	313410305000004	79,941312	379	0,0307	0,15
JAGUARAÇU	MG	313500105000003	63,206276	235	0,516365	1,92
JAGUARAÇU	MG	313500116000001	0,408432	719	0,143175	252,04
JAGUARAÇU	MG	313500116000002	32,278003	214	1,246917	8,27
JOÃO MONLEVADE	MG	313620705000055	7,366892	950	1,040815	134,22
JOÃO MONLEVADE	MG	313620705000056	10,630809	591	1,758822	97,78
JOÃO MONLEVADE	MG	313620705000067	6,992527	1159	1,36919	226,94
JOÃO MONLEVADE	MG	313620705000080	2,871375	291	0,04264	4,32
JOÃO MONLEVADE	MG	313620705000081	19,861224	12	1,213578	0,73
MARIANA	MG	314000150000002	101,452226	8	0,219643	0,02
NAQUE	MG	314435905000004	0,456861	584	0,020789	26,57
NAQUE	MG	314435905000012	61,712051	226	5,11091	18,72
NOVA ERA	MG	314470605000001	0,163052	468	0,062444	179,23
NOVA ERA	MG	314470605000002	0,20842	862	0,021459	88,75
NOVA ERA	MG	314470605000003	1,054528	1006	0,364489	347,72
NOVA ERA	MG	314470605000004	0,34036	568	0,001329	2,22
NOVA ERA	MG	314470605000008	0,686413	834	0,144008	174,97
NOVA ERA	MG	314470605000009	0,489972	819	0,311842	521,25
NOVA ERA	MG	314470605000010	0,39449	1146	0,214802	624,00
NOVA ERA	MG	314470605000011	0,340202	704	0,308069	637,51
NOVA ERA	MG	314470605000012	0,184894	734	0,02925	116,12
NOVA ERA	MG	314470605000013	0,298666	1131	0,105911	401,07
NOVA ERA	MG	314470605000014	1,047827	1022	0,795314	775,71
NOVA ERA	MG	314470605000017	105,284206	224	2,370046	5,04
NOVA ERA	MG	314470605000018	48,800875	529	1,564458	16,96
NOVA ERA	MG	314470605000019	92,802129	902	7,453338	72,44
NOVA ERA	MG	314470605000020	107,271927	424	10,631124	42,02
OURO PRETO	MG	314610705000049	34,709613	528	0,013538	0,21
OURO PRETO	MG	314610715000005	115,318402	1	5,554289	0,05
OURO PRETO	MG	314610720000010	19,43066	471	2,551798	61,86
OURO PRETO	MG	314610720000011	21,007587	69	1,494731	4,91
OURO PRETO	MG	314610735000001	2,598538	233	0,568432	50,97

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km ²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km ²)	Habitantes no cenário de pior caso
OURO PRETO	MG	314610735000002	113,596977	485	8,59378	36,69
OURO PRETO	MG	314610735000003	80,013405	91	8,849977	10,07
OURO PRETO	MG	314610740000002	88,707917	356	1,4723	5,91
OURO PRETO	MG	314610755000002	55,540496	203	6,385701	23,34
PERIQUITO	MG	314995205000001	0,223308	428	0,223308	428,00
PERIQUITO	MG	314995205000002	0,290091	807	0,090111	250,68
PERIQUITO	MG	314995205000005	58,27005	174	5,609874	16,75
PERIQUITO	MG	314995215000001	0,506934	457	0,219677	198,04
PERIQUITO	MG	314995215000002	0,264214	311	0,021582	25,40
PERIQUITO	MG	314995215000003	112,38604	274	3,30464	8,06
RIO PIRACICABA	MG	315570205000003	0,539928	667	0,232579	287,32
RIO PIRACICABA	MG	315570205000004	0,357882	507	0,205101	290,56
RIO PIRACICABA	MG	315570205000005	0,682774	986	0,071335	103,02
RIO PIRACICABA	MG	315570205000006	0,399263	1006	0,073399	184,94
RIO PIRACICABA	MG	315570205000007	0,429229	954	0,267022	593,48
RIO PIRACICABA	MG	315570205000008	0,344305	820	0,000056	0,13
RIO PIRACICABA	MG	315570205000010	0,504237	794	0,250072	393,78
RIO PIRACICABA	MG	315570205000011	0,52375	604	0,422609	487,36
RIO PIRACICABA	MG	315570205000012	0,588371	850	0,425839	615,20
RIO PIRACICABA	MG	315570205000013	58,30566	226	2,748218	10,65
RIO PIRACICABA	MG	315570205000014	95,739699	959	1,309664	13,12
SABARÁ	MG	315670015000002	0,70652	700	0,075955	75,25
SABARÁ	MG	315670015000003	43,452327	41	2,914533	2,75
RESPLENDOR	MG	315430905000001	0,288264	402	0,28712	400,40
RESPLENDOR	MG	315430905000002	0,316602	727	0,028287	64,95
RESPLENDOR	MG	315430905000003	0,1893	711	0,106127	398,61
RESPLENDOR	MG	315430905000004	0,249303	685	0,046844	128,71
RESPLENDOR	MG	315430905000005	0,330479	806	0,209832	511,76
RESPLENDOR	MG	315430905000006	0,112826	294	0,085347	222,40
RESPLENDOR	MG	315430905000007	0,13806	456	0,004057	13,40
RESPLENDOR	MG	315430905000008	0,109342	447	0,018249	74,60
RESPLENDOR	MG	315430905000011	0,347377	724	0,238362	496,79
RESPLENDOR	MG	315430905000012	0,072824	468	0,048627	312,50
RESPLENDOR	MG	315430905000013	0,172934	793	0,089248	409,25
RESPLENDOR	MG	315430905000015	1,605501	16	0,772565	7,70
RESPLENDOR	MG	315430905000017	0,258118	252	0,039252	38,32
RESPLENDOR	MG	315430905000018	121,57278	376	10,163964	31,44
RESPLENDOR	MG	315430905000020	51,014996	180	0,006593	0,02
RESPLENDOR	MG	315430905000023	0,222512	463	0,011048	22,99
RESPLENDOR	MG	315430905000024	0,071201	544	0,056881	434,59
RESPLENDOR	MG	315430925000004	34,869223	191	0,024248	0,13
RESPLENDOR	MG	315430925000005	6,95558	56	0,049413	0,40
RIO PIRACICABA	MG	315570205000001	1,264365	1038	0,305231	250,58
RIO PIRACICABA	MG	315570205000002	0,767864	565	0,762354	560,95
RIO PIRACICABA	MG	315570210000002	26,165956	486	0,285871	5,31
RIO PIRACICABA	MG	315570210000003	38,867976	339	0,45711	3,99

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km²)	Habitantes no cenário de pior caso
SABARÁ	MG	315670005000043	1,623438	711	0,083064	36,38
SABARÁ	MG	315670005000047	0,514629	1079	0,220966	463,29
SABARÁ	MG	315670005000053	17,908243	298	2,125858	35,38
SABARÁ	MG	315670005000054	69,219221	150	0,234871	0,51
SABARÁ	MG	315670005000060	0,22647	723	0,028177	89,95
SABARÁ	MG	315670010000003	0,139982	1077	0,008211	63,17
SABARÁ	MG	315670010000004	0,16493	625	0,058808	222,85
SABARÁ	MG	315670010000005	0,056338	635	0,036335	409,54
SABARÁ	MG	315670010000006	0,303447	783	0,128838	332,45
SABARÁ	MG	315670010000007	1,479089	299	0,134688	27,23
SABARÁ	MG	315670010000008	0,15454	1037	0,154388	1035,98
SABARÁ	MG	315670010000009	0,320991	608	0,190187	360,24
SABARÁ	MG	315670010000011	0,14757	1014	0,067854	466,25
SABARÁ	MG	315670010000012	0,096112	740	0,021288	163,90
SABARÁ	MG	315670010000013	0,053895	340	0,004328	27,30
SABARÁ	MG	315670010000016	0,138222	975	0,060084	423,82
SABARÁ	MG	315670010000023	0,163932	1041	0,000276	1,75
SABARÁ	MG	315670010000024	0,104569	1123	0,011856	127,33
SABARÁ	MG	315670010000029	0,095405	1049	0,038831	426,96
SABARÁ	MG	315670010000031	0,177039	1283	0,036478	264,36
SABARÁ	MG	315670010000032	0,17026	1041	0,062544	382,41
SABARÁ	MG	315670010000033	0,184521	819	0,115276	511,65
SABARÁ	MG	315670010000034	0,378043	989	0,273742	716,14
SABARÁ	MG	315670010000035	0,132475	1197	0,001113	10,06
SABARÁ	MG	315670010000041	0,105443	1011	0,025706	246,47
SABARÁ	MG	315670010000042	0,262017	1021	0,212828	829,33
SABARÁ	MG	315670010000046	1,569686	1005	0,15147	96,98
SABARÁ	MG	315670010000090	0,398904	1144	0,033295	95,49
SABARÁ	MG	315670010000091	1,409472	1084	0,086424	66,47
SABARÁ	MG	315670010000093	7,98016	191	1,37202	32,84
SABARÁ	MG	315670010000094	0,053384	481	0,011371	102,45
SANTA BÁRBARA	MG	315720305000024	85,044363	590	6,088744	42,24
SANTA BÁRBARA	MG	315720330000002	61,731645	225	3,173172	11,57
SANTA BÁRBARA	MG	315720330000003	48,647938	105	1,207812	2,61
SANTA BÁRBARA	MG	315720330000004	70,568275	164	3,832679	8,91
SANTA LUZIA	MG	315780705000017	1,30733	830	0,011548	7,33
SANTA LUZIA	MG	315780705000022	0,141639	1177	0,122449	1017,53
SANTA LUZIA	MG	315780705000023	0,081343	886	0,061957	674,84
SANTA LUZIA	MG	315780705000024	0,18196	1441	0,030504	241,57
SANTA LUZIA	MG	315780705000025	0,109598	992	0,044005	398,30
SANTA LUZIA	MG	315780705000027	0,117728	685	0,028825	167,72
SANTA LUZIA	MG	315780705000031	0,202895	995	0,018103	88,78
SANTA LUZIA	MG	315780705000041	0,583957	1370	0,208035	488,06
SANTA LUZIA	MG	315780705000042	0,139028	875	0,087	547,55
SANTA LUZIA	MG	315780705000043	1,646914	973	0,959064	566,62
SANTA LUZIA	MG	315780705000046	0,485371	1274	0,023458	61,57

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km ²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km ²)	Habitantes no cenário de pior caso
SANTA LUZIA	MG	315780705000047	0,335815	946	0,025569	72,03
SANTA LUZIA	MG	315780705000053	0,211756	1227	0,021789	126,25
SANTA LUZIA	MG	315780705000075	0,957414	297	0,588415	182,53
SANTA LUZIA	MG	315780705000081	19,988212	589	0,409911	12,08
SANTA LUZIA	MG	315780710000090	4,259094	1070	0,014315	3,60
SANTA LUZIA	MG	315780710000143	1,090662	862	0,009404	7,43
SANTANA DO PARAÍSO	MG	315895305000016	1,775966	808	0,670946	305,26
SANTANA DO PARAÍSO	MG	315895305000019	2,479778	715	0,314722	90,74
SANTANA DO PARAÍSO	MG	315895305000020	4,922202	322	1,285268	84,08
SANTANA DO PARAÍSO	MG	315895305000031	71,135617	313	2,987642	13,15
SANTANA DO PARAÍSO	MG	315895305000034	60,691795	92	3,790262	5,75
SANTANA DO PARAÍSO	MG	315895305000041	1,323742	466	0,371029	130,61
SÃO GONÇALO DO RIO ABAI	MG	316190805000011	65,242104	311	4,464699	21,28
TUMIRITINGA	MG	316950505000014	0,182373	444	0,167923	408,82
SOBRÁLIA	MG	316770710000002	46,51389	261	0,11332	0,64
TIMÓTEO	MG	316870505000057	3,912406	111	1,760086	49,94
TIMÓTEO	MG	316870505000058	0,87678	667	0,334188	254,23
TIMÓTEO	MG	316870505000059	0,643525	1196	0,586326	1089,69
TIMÓTEO	MG	316870505000060	1,220081	1358	0,148888	165,72
TIMÓTEO	MG	316870505000061	0,186518	379	0,027873	56,64
TIMÓTEO	MG	316870505000062	0,943951	1127	0,590815	705,38
TIMÓTEO	MG	316870505000064	1,088923	843	0,077281	59,83
TIMÓTEO	MG	316870505000066	0,821649	1192	0,001724	2,50
TIMÓTEO	MG	316870505000080	0,371457	999	0,002445	6,58
TIMÓTEO	MG	316870505000087	45,669962	15	0,21404	0,07
TIMÓTEO	MG	316870505000098	0,046645	25	0,046114	24,72
TIMÓTEO	MG	316870510000001	0,081359	873	0,068431	734,28
TIMÓTEO	MG	316870510000002	0,144282	844	0,11348	663,82
TIMÓTEO	MG	316870510000007	0,844346	914	0,03906	42,28
TIMÓTEO	MG	316870510000008	0,053893	549	0,053893	549,00
TIMÓTEO	MG	316870510000009	0,535523	596	0,404019	449,65
TUMIRITINGA	MG	316950505000001	0,373145	526	0,007938	11,19
TUMIRITINGA	MG	316950505000002	0,214129	460	0,122829	263,87
TUMIRITINGA	MG	316950505000003	0,55638	550	0,342717	338,79
TUMIRITINGA	MG	316950505000004	0,818097	766	0,137742	128,97
TUMIRITINGA	MG	316950505000005	4,427899	243	1,152542	63,25
TUMIRITINGA	MG	316950505000006	84,217251	187	7,491399	16,63
TUMIRITINGA	MG	316950505000009	59,240129	116	0,765539	1,50
TUMIRITINGA	MG	316950505000010	26,524936	421	1,615286	25,64
TUMIRITINGA	MG	316950505000011	22,415934	242	1,396873	15,08
TUMIRITINGA	MG	316950505000012	53,786517	56	1,802675	1,88
*		310110205000014	0,207495	0	0,011371	0,00
*		310620060660324	0,035261	0	0,034308	0,00
*		311940105000083	3,894568	0	0,447606	0,00
*		313130705000054	8,584491	0	3,187699	0,00
*		313130705000073	1,653879	0	0,117046	0,00

Setores Censitários Afetados pelo Cenário Simulado de Pior Caso

Município	Estado	Código do setor censitário	Área do setor (km ²)	Número de habitantes	Área do setor afetada pelo pior caso (km ²)	Habitantes no cenário de pior caso
*		314000150000004	124,927005	0	7,970123	0,00
*		320060705000033	23,489476	0	2,289113	0,00
*		320150605000231	2,346596	0	0,13904	0,00
*		320520010000001	0,048112	0	0,048371	0,00
*		320520010000002	0,038849	0	0,032086	0,00
*		320520010000003	0,742483	0	0,059821	0,00
*		320520025070001	0,012143	0	0,01093	0,00

Total de habitantes na área total dos setores afetados pelo cenário de pior caso

423.094

Total de habitantes proporcional a área dos setores afetada pelo pior caso

168.990,98

*Setor identificado na base cartográfica porém não encontrado o registro populacional nos dados tabulares do IBGE (2010)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DAFNE DA SILVA ARAUJO

ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO LONGO DA FERROVIA VITÓRIA-MINAS

APÊNDICE E

Relatório Meteorológico de Governador Valadares - MG

RIO DE JANEIRO
2023



Orca Services – Ltda. C.N.P.J:04.286.877/0001-41

METEOROLOGIA

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA: GOVERNADOR VALADARES/MG

LATITUDE: 18,83°S LONGITUDE: 41,98°W

TABELAS METEOROLÓGICAS

(2018 a 2020)

Frequências (%) dos Ventos da Região de Gov. Valadares/MG

Período Diurno

		VELOCIDADE (m/s)			
		0<v≤2	2<v≤4	> 4	Total
DIREÇÃO	N=>S	6,4	4,9	0,2	11,5
	NE=>SW	7,3	6,6	0,3	14,2
	E=>W	12,6	19,3	2,9	34,7
	SE=>NW	5,2	3,7	0,3	9,2
	S=>N	4,7	1,2	0,1	5,9
	SW=>NE	5,5	3,1	0,3	8,9
	W=>E	4,0	1,2	0,1	5,3
	NW=>SE	7,2	2,7	0,2	10,1
	Total	52,9	42,7	4,3	100,0

NOTA – a direção do vento refere-se àquela de onde ele vem. Ex. os ventos de NE, provém de NE e seguem para SW. O anemômetro está 10m acima do solo.



Orca Services – Ltda. C.N.P.J:04.286.877/0001-41

METEOROLOGIA

Período Noturno

		VELOCIDADE (m/s)			
		0<v≤2	2<v≤4	> 4	Total
DIREÇÃO	N=>S	7,0	0,5	0,0	7,6
	NE=>SW	8,0	3,1	0,2	11,2
	E=>W	11,4	14,6	5,2	31,2
	SE=>NW	0,9	0,2	0,1	1,2
	S=>N	1,5	0,3	0,1	1,9
	SW=>NE	3,0	1,2	0,4	4,6
	W=>E	4,6	0,5	0,1	5,2
	NW=>SE	35,8	1,2	0,0	37,0
	Total	72,2	21,6	6,2	100,0

CLASSES DE PASQUILL

Anos	Radiação Solar Média W/m ²	Dia	Cobertura de Nuvens	Noite
2018 a 2020	392	A/B	3/8	F/Ausente



Orca Services – Ltda. C.N.P.J:04.286.877/0001-41

METEOROLOGIA

Velocidade Média dos Ventos (m/s)

Período Diurno

Mês/Ano	2018	2019	2020
Janeiro	1,9	1,7	1,6
Fevereiro	1,6	1,6	1,4
Março	1,4	1,6	1,4
Abril	1,3	1,6	1,4
Mai	1,3	1,5	1,5
Junho	1,5	1,6	1,3
Julho	1,7	1,8	1,5
Agosto	2,4	2,0	2,0
Setembro	2,4	2,5	2,1
Outubro	2,2	2,6	2,2
Novembro	2,2	2,3	2,0
Dezembro	1,8	2,1	2,2
Média	1,8	1,7	1,9
	1,8		

Período Noturno

Mês/Ano	2018	2019	2020
Janeiro	1,1	1,1	1,1
Fevereiro	1,1	1,1	1,1
Março	0,9	1,1	1,2
Abril	0,6	0,8	0,8
Mai	0,7	0,8	0,8
Junho	0,7	1,0	0,7
Julho	0,7	1,0	0,8
Agosto	1,3	1,7	0,9
Setembro	1,8	1,9	1,2
Outubro	2,4	2,4	1,5
Novembro	1,5	2,0	1,1
Dezembro	1,1	1,4	1,2
Média	1,2	1,4	1,0
	1,2		



Orca Services – Ltda. C.N.P.J:04.286.877/0001-41

METEOROLOGIA

Temperatura Ambiente Média (°C)

Período Diurno

Mês/Ano	2018	2019	2020
Janeiro	28,9	29,6	28,4
Fevereiro	27,7	29,3	28,4
Março	28,0	28,9	26,4
Abril	25,5	28,7	25,9
Maio	24,1	26,7	23,8
Junho	23,9	24,4	23,2
Julho	23,8	23,3	23,1
Agosto	24,8	24,4	23,3
Setembro	26,7	26,7	27,7
Outubro	27,6	27,9	27,6
Novembro	26,8	27,5	26,4
Dezembro	27,3	27,7	28,6
Média	26,3	27,1	26,1
	26,5		

Período Noturno

Mês/Ano	2018	2019	2020
Janeiro	23,6	23,8	24,2
Fevereiro	23,4	24,0	23,8
Março	23,5	24,3	22,3
Abril	21,2	23,5	21,8
Maio	19,0	21,5	18,6
Junho	18,0	19,8	17,2
Julho	17,1	18,0	17,6
Agosto	20,1	20,0	17,6
Setembro	22,1	22,4	19,2
Outubro	24,1	23,8	22,6
Novembro	22,9	23,8	22,5
Dezembro	22,9	23,7	23,4
Média	21,5	22,4	20,9
	21,6		



Orca Services – Ltda. C.N.P.J:04.286.877/0001-41

METEOROLOGIA

Umidade Relativa Média (%)

Período Diurno

Mês/Ano	2018	2019	2020
Janeiro	59	56	68
Fevereiro	68	63	67
Março	68	61	72
Abril	70	62	70
Maio	67	64	69
Junho	66	61	69
Julho	59	56	68
Agosto	60	55	63
Setembro	52	52	50
Outubro	57	52	61
Novembro	64	63	68
Dezembro	68	64	61
Média	63	59	65
	63		

Período Noturno

Mês/Ano	2018	2019	2020
Janeiro	81	80	85
Fevereiro	87	85	87
Março	88	83	91
Abril	90	86	90
Maio	90	87	92
Junho	90	81	93
Julho	86	77	91
Agosto	79	71	87
Setembro	71	66	81
Outubro	72	70	87
Novembro	83	80	86
Dezembro	87	84	84
Média	84	79	88
	84		