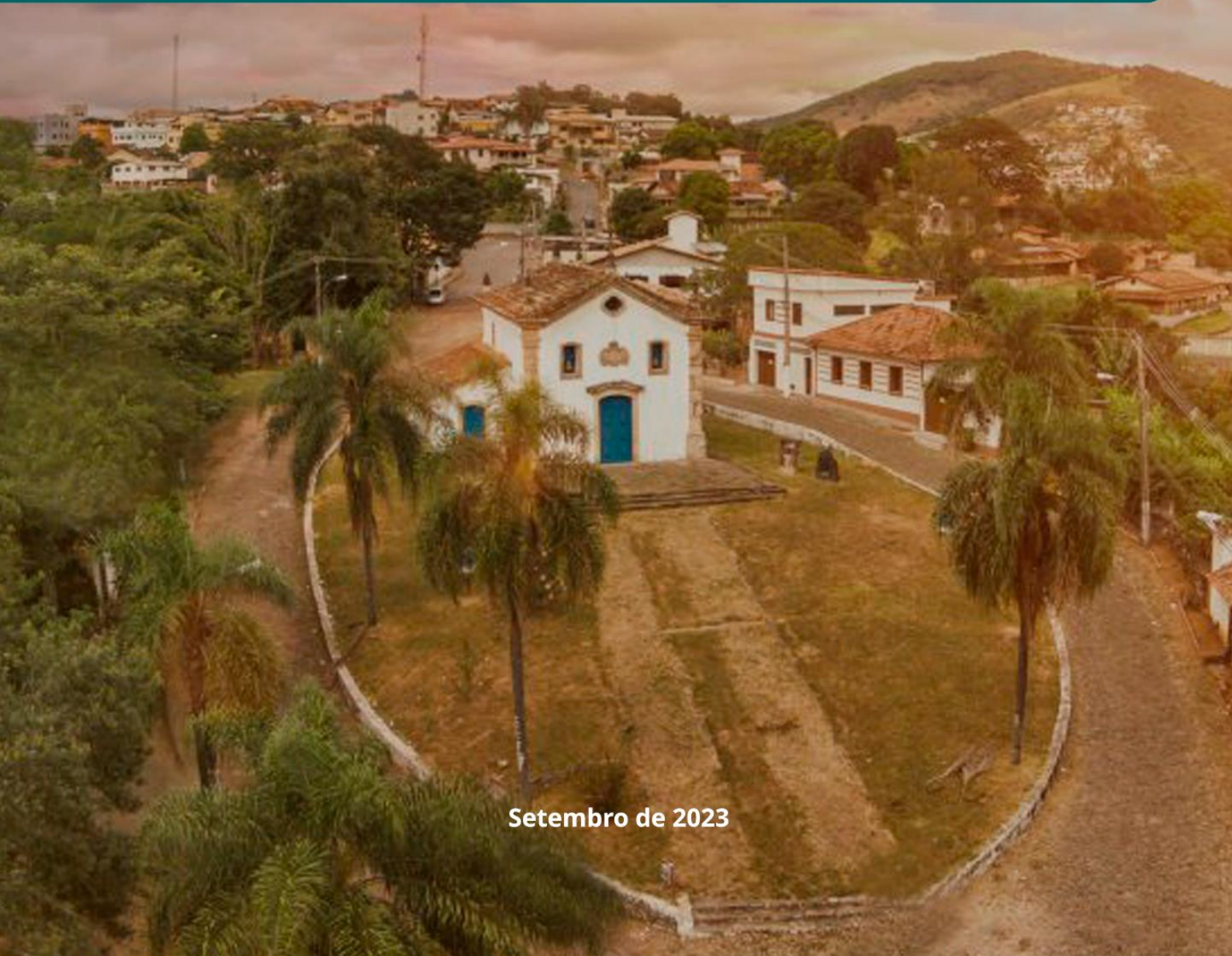




# ANÁLISE DE RISCO E VULNERABILIDADE CLIMÁTICA COMPACTA DE ITABIRITO



Setembro de 2023

## ASSOCIADO

Prefeitura Municipal de Itabirito

## PROJETO

Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática compacta de Itabirito

## PREFEITURA DE ITABIRITO

### SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Frederico Leite (Secretário de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável)  
Alessandra Paranhos (Assessora Técnica)

### SECRETARIA DE SAÚDE

### SECRETARIA DE SEGURANÇA E TRÂNSITO

### SECRETARIA DE URBANISMO

### SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

### FOTO DE CAPA

Arthur Seabra

## ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade

### SECRETARIA EXECUTIVA

Rodrigo Perpétuo (Secretário Executivo)  
Rodrigo Corradi (Secretário Executivo Adjunto)

### SENIOR FELLOW DE DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

Maria Fernandes Caldas

### GERENTE TÉCNICA REGIONAL

Leta Vieira

### RESILIÊNCIA REGIONAL

Isadora Buchala (Analista de Resiliência)

### MEDIÇÃO, REPORTE E VERIFICAÇÃO

Tiago Mello (Assistente de Medição, Reporte e Verificação)

### BAIXO CARBONO E RESILIÊNCIA BRASIL

Keila Ferreira (Coordenadora de Baixo Carbono e Resiliência)  
Carolina Diniz (Assistente de Baixo Carbono e Resiliência)  
Lucas Rocha (Estagiário de Baixo Carbono e Resiliência)

### COMUNICAÇÃO

Gustavo Barbosa (Assistente de Comunicação)  
Jonathan Freitas (Assistente de Comunicação)

### EQUIPE DE APOIO

Leonardo Batista de Andrade (Arquiteto Urbanista)  
Marcelo Vieira Frayha (Economista e Mestre em Administração)

**Nota explicativa:** a Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática compacta (ARVc) é desenvolvida pelo ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade – em parceria com a Prefeitura Municipal de Itabirito - MG.

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico
APA	Área de Proteção Ambiental
ARVCC	Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas compacta
BR	Rodovia Federal
CBH Velhas	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
CCC	Conformidade Climática compacta
COP	Conferência das Partes
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
FJP	Fundação João Pinheiro
GEE	Gases de Efeito Estufa
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GT	Grupo de Trabalho
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LST	<i>Land Surface Temperature</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
MIDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
MG	Minas Gerais
MPMG	Ministério Público do Estado de Minas Gerais
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PLACC	Plano Local de Ação Climática compacto

PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SMUC	Sistema Municipal de Unidades de Conservação
SUS	Sistema Único de Saúde
TWI	<i>Topographical Wetness Index</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNDRR	<i>United Nations Office for Disaster Risk Reduction</i>
UNFCCC	Conferência-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
URBE	Áreas Urbanas Especiais
WEF	Fórum Econômico Mundial



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Itabirito - MG.....	10
Figura 2. Evolução do uso e da cobertura do solo ao longo dos últimos 30 anos em Itabirito. .....	12
Figuras 3 e 4. Rendimento nominal mensal per capita por setor censitário de Itabirito. ....	14
Figura 5. Diagrama ilustrativo do método de cálculo dos riscos climáticos. ....	17
Figura 6. Diagrama ilustrativo do método de cálculo dos riscos climáticos. ....	18
Figura 7. Risco climático de deslizamento para Itabirito - MG. ....	22
Figuras 8 e 9. Risco climático de deslizamento para a sede municipal. ....	24
Figura 10. Risco climático de inundação para Itabirito - MG. ....	27
Figuras 11 e 12. Risco climático de inundação para a sede municipal. ....	28
Figura 13. Risco climático de vetores de arboviroses para Itabirito - MG. ....	32
Figuras 14 e 15. Risco climático de vetores de arboviroses para a sede municipal. ....	33
Figura 16. Risco climático crítico para Itabirito - MG. ....	35
Figuras 17 e 18. Risco climático crítico para a sede municipal. ....	36
Figura 19. Risco projetado de inundação fluvial. ....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolução do PIB per capita referente ao município de Itabirito - MG. ....	13
Gráfico 2. Evolução do IDHM referente ao município de Itabirito - MG. ....	14

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Indicadores do risco climático de deslizamento. ....	21
Quadro 2. Indicadores do risco climático de inundação. ....	26
Quadro 3. Indicadores do risco climático de vetores de arboviroses. ....	30

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	7
2. CONTEXTO LOCAL.....	9
2.1 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL.....	9
2.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E USO DO SOLO.....	11
2.3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA .....	12
2.4 OCORRÊNCIAS DE DESASTRES.....	15
3. PROCESSO DE ANÁLISE DO TERRITÓRIO E DAS OCORRÊNCIAS CLIMÁTICAS LOCAIS .....	16
4. MÉTODO DE CÁLCULO DOS RISCOS CLIMÁTICOS .....	17
4.1 RISCOS CLIMÁTICOS .....	19
4.1.1 Deslizamento.....	20
4.1.2 Inundação.....	24
4.1.3 Vetores de arboviroses .....	29
5. ANÁLISE DO RISCO CLIMÁTICO CRÍTICO .....	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
APÊNDICES.....	42
APÊNDICE A - RELATO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	43
APÊNDICE B - PLANILHAS DE INDICADORES.....	48



O ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade – é uma rede global de mais de 2.500 governos locais e regionais comprometida com o desenvolvimento urbano sustentável. Ativo em mais de 130 países, o ICLEI influencia as políticas de sustentabilidade e impulsiona a ação para o desenvolvimento de baixo carbono, baseado na natureza, equitativo, resiliente e circular. A Rede e sua equipe de especialistas trabalham juntos aos seus associados, oferecendo acesso a conhecimento, parcerias e capacitações para gerar mudanças sistêmicas em prol da sustentabilidade urbana.

Na América do Sul, o ICLEI conecta seus mais de 100 governos associados em oito países a este movimento global. Em 2018, para continuar construindo fortes relações de apoio com seus associados, o Secretariado Regional abriu dois Escritórios de Coordenação Nacional, na Colômbia e na Argentina. O Escritório na Colômbia é sediado na Ruta N, polo de inovação da Cidade de Medellín; e na Argentina, é sediado na Cidade de Rosário. Em 2020, nasce o Escritório ICLEI Brasil, com sede em São Paulo, na mesma perspectiva de apoio a maior base de associados na América do Sul, que hoje congrega 76 governos subnacionais brasileiros. Com o intuito de fortalecer a agenda e de ficar mais próximo às regiões estratégicas no país, o ICLEI Brasil inaugurou, em 2021, os trabalhos dos Escritórios Nordeste, Minas Gerais e Sul.

## 1. APRESENTAÇÃO

A mudança do clima é um dos desafios mais complexos deste século. O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) aponta a urgência de desenvolver mecanismos institucionais de ação para a adaptação dos ambientes urbanos. Essa necessidade foi reforçada no texto do Acordo Paris, apresentado durante a 21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2015), em que a adaptação aparece como uma questão premente.

Desenvolver mecanismos institucionais municipais capazes de promover ações de adaptação deve ser prioridade já que os municípios são os primeiros a sofrer e a responder aos impactos climáticos. Considerando que as cidades são sistemas dinâmicos, as ações de adaptação devem, necessariamente, considerar o contexto local.

Dessa forma, o ponto de partida para uma gestão de risco assertiva, a construção da resiliência climática a longo prazo deve estar baseada na compreensão do conjunto de ameaças climáticas, além dos elementos de exposição e vulnerabilidade dos diferentes sistemas que compõem o ambiente urbano, de modo a subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas responsáveis e investimentos que minimizem o risco.

Intervenções de adaptação visam reforçar a resiliência do sistema, melhorando a sua capacidade de responder ao estresse do clima e/ou reduzir possíveis entraves físicos e socioeconômicos, garantindo, assim, oportunidades adicionais para a sustentabilidade, crescimento e desenvolvimento.

Ao longo do tempo, embasadas em projeções de risco, tais ações devem ser pensadas de forma eficiente, proativa e transversal, alinhadas ao planejamento urbano da cidade. Ademais, deve-se destacar o duplo dividendo proveniente destas intervenções, uma vez que investimentos em resiliência permitem não apenas a redução do risco climático, mas também a melhoria das infraestruturas urbanas e da qualidade de vida.

Neste contexto, a Conformidade Climática compacta (CCc) é uma solução criada pelo ICLEI América do Sul para apoiar municípios com menos de 200 mil habitantes na promoção de um território sustentável, com foco na redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e aumento de resiliência à crise climática. Considerando suas características específicas, ao invés de promover estudos de alta complexidade e, conseqüentemente, onerosos para municípios deste porte, são realizados estudos analíticos a partir de dados de acesso público. Desta forma, a CC compacta está estruturada por um sistema de governança, pela análise de emissões de GEE e pela análise de risco e vulnerabilidade climática. Tais etapas são fundamentais para o desenvolvimento do Plano Local de Ação Climática compacto (PLACc).

A Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática tem como objetivo apoiar governos locais na construção de uma estrutura resiliente aos impactos de eventos extremos causados pela crise climática. Para isso, promove a identificação dos impactos das mudanças do clima e variabilidade climática no município sobre os sistemas ambientais, econômicos e sociais locais e a conseqüente priorização de medidas concretas de adaptação à mudança do clima considerando o horizonte temporal atual e futuro. Além disso, objetiva a sensibilização e



mobilização dos gestores municipais para as questões relativas à mudança do clima e à vulnerabilidade climática.

As Análises de Riscos e Vulnerabilidade se apresentam como uma ferramenta essencial para a avaliação de cenários futuros, tendo como ponto de partida os relatórios do *IPCC*. Nesse contexto, a metodologia desenvolvida para a Análise de Risco e Vulnerabilidade compacta (ARVCC) se orienta pelas diretrizes apresentadas pelo *IPCC*, para além de outros estudos, o que garante, frente às ameaças da crise climática, a qualificação necessária para nortear a atuação no território.

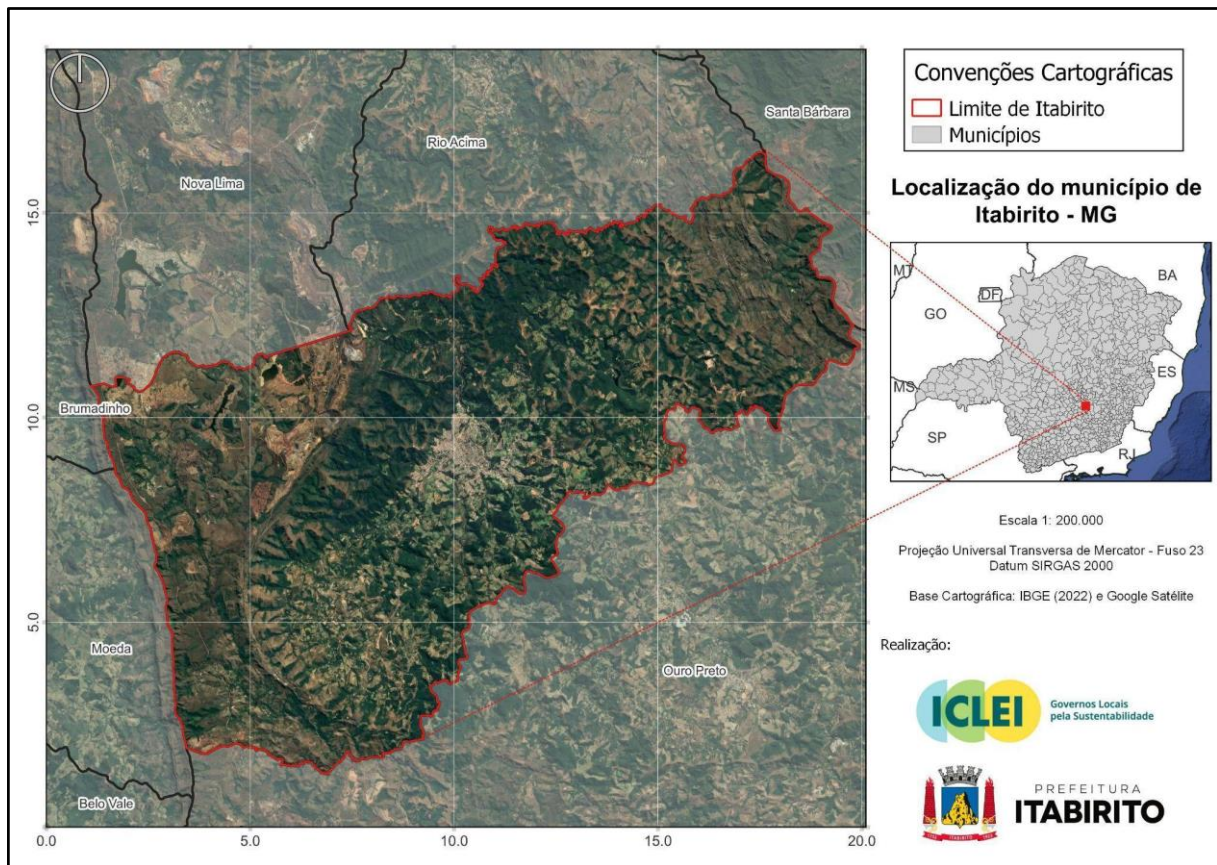
Desta forma, o objetivo específico deste relatório é a comunicação da abordagem metodológica desenvolvida e dos resultados da análise de risco climático. Para isto, o relatório está estruturado em seções e subseções que apresentam o contexto local, o processo de análise do território e das ocorrências climáticas locais, os indicadores para cada risco identificado e sua análise territorial.

A ARVCC, foi desenvolvida pelo ICLEI em parceria com a Prefeitura Municipal de Itabirito, se consolida como a primeira experiência brasileira de implementação da metodologia desenvolvida.

## **2. CONTEXTO LOCAL**

### *2.1 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL*

O município de Itabirito está localizado no Quadrilátero Ferrífero, na região central do Estado de Minas Gerais (conforme ilustra a Figura 1), distante aproximadamente 55 km da capital mineira e integra o colar metropolitano, no entorno da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).



**Figura 1.** Localização do município de Itabirito - MG.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

De acordo com dados disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2021a, 2021b), a unidade territorial do município de Itabirito é conformada por uma área de 544,027 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 52.996 pessoas, o que corresponde à uma densidade demográfica de aproximadamente 97,41 hab./km<sup>2</sup>.

Itabirito apresenta 21,31 km<sup>2</sup> de área urbanizada (IBGE, 2022b), o que corresponde, aproximadamente, a 4% de toda área do município. Destaca-se que 87,3% dos domicílios particulares permanentes contam com esgotamento sanitário, 66,3% dos domicílios urbanos estão localizados em vias públicas com arborização e 39,5% desses domicílios estão localizados em vias públicas com urbanização adequada, isto é, com presença de bueiro, calçada, meio-fio e pavimentação (IBGE, 2011).

A ocupação do território está concentrada na sede municipal, onde estão localizadas as principais atividades, e também está distribuída em distritos (Acuruí, Bação e São Gonçalo do Monte) e nos demais núcleos urbanizados (denominados no Plano Diretor Municipal como

Áreas Urbanas Especiais – URBE, a saber: Córrego do Baçõ; Cruz das Almas I e II; Marzagão I e II; Morro de São Vicente; Ribeirão do Eixo; e BR-040).

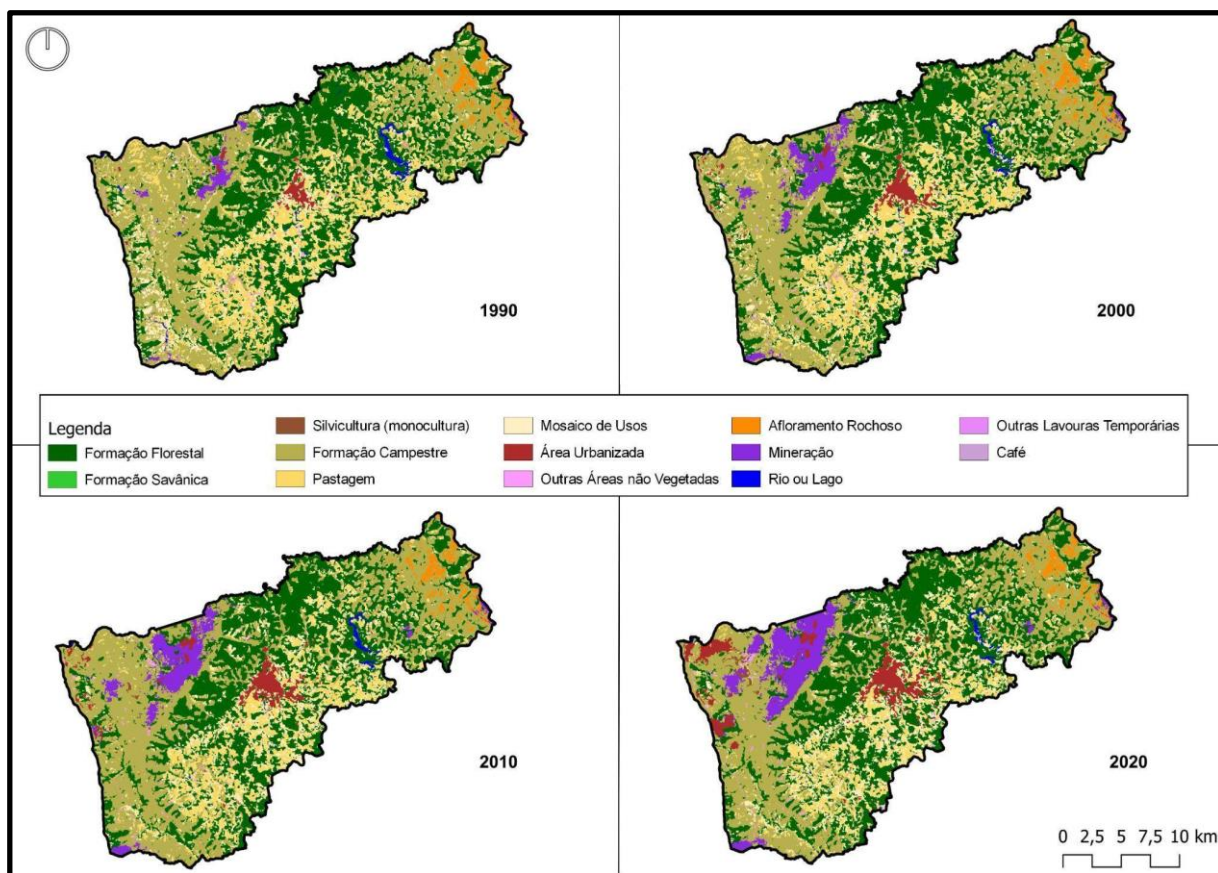
## *2.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E USO DO SOLO*

Destaca-se a existência de importantes Unidades de Conservação distribuídas pelo território, sendo uma delas nacional (Parque da Serra do Gandarela) e as demais estaduais (Área de Proteção Ambiental - APA Sul RMBH; Estação Ecológica de Arêdes; e os monumentos naturais Serra da Moeda, Pico do Itabirito e Serra das Águas), fundamentais para a preservação do bioma Mata Atlântica.

Além disso, o Município conta com um Sistema Municipal de Unidades de Conservação (SMUC), instituído pela Lei Municipal n.º 3.453 (ITABIRITO, 2020). O Parque Ecológico Municipal faz divisa com o Rio Itabirito e é uma importante Unidade de Conservação, localizada na sede urbana.

A análise dos mapas apresentados na Figura 2, indica um aumento expressivo das áreas de mineração no território municipal, sendo importante ressaltar que algumas destas áreas se encontram inseridas em Unidades de Conservação.

Quanto à expansão urbana, destaca-se o aumento de área urbanizada no entorno da sede municipal e na região leste do município, onde localiza-se a fábrica da Coca-Cola Femsa Brasil, lindeiro à rodovia BR-040.



**Figura 2.** Evolução do uso e da cobertura do solo ao longo dos últimos 30 anos em Itabirito.

Fonte: Elaboração própria a partir de Map Biomas (2023).

Quanto à hidrografia, destaca-se que a sede municipal está localizada às margens do Rio Itabirito, importante contribuinte da Bacia do Rio das Velhas, que atravessa a cidade de norte a sul. O território de Itabirito está localizado na região denominada como Alto Rio das Velhas, da qual também fazem parte os municípios de Belo Horizonte, Caeté, Contagem, Nova Lima, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Sabará e Santa Luzia.

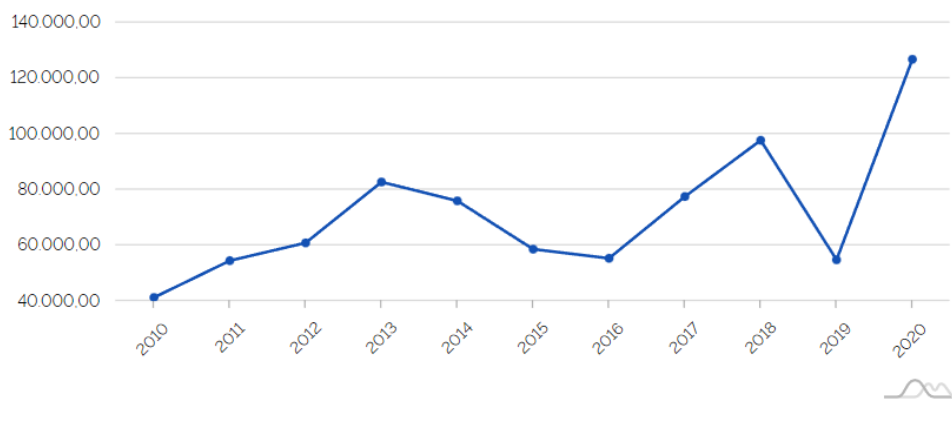
### 2.3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Itabirito, desde a sua fundação, tem sua economia diretamente relacionada à atividade minerária, em função da descoberta de ouro na região de Ouro Preto. Nos dias atuais, as atividades de exploração mineral permanecem como fortes contribuintes da economia municipal (ITABIRITO, [s.d.]).

Atuam no território municipal mineradoras de pequeno a grande porte. Tendo em vista a finitude dos recursos minerais, a Prefeitura tem buscado promover a diversificação da

economia local, a fim de garantir a arrecadação e geração de renda. Um exemplo é o Projeto Reconversão Produtiva, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

De acordo com dados do IBGE (2020), o município apresenta um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$126.859,47 (conforme ilustra o Gráfico 1). Além disso, o PIB nominal do estado de MG (referente a 2020) foi de R\$682,8 bilhões, tendo o município de Itabirito apresentado um ganho de participação de 0,4% em relação ao ano de 2019 (FJP, 2022).

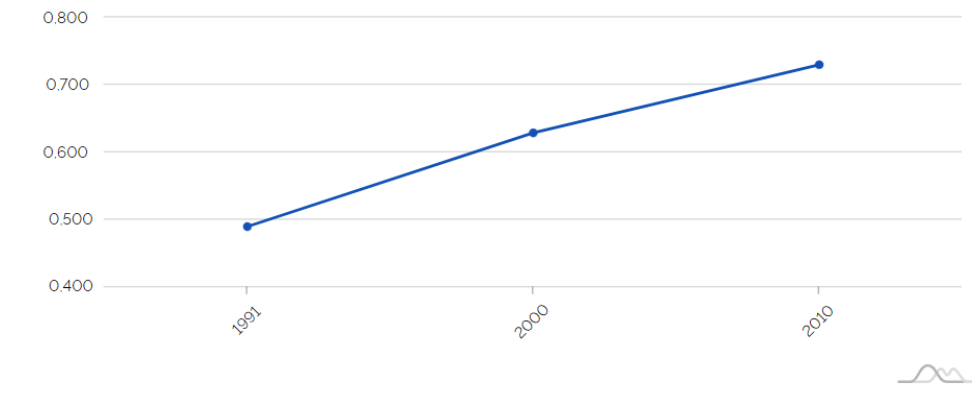


**Gráfico 1.** Evolução do PIB per capita referente ao município de Itabirito - MG.

Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus, 2020.

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), de acordo com dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD; IPEA; FJP, 2013), observa-se a evolução entre os anos de 1991, quando o município apresentava o resultado de 0,49, e 2010, quando o município atingiu o resultado de 0,73 (conforme ilustra o Gráfico 2). Com isto, Itabirito deixou de apresentar um IDHM considerado muito baixo e passou a apresentar um IDHM considerado alto, em uma escala que varia entre 0 e 1, refletindo os desafios locais relativos à longevidade, educação e renda.

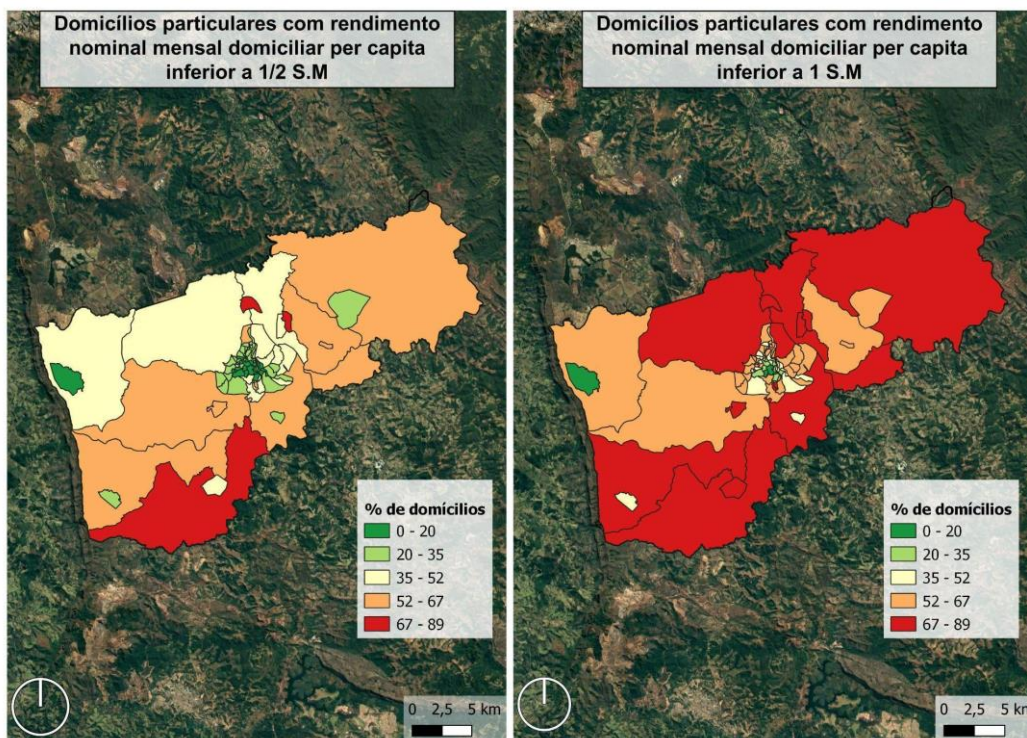




**Gráfico 2.** Evolução do IDHM referente ao município de Itabirito - MG.

Fonte: IBGE a partir de dados do PNUD, IPEA e FJP (2013).

Em linhas gerais, destaca-se também que o salário médio mensal dos trabalhadores é de 2,4 salários-mínimos, sendo que 41,2% da população é caracterizada como ocupada (IBGE, 2022a). Além disso, 30,5% da população conta com rendimento nominal mensal per capita de até  $\frac{1}{2}$  salário mínimo (IBGE, 2011).



**Figuras 3 e 4.** Rendimento nominal mensal per capita por setor censitário de Itabirito.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2011).



Quanto à estrutura relativa à educação, no município há 23 estabelecimentos de ensino fundamental e 6 estabelecimentos de ensino médio (INEP, 2022), sendo que a taxa de alunos matriculados no ensino regular referente à população entre 6 e 14 anos residente no município é de 99,4% (IBGE, 2011).

Em relação à estrutura de saúde, também de acordo com dados disponíveis no site do IBGE (2010), no município há 22 estabelecimentos de saúde que atendem via Sistema Único de Saúde (SUS), sendo que a taxa de mortalidade infantil é de 8 óbitos a cada mil nascidos vivos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

#### *2.4 OCORRÊNCIAS DE DESASTRES*

De acordo com o Atlas Digital de Desastres no Brasil (MIDR; UFSC, 2023), no período compreendido entre os anos de 1991 e 2021, foram registradas oito ocorrências de desastres no município de Itabirito, sendo seis delas de natureza hidrológica (chuva intensa, alagamento, inundação, enxurrada e movimento de massa), uma meteorológica (queda de granizo) e outra relacionada com doenças infecciosas. Esses eventos não incidiram em óbitos, mas deixaram 474 pessoas desabrigadas/ desalojadas. São estimados que 9.840 pessoas tenham sido afetadas e que os danos seriam da ordem de 36,41 milhões de reais e os prejuízos de 15,59 milhões de reais.

Destaca-se também as ocorrências de enxurradas, enchentes e inundações devido às chuvas intensas que acometeram Itabirito no início do ano de 2022, ocasião na qual o Município chegou a declarar estado de calamidade pública. Foram registrados índices de precipitações pluviométricas na ordem de 140mm em um só dia e, entre outros impactos, várias áreas e bairros da cidade ficaram sem acesso, tendo sido registrada, inclusive, a interdição da BR-040, rodovia que conecta Itabirito até Belo Horizonte (ITABIRITO, 2022a).

Atualmente, Itabirito conta com o apoio de um Plano Municipal de Contingência, elaborado pela Defesa Civil (ITABIRITO, 2022b), tendo em vista o risco de acidentes naturais (inundações, enxurradas e deslizamentos) e tecnológicos (rompimento e/ou colapso de barragem), a fim de minimizar as consequências dos eventos. Por meio de observações estatísticas, foram desenhados cenários para a definição de intervenções, cujo mapeamento indicou as áreas

para monitoramento. Para o risco de inundação, por exemplo, o Plano estabelece três níveis de cenários: atenção, alerta e emergência; sendo este último subdividido em: baixo (quando a ocorrência não atingir toda a cidade), moderado (quando indicar evacuação) e elevado (quando a situação estiver fora de controle). O limite do primeiro nível corresponde à elevação de 1 metro no nível do rio Itabirito em 3 horas.

### **3. PROCESSO DE ANÁLISE DO TERRITÓRIO E DAS OCORRÊNCIAS CLIMÁTICAS LOCAIS**

O processo metodológico de mapeamento dos riscos e o desenvolvimento das análises climáticas tem início com o levantamento de dados gerais sobre o território e a contextualização de riscos observados no município.

Para a elaboração da ARVC compacta são utilizados dados secundários, obtidos junto às bases estaduais e nacionais de livre acesso e pela consulta aos órgãos locais. Paralelamente, são realizadas atividades participativas, contando com a participação do Grupo de Trabalho (GT), composto por representantes de órgãos públicos da Prefeitura, além da mobilização do setor privado e demais integrantes da sociedade civil.

Para o início do processo de desenvolvimento da ARVCc, foi realizada uma sessão virtual de sensibilização do Grupo de Trabalho sobre a mudança do clima, especificamente, as possibilidades de adaptação em relação aos riscos climáticos. Além disso, esta primeira reunião também teve por objetivo a mobilização do setor público para a coleta de dados georreferenciados sobre o território.

Posteriormente, foi realizado um segundo encontro, com a participação da sociedade civil, para a coleta de contribuições sobre as vulnerabilidades locais (mapeamento participativo), no qual foram apresentados mapas para a localização dos riscos presentes no território e realizada uma dinâmica para a percepção dos riscos que mais impactam o município e que, por este motivo, foram priorizados para as análises e futuras intervenções do Poder Público.

Na sequência, por meio do geoprocessamento de dados, foram elaborados os mapas de risco específicos para cada ameaça climática analisada, além dos mapas de risco crítico, que apresentam a identificação das áreas que são afetadas por mais de um risco climático.

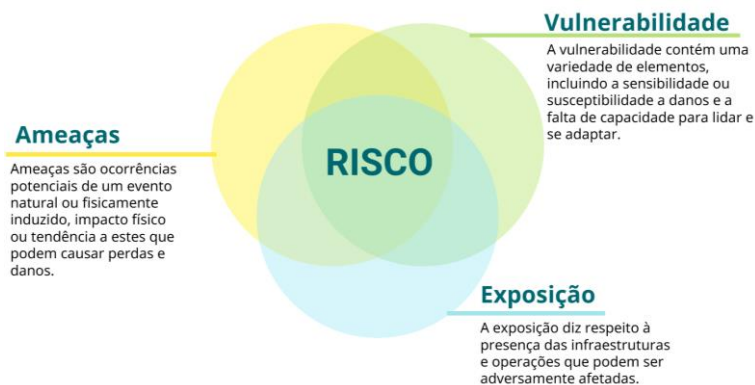
O relato das atividades desenvolvidas junto ao Município de Itabirito, bem como seu detalhamento, consta no Apêndice A deste relatório.

#### 4. MÉTODO DE CÁLCULO DOS RISCOS CLIMÁTICOS

A metodologia de ARVcC foi desenvolvida pelo ICLEI baseada em estudos recentes, em especial o Método de Análise Participativa de Risco à Mudança do Clima (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018), o estudo *The Vulnerability Sourcebook* (GIZ, 2014), a ferramenta Scorecard (UNDRR, 2017) e a metodologia de planejamento do território desenvolvida por Buchala (2022).

A análise de risco a mudança do clima parte de uma relação entre as ameaças relacionadas aos eventos climáticos extremos, os sistemas ambientais, econômicos e sociais (exposição) e suas vulnerabilidades (sensibilidade e a falta de capacidade de adaptação) a essas ameaças.

Como apresentado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), o risco climático é definido pela consequência potencial em uma situação em que algo de valor está em jogo e que o resultado é incerto. O risco resulta da interação entre vulnerabilidade, exposição e ameaças (Figura 5).



**Figura 5.** Diagrama ilustrativo do método de cálculo dos riscos climáticos.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

A **ameaça** se entende como a probabilidade de ocorrência de um evento natural ou fisicamente induzido pelo ser humano, impacto físico ou tendência a este que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como perdas e danos à infraestrutura, meios de subsistência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos

ambientais. Por exemplo, aumento da temperatura, diminuição/aumento da precipitação, inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor, secas, aumento do nível do mar, etc.

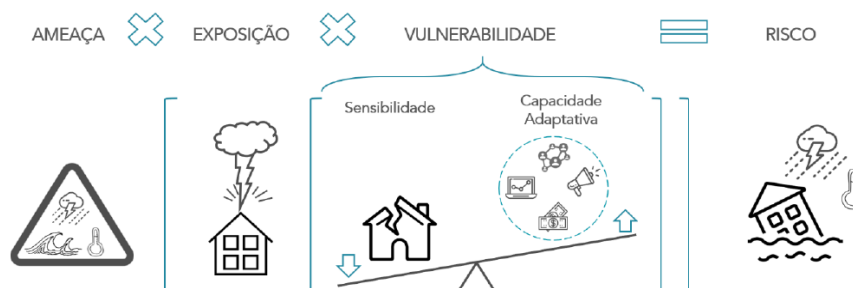
Concentração de pessoas, áreas agrícolas, ecossistemas, fauna e flora, infraestrutura, ou bens econômicos, sociais ou culturais em regiões que possam ser afetadas negativamente pela mudança climática representa a classificação de **exposição** do território para a ameaça analisada.

Já a **vulnerabilidade** engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou susceptibilidade da região a danos, além de considerar a falta de capacidade local para lidar e se adaptar a mudança do clima, sendo, de forma geral, a propensão ou predisposição de um território ser adversamente afetado por ameaças climáticas.

**Sensibilidade:** nível em que um sistema é afetado negativamente e/ou beneficemente, pela variabilidade climática, possuindo efeitos diretos ou indiretos (IPCC, 2007).

**Capacidade adaptativa:** combinação de recursos disponíveis para uma comunidade que pode ser utilizada para preparar ações para reduzir possíveis impactos adversos causados pelas mudanças climáticas (WEF, 2014).

Ambos são indicadores construídos a partir de fatores econômicos, infraestruturais ou sociais que qualificam o objeto exposto intensificando ou reduzindo, respectivamente, os impactos de eventos extremos. De modo que, a combinação de alta sensibilidade e baixa capacidade adaptativa resulta na maior vulnerabilidade.



**Figura 6.** Diagrama ilustrativo do método de cálculo dos riscos climáticos.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Portanto, o investimento em medidas de adaptação deve atuar reduzindo a situação de vulnerabilidade da população, seja pelo aumento da capacidade de resposta ou redução da

sensibilidade, conseqüentemente, tornando a população mais resiliente frente aos eventos climáticos extremos. Essas medidas podem ser tanto estruturais (intervenções ou obras de engenharia) como não estruturais (disciplinamento da ocupação do solo e instalação de sistemas de alerta e prevenção).

A seguir serão apresentados os indicadores de ameaça, exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa utilizados para o mapeamento georreferenciado dos riscos climáticos identificados no município, assim como os mapas desenvolvidos e suas respectivas análises. A planilha com todos os indicadores e dados utilizados nesta análise consta no Apêndice B deste relatório.

#### *4.1 RISCOS CLIMÁTICOS*

O risco climático se caracteriza por ser a interação da ameaça climática com condições de exposição e vulnerabilidade, isto é, características do local onde o evento climático acontece. Já a ameaça climática é caracterizada por um evento climático físico extremo (deslizamentos, inundações, tempestades, aumento do nível do mar, ondas de calor, secas meteorológicas, etc.), que pode ocasionar danos ou perdas significativas para o ecossistema ou sociedade.

São observadas cinco tipologias de riscos climáticos: deslizamento, inundação, onda de calor, seca meteorológica e vetores de arboviroses. Para Itabirito, foram analisadas as três ameaças que os participantes da oficina de mapeamento participativo identificaram como sendo as mais graves, quais sejam: deslizamento, inundação e vetores de arboviroses. Ressalte-se que é importante manter o monitoramento e avaliar indicadores para os demais riscos mencionados (ondas de calor e seca meteorológica) caso tais fenômenos se intensifiquem e ganhem relevância no município.

Os riscos de ameaça serão apresentados por meio de uma graduação, do risco mais baixo (Muito Baixo), até o mais alto (Muito Alto). Essa graduação ocorre justamente pela variação de informações trazidas pelos indicadores definidos para cada uma das ameaças, sendo possível a identificação de áreas com indicadores mais críticos, conseqüentemente com maior risco. Além disso, também é considerado a não identificação do risco, ocorrendo quando a ameaça não incide, direta ou indiretamente, sobre a população de Itabirito, não havendo a sua exposição.

#### 4.1.1 Deslizamento

Considerando o perfil geológico de diversas cidades mineiras, em especial de Itabirito, a análise do risco de deslizamento se dá de forma relevante para a identificação de áreas críticas e o direcionamento de ações e projetos de adaptação no território. Os deslizamentos podem ocorrer de forma natural principalmente em períodos chuvosos, onde a concentração de água no solo se encontra elevada e, somada às forças externas e da gravidade, pode gerar a erosão de estruturas e da vegetação em sua superfície. É importante considerar que deslizamentos de terra também podem ocorrer devido a abalos no solo, como os provocados por atividades mineradoras.

Para o cálculo da **ameaça** ao risco de deslizamento foi considerado como indicador de áreas mais susceptíveis ao risco os trechos de maior declividade que, conseqüentemente, apresentam uma maior propensão em períodos chuvosos de gerar o desprendimento do solo. Por este motivo, também foi considerado o dado da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA) referente à precipitação máxima acumulada em cinco dias. Este dado foi obtido pela análise das informações de estações meteorológicas vinculadas à Rede Hidrometeorológica Nacional, presentes no território de Itabirito e municípios do entorno. Adicionalmente, ainda foi considerado o tipo de solo, indicativo de formações e granulometrias que podem contribuir com o mais fácil desprendimento de camadas de terra.

A **exposição** de áreas vulneráveis ao risco de deslizamento foi identificada por meio da densidade demográfica por setor censitário do IBGE e da concentração de equipamentos públicos identificados por tipo de serviço disponibilizado (saúde, educação ou lazer), considerando seus respectivos raios de abrangência/influência<sup>1</sup>. Em caso de ocorrência de deslizamento, as famílias e essas infraestruturas estariam expostas aos prejuízos e possíveis danos materiais e imateriais gerados por este risco. Para este indicador ainda foram consideradas as áreas urbanizadas, as áreas de mineração e de solo exposto, tendo especial atenção para áreas de vilas, favelas, aglomerados e ocupações informais.

---

<sup>1</sup> O mapeamento dos equipamentos mencionados foi realizado pela equipe do ICLEI a partir de informações disponíveis em *sites* de busca.



A **sensibilidade** para o risco de deslizamento foi observada pela ocorrência de situações de risco geológico mapeadas pela Defesa Civil de Itabirito e também pela presença de áreas de mineração e solo exposto. Além disso, a proximidade de barragens de rejeitos de mineração também se dá como um indicativo de sensibilidade mais elevada, devido ao impacto gerado para comunidades próximas na ocasião de um possível deslizamento.

Considerando que a vegetação é uma importante variável para a redução das ocorrências e dos impactos de deslizamentos na medida em que as suas raízes promovem a retenção e a firmeza do solo, para a identificação da **capacidade adaptativa** do território em relação ao risco de deslizamento foi considerada a profundidade das raízes em áreas de elevada declividade. Este indicador foi calculado tendo em vista a robustez da vegetação.

COMPONENTES DE RISCO	INDICADORES
<b>Ameaça</b>	Pressão da precipitação nas áreas de maior declividade
<b>Exposição</b>	População de modo geral, população mais vulnerável e equipamentos e serviços públicos
<b>Sensibilidade</b>	Urbanização em áreas de maior declividade, tipo de solo mais suscetível ao deslizamento e localização das barragens de rejeitos minerais
<b>Capacidade Adaptativa</b>	Profundidade das raízes em áreas de elevada declividade

**Quadro 1.** Indicadores do risco climático de deslizamento.

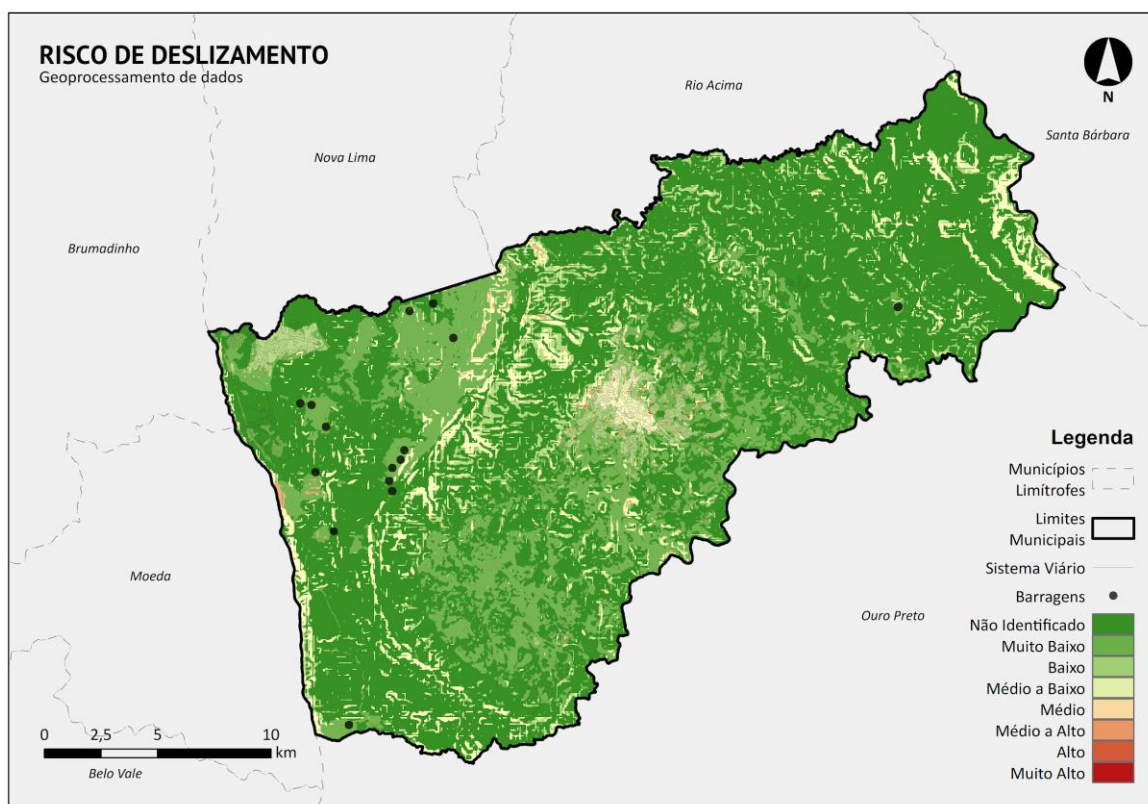
Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Figura 7, a seguir, apresenta o mapa de risco de deslizamento em Itabirito, nele é possível identificar as áreas mais suscetíveis ao risco.

Considerando o contexto municipal, é possível observar a predominância de áreas identificadas por categorias de risco muito baixo, baixo, ou onde o risco não foi identificado. Os riscos se concentram em áreas de serra, onde observam-se maiores declividades e onde estão localizadas as áreas de mineração e solo exposto. Entretanto, ressalta-se que nas proximidades de barragens predominam áreas categorizadas com risco de deslizamento muito baixo ou baixo e algumas áreas com risco médio. Embora não haja população residente,

os trabalhadores das mineradoras podem ser diretamente impactados por eventos como o rompimento da barragem que ocorreu em 2014 deixando três vítimas (MPMG, 2022).

As áreas classificadas com alto grau de risco de deslizamento estão diretamente relacionadas à presença de vida humana. O risco muito baixo ou baixo identificado nas áreas dos distritos e demais núcleos populacionais se dá devido ao indicativo da baixa densidade demográfica observada, entretanto não anula a existência do risco. Nas áreas ocupadas que estão localizadas na porção mais à oeste do município, é pontualmente identificada a categoria de médio a alto risco de deslizamento, em função da declividade e também por sua classificação como aglomerado subnormal<sup>2</sup>, de acordo com seu setor censitário.



**Figura 7.** Risco climático de deslizamento para Itabirito - MG.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

As Figuras 8 e 9, a seguir, apresentam mapas de risco de deslizamento na sede municipal. É possível identificar, na Figura 8, o resultado do geoprocessamento realizado a partir de dados

<sup>2</sup> Termo utilizado pelo IBGE em levantamentos de áreas caracterizadas “por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação”.

secundários e, na Figura 9, o resultado das contribuições coletadas ao longo da atividade de mapeamento participativo, somadas aos dados do geoprocessamento.

De modo geral, a área da sede é caracterizada, predominantemente, por categorias entre médio e baixo risco de deslizamento. Pontualmente, é possível observar áreas com risco muito alto, alto ou médio a alto.

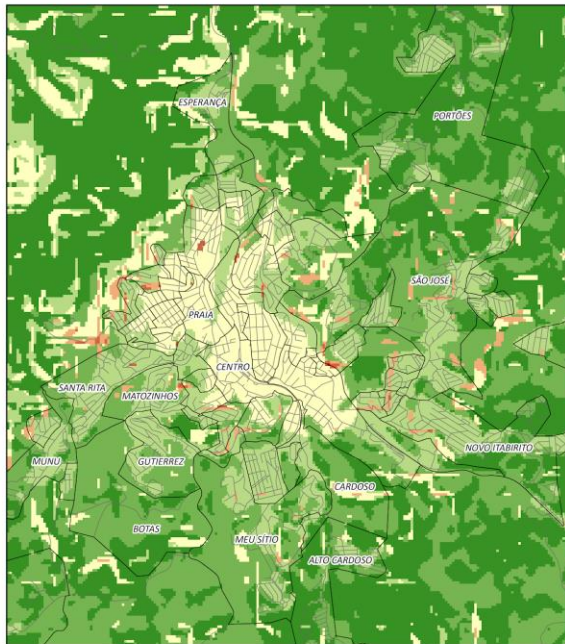
Destaca-se a situação das seguintes regiões:

- Bairros Álvaro Maia e Inconfidentes - risco médio a alto, alto e muito alto;
- Bairros Floresta, Veneza, Monte Verde e Pedra Azul - mancha com risco médio a alto;
- Bairros Novo Horizonte e Serra Azul - risco baixo e médio a baixo com uma porção de risco médio a alto e alto;
- Bairro Santo Antônio - risco baixo e médio a baixo com um ponto de risco alto.
- Bairro Matosinhos - risco baixo e áreas com risco médio a alto e alto.

A análise dos mapas relativos ao rendimento nominal mensal per capita por setor censitário de Itabirito (Figuras 3 e 4) indica que as áreas mais periféricas em relação ao centro são ocupadas por famílias com menor renda. Nessas regiões foram identificadas áreas com médio e médio a alto risco de deslizamento, impactando diretamente em situações de vulnerabilidade e no padrão de expansão urbana, devendo esta questão ser tratada em futuras revisões do Plano Diretor de Itabirito e em seus planos de contingência e habitação.

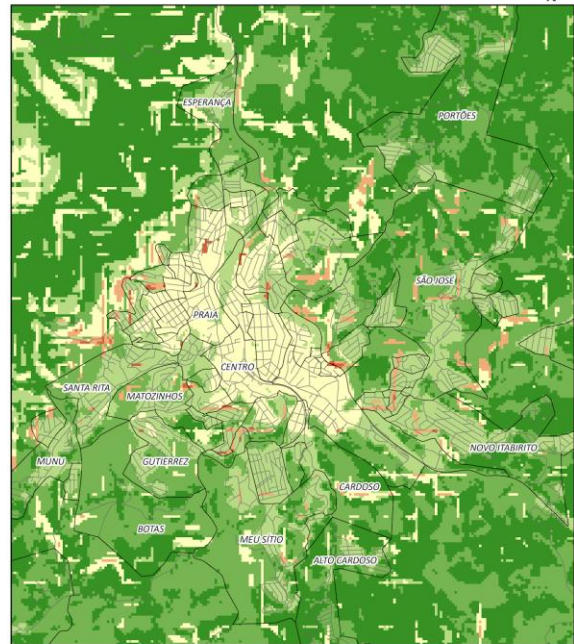
**RISCO DE DESLIZAMENTO**

Geoprocessamento de dados



**RISCO DE DESLIZAMENTO**

Inclusão de Mapeamento Participativo



**Legenda**



**Figuras 8 e 9.** Risco climático de deslizamento para a sede municipal.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Na percepção da população e dos técnicos municipais durante o mapeamento participativo, algumas áreas mais suscetíveis ao deslizamento identificadas pelo geoprocessamento de dados tiveram seu grau de risco ampliado. Isto é indicativo não só da relevância da realização de atividades participativas para a complementação de dados, mas também para a validação dos mapas elaborados a partir dos dados secundários.

#### 4.1.2 Inundação

Naturalmente, os rios e córregos apresentam um ciclo hidrológico conforme a precipitação, temperatura e até mesmo associada a vegetação de sua mata ciliar (ROCHA *et. al.*, 2018). Ao longo desse regime variante, as áreas à margem dos rios e córregos podem apresentar cenários naturais de enchente, com a água inundando essas regiões de várzea em diferentes magnitudes (BENATTI, 2016).

Considerando o contexto histórico do garimpo e da agricultura de subsistência pelos bandeirantes em Minas Gerais, diversas vilas e cidades foram se formando ao longo de corpos

hídricos (CBH Velhas, [s.d.]), como é o caso de Itabirito. O modelo de ocupação das áreas próximas aos leitos dos córregos apresenta vulnerabilidades relacionadas às condições naturais do ciclo hidrológico, acentuadas pelas mudanças climáticas.

Para o cálculo da **ameaça** de inundação, foi utilizado como indicador o dado relativo à pressão da precipitação na hidrografia, isto é, a representação das chuvas intensas que possam levar, de forma abrangente, à ocorrência de inundações. Para isso, assim como para a análise do risco de deslizamento, foi utilizada a variável referente ao acúmulo máximo de precipitação em cinco dias. Para direcionar esta análise para as áreas suscetíveis à inundação, foram utilizadas as variáveis referentes à hidrografia, destacando os cursos d'água em relação às linhas de drenagem, e às manchas de inundação, analisadas a partir de ocorrências mapeadas pela Defesa Civil de Itabirito, além da altimetria do território.

A identificação da **exposição** de áreas vulneráveis ao risco de inundação segue a mesma metodologia utilizada para o cálculo da exposição ao risco de deslizamento. Isto é, foram consideradas a exposição da população de modo geral, da população mais vulnerável socioeconomicamente e dos equipamentos e serviços públicos. Para a expressão deste indicador, foram então analisados os dados referentes à densidade demográfica, à localização das áreas urbanizadas, das vilas, favelas, aglomerados e ocupações informais e da mineração e à concentração de equipamentos (saúde, educação e lazer).

A **sensibilidade** corresponde à impermeabilidade de áreas suscetíveis ao risco de inundação. Para o cálculo deste índice, foi utilizado como indicador o grau de urbanização e impermeabilização do solo em áreas planas ou de baixa declividade. Para isso, foram analisadas as áreas impermeáveis em terrenos com inclinação inferior a 5%, expressa pelo cálculo da curvatura horizontal do terreno obtido a partir do *Enhanced Shuttle Land Elevation Data (SRTM 30 meters)* disponibilizado pelo *Environmental Systems Research Institute (ESRI)* e por elaboração própria de Modelo Digital de Elevação (MDE).

Por fim, a **capacidade adaptativa** relativa ao risco de inundação corresponde à permeabilidade do solo em áreas urbanas, expressa pelo cálculo de áreas permeáveis obtido a partir de imagem de satélite e pela elaboração própria do *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)*, ou, em tradução livre, Índice de Vegetação de Diferença Normalizada.



Destaca-se que ainda está em elaboração pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabirito (SAAE) e o Plano Diretor de Drenagem, para o qual está sendo desenvolvido o mapeamento do sistema de drenagem urbana existente, sendo este um elemento muito importante a ser considerado em futuras atualizações desta ARVCC.

COMPONENTES DE RISCO	INDICADORES
<b>Ameaça</b>	Pressão da precipitação na hidrografia
<b>Exposição</b>	População de modo geral, população mais vulnerável e equipamentos e serviços públicos
<b>Sensibilidade</b>	Urbanização e impermeabilização do solo em áreas planas ou de baixa declividade
<b>Capacidade Adaptativa</b>	Permeabilidade do solo em áreas urbanas

**Quadro 2.** Indicadores do risco climático de inundação.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

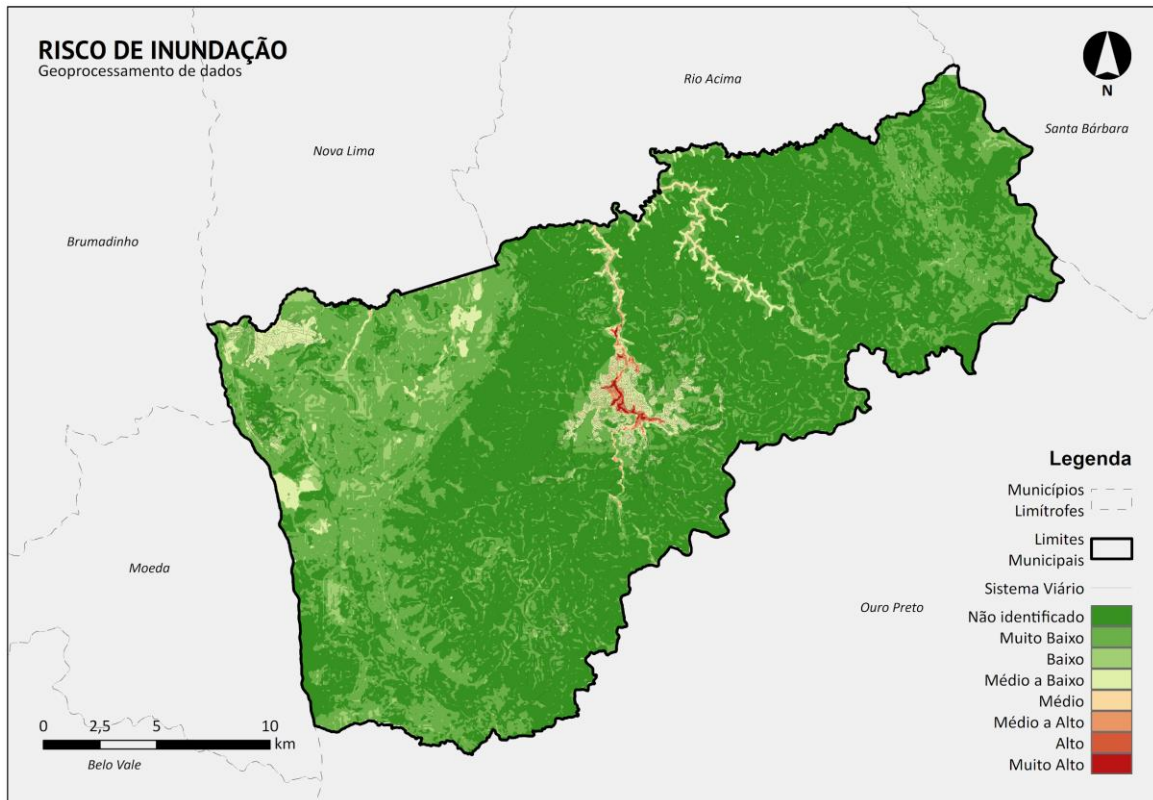
A Figura 10, a seguir, apresenta o mapa de risco de inundação em Itabirito, nele é possível identificar as áreas mais suscetíveis a esse risco.

Considerando o contexto municipal, avalia-se que na maior parte do território não é observado risco de inundação. O risco torna-se evidente onde há a presença de cursos d'água próximos à concentração de pessoas. Neste sentido, as áreas mais suscetíveis ao risco se concentram na sede municipal, onde há maior sobreposição desses fatores.

Para as áreas dos distritos não foi identificado risco de inundação relevante. Assim como citado anteriormente, a baixa densidade demográfica é um fator indicativo deste resultado, somado, neste caso, às características topográficas mais favoráveis à redução do risco.

Por sua vez, as áreas de mineração e solo exposto, apesar de apresentarem este fator de sensibilidade, vinculado ao grau de permeabilidade, são conformadas por terrenos de elevada declividade e não são intensivamente ocupadas, indicando menor risco de inundação. De modo semelhante, nas áreas ocupadas que estão localizadas na porção mais à oeste do município, apesar dos problemas relativos ao fornecimento de infraestruturas básicas, as declividades observadas não indicam maior suscetibilidade ao risco de inundação.





**Figura 10.** Risco climático de inundação para Itabirito - MG.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

As Figuras 11 e 12, a seguir, apresentam mapas de risco de inundação na sede municipal. É possível identificar, na Figura 11, o resultado do geoprocessamento realizado a partir de dados secundários e, na Figura 12, o resultado das contribuições coletadas ao longo da atividade de mapeamento participativo, somadas aos dados do geoprocessamento.

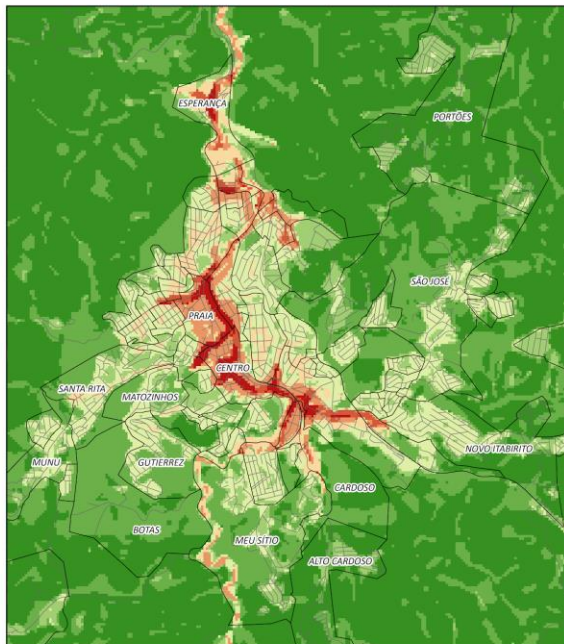
De maneira geral, a área da sede é caracterizada, predominantemente, por categorias de risco médio a baixo ou médio, mas o risco aumenta nas áreas próximas ao rio Itabirito, onde estão identificadas as áreas sujeitas aos níveis de risco alto ou muito alto.

As áreas com risco muito alto estão relacionadas, em especial, à proximidade com o rio e à baixa declividade, típica de áreas à margem de corpos hídricos. Este nível de risco é observado nas seguintes regiões: bairros Esperança; Santo Antônio, na divisa com o Praia; Praia, na divisa com o Lourdes; Centro; Santa Efigênia; São Geraldo, na divisa com o Santa Tereza; e Distrito Industrial.

As áreas com alto risco de inundação estão relacionadas à baixa declividade e à densidade demográfica, isto porque bairros mais densos também sugerem maior taxa de impermeabilização. Já as áreas com risco médio a alto são observadas na continuidade do leito do rio Itabirito, onde a ocupação apresenta menor densidade demográfica em relação às regiões mais centrais.

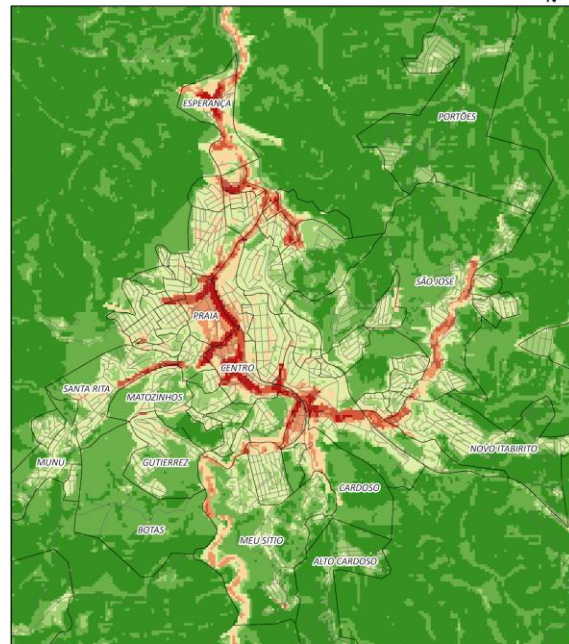
**RISCO DE INUNDAÇÃO**

Geoprocessamento de dados



**RISCO DE INUNDAÇÃO**

Inclusão de Mapeamento Participativo



**Legenda**



**Figuras 11 e 12.** Risco climático de inundação para a sede municipal.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Em relação ao mapeamento participativo, é possível observar que as áreas mais suscetíveis ao deslizamento já identificadas anteriormente foram ampliadas no sentido do bairro Santa Rita, sobre o Córrego da Carioca, e do bairro São José, sobre o Córrego Chancudo. Sendo assim, a diferença entre os mapas pode ser justificada pela ausência de dados mais precisos ou de dados complementares, como as informações relativas ao sistema de drenagem urbana existente, sendo, nesse caso, consideradas as indicações dos participantes da atividade participativa, garantindo a validade desta análise.

#### 4.1.3 Vetores de arboviroses

Estudos científicos têm indicado que as mudanças climáticas poderão afetar a distribuição global de arboviroses, influenciando fatores como a sobrevivência de patógenos, vetores e da transmissão viral (HILGENFELD; VASUDEVAN, 2018).

Altas temperaturas estão associadas ao aumento das taxas de reprodução de vetores, da frequência do comportamento de picadas e à redução do período de incubação de patógenos no interior desses vetores.

Adicionalmente, condições de precipitação e umidade locais são apontadas como fatores que impactam a disponibilidade dos habitats necessários para o desenvolvimento dos estágios larvais dos vetores (LEMOS *et al.*, 2021).

Além dos aspectos relacionados ao clima, há outros fatores mencionados por Ordoñez-Sierra *et al.* (2021) que podem influenciar a transmissão de arboviroses, incluindo fatores demográficos, entomológicos e sociais.

De acordo com Maniero *et al.* (2021), os principais arbovírus com ampla distribuição geográfica estão relacionados às doenças emergentes e reemergentes, sendo elas: Chikungunya; Dengue; Zika; e Febre Amarela. Essas doenças são transmitidas por duas espécies de mosquitos do gênero *Aedes*: *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* (HILGENFELD; VASUDEVAN, 2018).

A partir dos estudos citados, tendo em vista a proliferação de vetores de arboviroses em relação às condicionantes climáticas, foram definidos os indicadores para ameaça, exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa apresentados no Quadro 3.

COMPONENTES DE RISCO	INDICADORES
<b>Ameaça</b>	Pressão da precipitação e temperaturas máximas
<b>Exposição</b>	População de modo geral e população mais vulnerável
<b>Sensibilidade</b>	Ocorrências de arboviroses, temperatura da superfície e umidade do solo
<b>Capacidade Adaptativa</b>	Atendimento à saúde

**Quadro 3.** Indicadores do risco climático de vetores de arboviroses.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Para o cálculo da **ameaça** de vetores de arboviroses, foi utilizado como indicador a pressão da precipitação, assim como para a análise dos riscos de deslizamento e inundação. Neste caso, também foi utilizado o indicador de temperaturas máximas em dias de verão. Este dado foi obtido a partir da plataforma *WorldClim*. Esta base de dados climáticos globais apresenta, em diferentes níveis de resolução, informações referentes ao clima atual e a cenários passados e futuros.

A identificação da **exposição** de áreas vulneráveis ao risco de vetores de arboviroses também segue os indicadores de população de modo geral, com especial atenção para a população mais vulnerável. Para a expressão desses indicadores, foram analisados, além dos dados referentes à densidade demográfica e à localização das áreas urbanizadas, das vilas, favelas, aglomerados e ocupações informais, dados referentes à faixa etária e à renda familiar da população a fim de identificar grupos em idade sensível e de mais baixa renda.

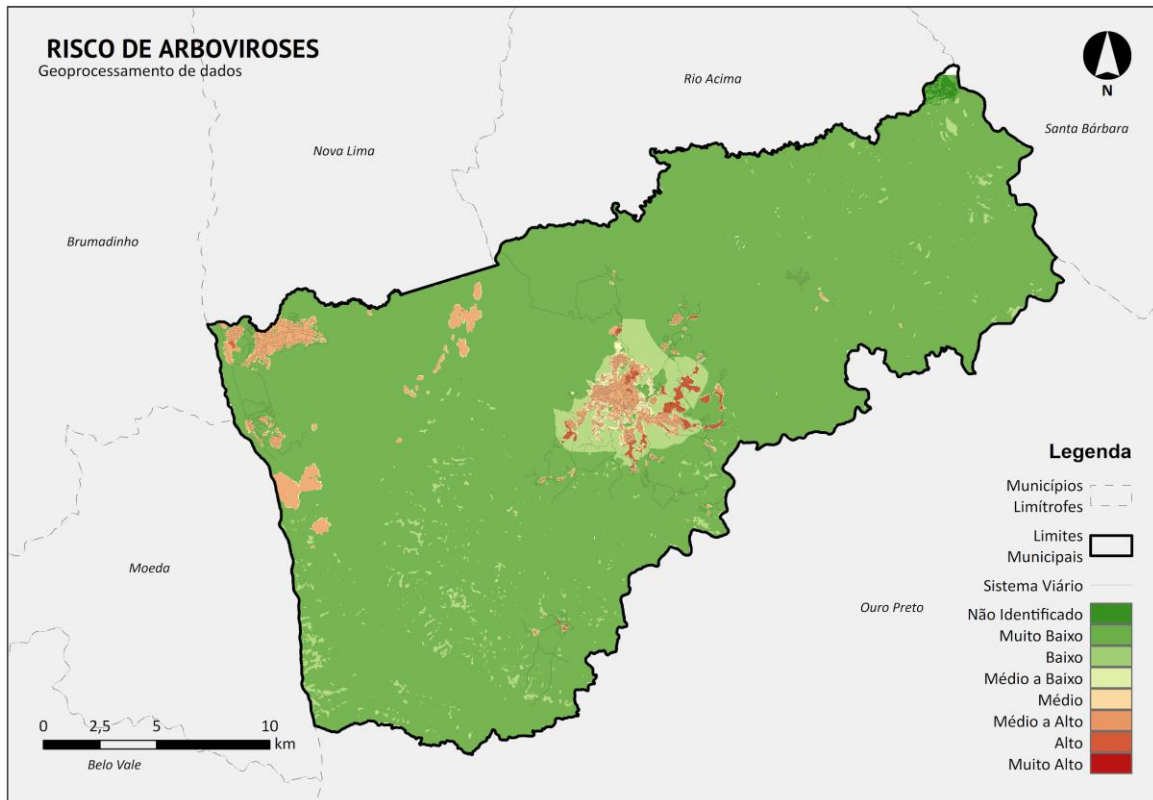
As áreas sensíveis à proliferação de vetores de arboviroses, isto é, o índice de **sensibilidade**, são indicadas a partir da sobreposição de dados referentes às ocorrências de arboviroses já notificadas pela Secretaria Municipal de Saúde de Itabirito, à temperatura da superfície e à umidade do solo. Esses dois últimos dados foram obtidos a partir de imagens de satélite e, respectivamente, pela elaboração própria dos índices *LST (Land Surface Temperature)* e *TWI (Topographical Wetness Index)*, respectivamente Temperatura da Superfície do Solo e Índice de Umidade Topográfica, em tradução livre.

A **capacidade adaptativa** tem por indicador a capacidade de atendimento hospitalar. Para a gradação deste indicador foi analisada a disponibilidade de leitos e seus respectivos raios de abrangência/ influência.

A Figura 13, a seguir, apresenta o mapa de risco de vetores de arboviroses em Itabirito, nele é possível identificar as áreas mais suscetíveis ao risco.

Diferentemente dos demais riscos, onde é possível visualizar grandes áreas com risco não identificado, principalmente devido à não presença de núcleos populacionais, para o risco de vetores de arboviroses avalia-se a predominância de risco muito baixo em grande parte do município. Isso se dá pelo dado referente às temperaturas máximas em dias de verão, que é bastante alta em todo o território, podendo agravar a proliferação desses vetores e, mesmo não estando próximos às concentrações populacionais, podem se deslocar a esses polos.

Destaca-se a predominância de risco médio a alto e, pontualmente, a indicação de alto risco nas áreas ocupadas que estão localizadas na porção mais à oeste do município. Conforme já mencionado anteriormente, trata-se de região onde foram observados problemas relativos ao fornecimento de infraestruturas básicas. Neste caso, a distância em relação aos equipamentos de saúde e os índices de vulnerabilidade socioeconômica sugerem a predominância do risco médio a alto. Já o alto risco é sugerido, pontualmente, pelas condições climáticas da temperatura da superfície e umidade do solo. São estas condições climáticas que também indicam alta sustentabilidade à proliferação de vetores de arboviroses no distrito de Bação.



**Figura 13.** Risco climático de vetores de arboviroses para Itabirito - MG.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

As Figuras 14 e 15, a seguir, apresentam mapas de risco de vetores de arboviroses na sede municipal. É possível identificar, na Figura 14, o resultado do geoprocessamento realizado a partir de dados secundários e, na Figura 15, o resultado das contribuições coletadas ao longo da atividade de mapeamento participativo, somadas aos dados do geoprocessamento.

De maneira geral, a área da sede é caracterizada, predominantemente, por categorias de risco médio a alto. Pontualmente, é possível observar áreas com risco alto ou muito alto.

Bairros mais periféricos apresentam nível de risco mais alto, principalmente, por estarem mais distantes dos raios de abrangência/ influência dos equipamentos públicos de saúde. Destaca-se sobre esta situação os bairros Munu, Meu Sítio e Quintas da Lagoa. A região dos bairros Floresta e São José também apresentam risco alto e, pontualmente, risco muito alto.

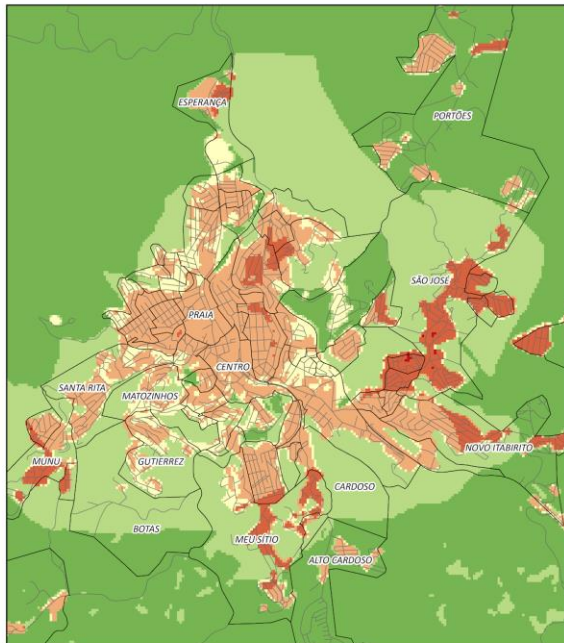
Nos bairros Esperança, Itaubira, Agostinho Rodrigues, Bela Vista, Dona Lila e Quinta dos Inconfidentes identifica-se a predominância de risco médio a alto, mas é relevante a presença



de alto risco. Nesses bairros, o mapeamento desenvolvido pela Secretaria Municipal de Saúde de Itabirito já indicou ocorrências de arboviroses.

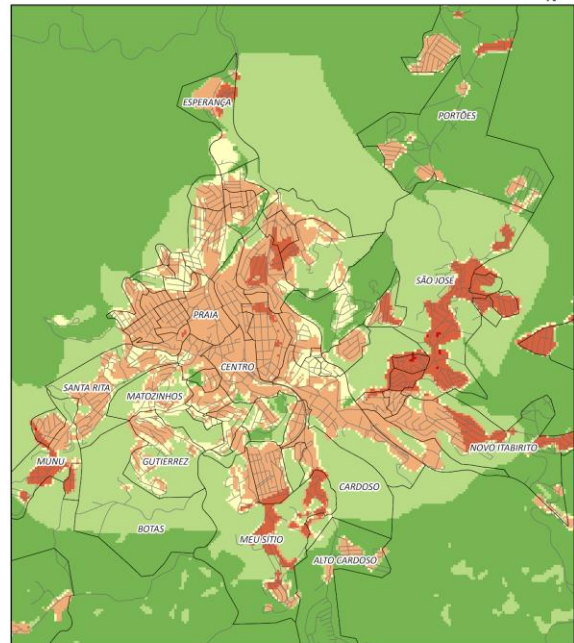
**RISCO DE ARBOVIROSES**

Geoprocessamento de dados

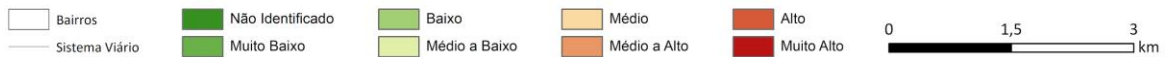


**RISCO DE ARBOVIROSES**

Inclusão de Mapeamento Participativo



**Legenda**



**Figuras 14 e 15.** Risco climático de vetores de arboviroses para a sede municipal.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Em relação ao mapeamento participativo, observa-se leve intensificação das áreas já identificadas anteriormente<sup>3</sup>. Desta forma, há um aumento de áreas classificadas com risco médio a alto, por exemplo, no bairro Novo Horizonte.

## 5. ANÁLISE DO RISCO CLIMÁTICO CRÍTICO

O risco climático crítico trata-se de uma sobreposição das análises apresentadas anteriormente. Sendo assim, o risco muito alto resulta da combinação entre características de

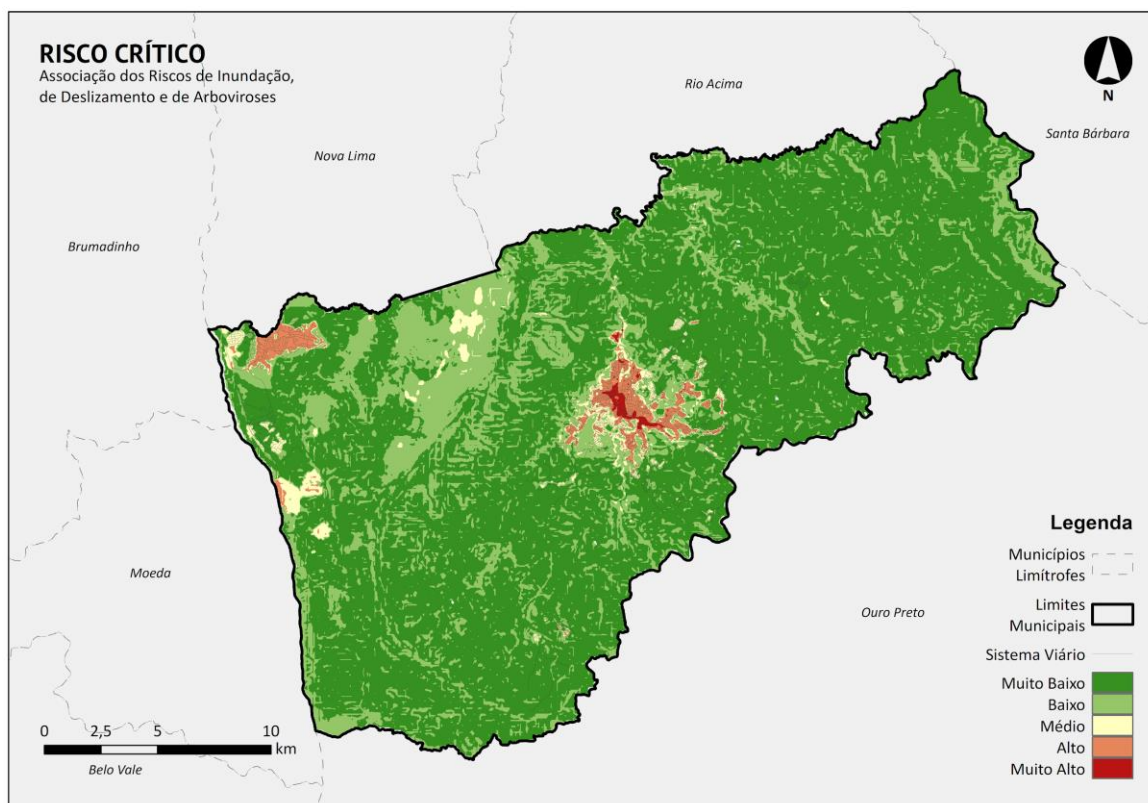
<sup>3</sup> É importante destacar que, durante o mapeamento participativo, os atores presentes levantaram observações quanto às ocorrências de escorpiões no município, entretanto essa variável não foi considerada nesta análise, não se tratando de uma arbovirose.

alta sensibilidade social e baixa capacidade de adaptação, que indica uma menor resiliência dessas regiões às possíveis perdas e danos associados à mudança do clima.

Esta análise permitiu a identificação das áreas nas quais a intervenção deve ser priorizada, isto é, as áreas mais críticas do município, podendo auxiliar em processos de tomada de decisões e de proposição de ações direcionadas. Para a garantia da assertividade das ações de adaptação a serem promovidas pelo Município, é importante que além de consideradas as áreas prioritárias aqui indicadas, também sejam rigorosamente observados os modelos específicos para cada tipo de risco.

Considerando que o risco de deslizamento muito alto foi identificado pontualmente e que o modelo de risco aos vetores de arboviroses, em função da natureza dos indicadores utilizados, indica áreas mais homogêneas, observa-se que, devido a maior distinção de áreas de maior grau de risco trazido pelo risco de inundação, há uma maior influência de seus resultados na composição do risco climático crítico. Assim, observa-se a concentração de maior grau de risco na sede municipal, com grandes áreas com risco alto ou muito alto.

Entretanto, é importante ressaltar que outras localidades do município também necessitam de atenção, em especial a região noroeste do município, onde observa-se um alto risco. O risco climático crítico nesta área está relacionado, principalmente, ao risco de vetores de arboviroses, sendo necessária a atuação do Poder Público com o objetivo de evitar o agravamento do grau de risco ao longo dos anos.



**Figura 16.** Risco climático crítico para Itabirito - MG.

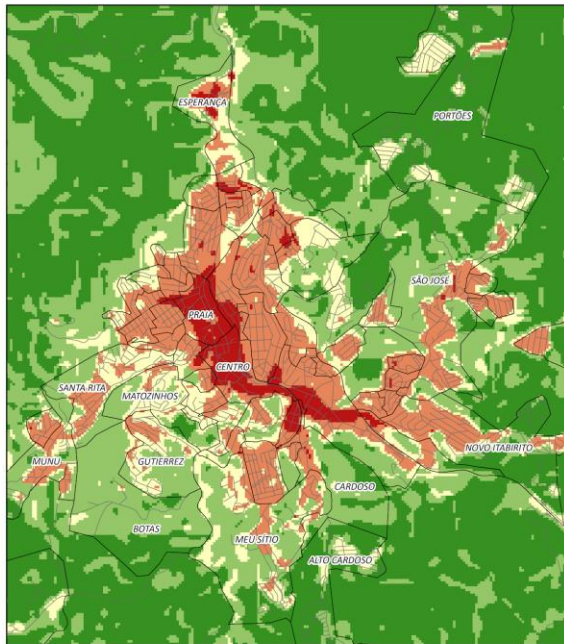
Fonte: Elaboração própria, 2023.

A análise da área da sede municipal indica que podem ser impactados em função do risco crítico muito alto os bairros **Centro, Esperança, Praia, Santa Efigênia e São Geraldo**. Além destes, o bairro **São José** também pode ser indicado para intervenção prioritária, considerando o resultado obtido com a inclusão do mapeamento participativo. Essas áreas apresentam alto risco de inundação e estão associadas a índices negativos expressivos em termos de exposição e vulnerabilidade.

Por fim, como pontos de atenção, destaca-se os bairros **Calçada, Álvaro Maia, Distrito Industrial, Nova Lila e Novo Itabirito**, considerando que nessas áreas é observado alto risco.

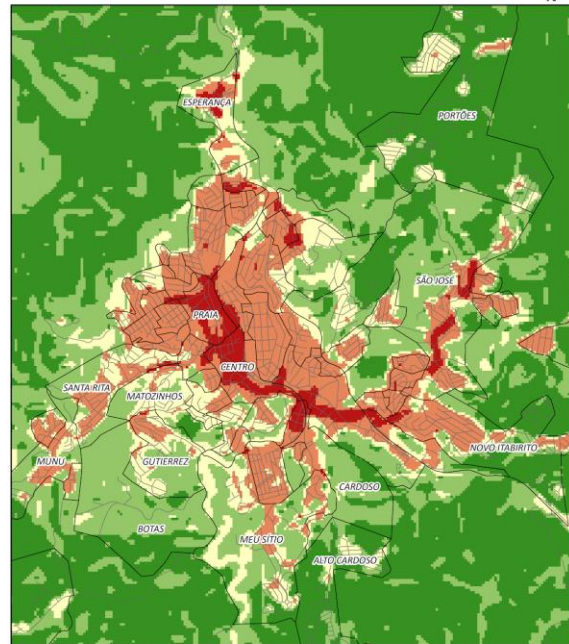
**RISCO CRÍTICO**

Geoprocessamento de dados

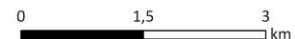


**RISCO CRÍTICO**

Inclusão de Mapeamento Participativo



**Legenda**



**Figuras 17 e 18.** Risco climático crítico para a sede municipal.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

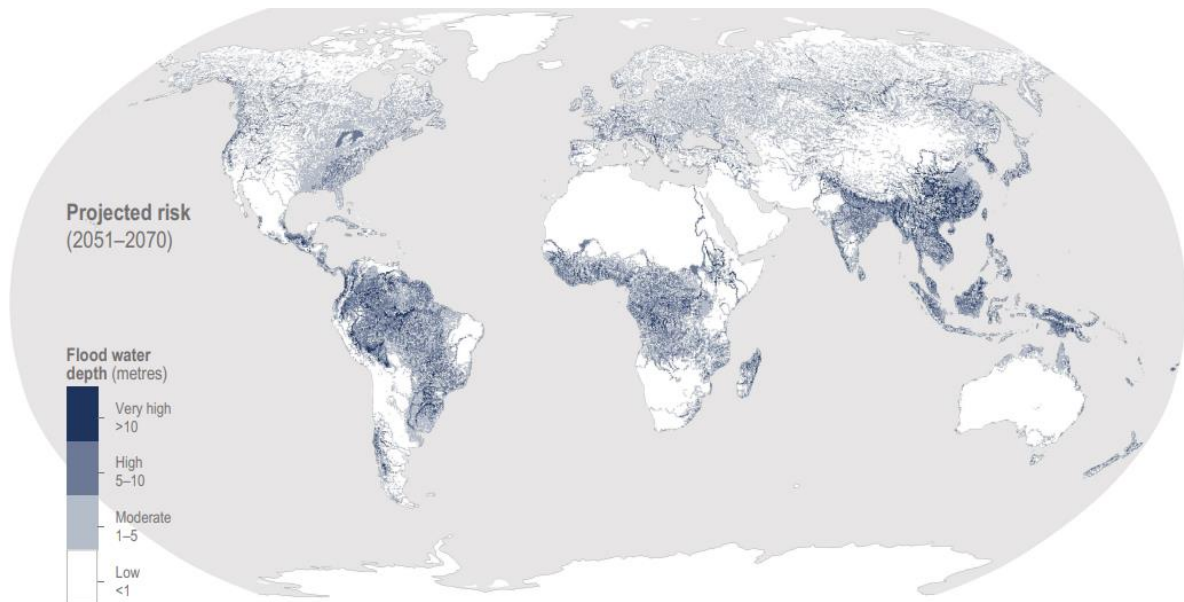
## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado pelo Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (2022), a região onde está localizado o município de Itabirito está caracterizada como uma área de relevância para a conservação da biodiversidade, porém apresenta alta vulnerabilidade à mudança climática. No cenário atual de elevação da temperatura média global em 1,09 graus Celsius (°C), já é possível observar perdas de habitats naturais.

Este cenário pode vir a ser ainda mais agravado com o aquecimento de 1,5°C, 2°C e 3°C, o que poderia resultar não só no agravamento de deslizamentos pela perda de vegetação ou no aumento de vetores, mas também em outros impactos climáticos, como ilhas de calor, redução da produtividade de agriculturas e a redução dos serviços ecossistêmicos.



Além disso, os cenários futuros para a América do Sul apresentam um aumento gradual das ocorrências de inundações fluviais e com um tempo de retorno cada vez menor, especialmente na região onde está localizado o município de Itabirito.



**Figura 19.** Risco projetado de inundação fluvial.

Fonte: IPCC, 2022.

A Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática compacta é o ponto de partida para a promoção de uma gestão de risco assertiva e de construção da resiliência climática a longo prazo para o município de Itabirito.

A ARVCC busca auxiliar o município nos processos de tomada de decisão, subsidiando o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a promoção da resiliência local e direcionando investimentos para a minimização dos riscos, na medida em que identifica áreas prioritárias para a adaptação às mudanças do clima.

Com o objetivo de promover o acompanhamento das evoluções ou retrocessos dos impactos da crise climática no território de Itabirito, recomenda-se a realização do monitoramento de médio prazo (cinco anos) dos indicadores de risco apresentados, em conjunto com a atualização dos mapas para a identificação de áreas do município que aprimoraram sua adaptabilidade ou que agravaram sua exposição aos riscos da crise climática.

Além disso recomenda-se que o Município promova um aprimoramento relativo aos seus sistemas de coleta e produção de dados territoriais, sociais e ambientais a fim de garantir a

obtenção de informações atualizadas e de alta qualidade e confiabilidade, permitindo que, ao longo dos anos, seja possível desenvolver análises de risco e vulnerabilidades climáticas de forma cada vez mais precisas e territorializadas, considerando dados locais de suas características e especificidades sociais e ambientais.

Considerando o contexto de municípios de pequeno porte, como é o caso de Itabirito, a ampliação dos sistemas de coleta de dados, sejam eles automatizados ou manuais, podem representar um desafio. No entanto, parcerias com universidades e outros centros de pesquisa podem contribuir para o desenvolvimento e implementação desses sistemas e, conseqüentemente, para a geração de dados.

Adicionalmente, considerando o contexto socioeconômico e a caracterização ambiental e de uso do solo apresentados neste documento no que tange à atividade minerária, é importante destacar o risco tecnológico referente ao rompimento das barragens de mineração. Um desastre desse tipo, considerando a ocupação territorial no entorno de um importante curso d'água como o rio Itabirito, a riqueza hídrica local e a localização de importantes Unidades de Conservação, resultaria em um enorme passivo socioambiental. Por esse motivo, é fundamental que estudos específicos existentes e futuros também sejam rigorosamente observados, considerando que as variáveis sociais, econômicas e ambientais, impactadas por esses empreendimentos, são de grande relevância para a análise de vulnerabilidade de uma região.

Por meio desta análise apresentada o município de Itabirito passa a ter em mãos uma importante ferramenta para potencializar suas iniciativas de promoção da resiliência e desenvolvimento sustentável de seu território, possuindo o embasamento técnico para o direcionamento de ações e projetos para a redução de risco e segurança pública.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENATTI, J. H. Várzea e as populações tradicionais: a tentativa de implementar políticas públicas em uma região ecologicamente instável. *In*: ALVES, F. (Org.). **A função socioambiental do patrimônio da União na Amazônia**. Brasília: IPEA, 2016. p. 17-29. Disponível em: < [https://livroaberto.ufpa.br/jspui/bitstream/prefix/343/1/CapitulodeLivro\\_VarzeaPopulacoesTradicionais.pdf](https://livroaberto.ufpa.br/jspui/bitstream/prefix/343/1/CapitulodeLivro_VarzeaPopulacoesTradicionais.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

BUCHALA, I. C. F. **Infraestrutura verde como instrumento estratégico de adaptação e aumento da resiliência urbana**: estudo de caso em Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

CBH Velhas. História. **CBH Rio das Velhas**, [s.d.]. Disponível em: < <https://cbhvelhas.org.br/historia/> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

FJP. Diretoria de Estatística e Informações. **Contas regionais de Minas Gerais**: ano de referência 2020. Belo Horizonte: FJP, 2022.

GIZ. **The Vulnerability Sourcebook: concept and guidelines for standardised vulnerability assessments**. Berlin, Germany: Adelphi Consult, 2014. Disponível em: < [https://adelphi.de/system/files/mediathek/bilder/vulnerability\\_sourcebook\\_guidelines\\_for\\_assessments\\_adelphi\\_giz\\_2014.pdf](https://adelphi.de/system/files/mediathek/bilder/vulnerability_sourcebook_guidelines_for_assessments_adelphi_giz_2014.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

HILGENFELD, R.; VASUDEVAN, S. G. **Dengue and Zika: control and antiviral treatment Strategies**. Singapore: Springer Nature, 2018.

IBGE. **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021a.

IBGE. **Cadastro Central de Empresas**: 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a.

IBGE. **Sinopse do censo demográfico**: 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE. Coordenação de Meio Ambiente (Diretoria de Geociências). **Áreas urbanizadas do Brasil**: 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b.

IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais (Diretoria de Pesquisas). **Estatísticas da saúde: assistência médico-sanitária (2009)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais (Diretoria de Pesquisas). Itabirito: população estimada. **IBGE Cidades**, jul. 2021b. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itabirito/panorama> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

IBGE. Em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus. Itabirito: PIB per capita. **IBGE Cidades**, 2020. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itabirito/panorama> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

INEP. **Sinopse Estatística da Educação Básica**: 2021. Brasília: INEP, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

*IPCC. **Climate Change 2007: synthesis report**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.* Disponível em: < [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

*IPCC. **Climate Change 2014: synthesis report**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.* Disponível em: < [https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

*IPCC. **Climate Change 2022: impacts, adaptation, and vulnerability**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2022.* Disponível em: < [https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

ITABIRITO. Conheça Itabirito. **Prefeitura de Itabirito**, [s.d.]. Disponível em: < <https://www.itabirito.mg.gov.br/descubra-itabirito/historia> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

ITABIRITO. **Decreto Municipal n.º 14.147**, de 09 de janeiro de 2022. Declara estado de calamidade pública no Município de Itabirito. Itabirito: Prefeitura Municipal, 2022b.

ITABIRITO. **Lei Municipal n.º 3.453**, de 02 de setembro de 2020. Institui o Sistema Municipal de Unidades de Conservação de Itabirito. Itabirito: Prefeitura Municipal, 2020.

ITABIRITO. Defesa Civil. **Plano Municipal de Contingência (PLAMCON)**. Itabirito: Defesa Civil, 2022a.

LEMOS, L. O. *et al.* *Urban climate maps as a public health tool for urban planning: The case of dengue fever in Rio De Janeiro/Brazil*. **Urban Climate**, v. 35, jan. 2021.

MANIERO, V. C. *et al.* *Epidemiological surveillance of main vector borne arboviral diseases in Brazil: a brief review*. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 43, 2021. Disponível em: < <https://bjvm.org.br/BJVM/article/view/1162/1063> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Mortalidade Infantil. **DATASUS**, 2020. Disponível em: < <https://datasus.saude.gov.br/> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

MIDR (Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil); UFSC (Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil). **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023. Disponível em: < <http://atlasdigital.mdr.gov.br/> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria da Biodiversidade. **Método de análise participativa de risco à mudança do clima**. Brasília, DF: MMA. 2018. Disponível em: < [https://cooperacaobrasil-alemanha.com/Mata\\_Atlantica/Analise\\_Risco\\_Mudanca\\_Clima/Analise\\_Risco\\_%20Mudanca\\_Clima.pdf](https://cooperacaobrasil-alemanha.com/Mata_Atlantica/Analise_Risco_Mudanca_Clima/Analise_Risco_%20Mudanca_Clima.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

MPMG. Justiça decide que diretores da mineradora Herculano devem ser julgados pelo tribunal do júri por mortes ocorridas em rompimento de barragem. **MPMG**, 2022. Disponível em: < <https://www.mpmg.mp.br/portal/menu/comunicacao/noticias/justica-decide-que-diretores-da-mineradora-herculano-devem-ser-julgados-pelo-tribunal-do-juri-por-mortes-ocorridas-em-rompimento-de-barragem.shtml> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

ORDOÑEZ-SIERRA, G. *et al.* *Multilevel analysis of social, climatic and entomological factors that influenced dengue occurrence in three municipalities in Colombia*. **One Health**, v. 12, jun. 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352771421000240> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

PNUD; IPEA; FJP. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD Brasil, 2013. Disponível em: < <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/indice-de-desenvolvimento-humano-municipal-brasileiro-2013> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

ROCHA, P. C. *et al.* Análise Hidrológica em Bacias Hidrográficas. **Mercator**, Fortaleza, v. 17, 2018. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/mercator/a/Yp5gsvwHnrrLfY34RrbKXms/?format=pdf> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

**UNDRR. Disaster Resilience Scorecard for Cities**. Geneva, Switzerland: UNDRR, 2017. Disponível em: < <https://mcr2030.undrr.org/disaster-resilience-scorecard-cities> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

**UNFCCC. Adoção do Acordo Paris**. Paris, França: COP-21, 2015. Disponível em: < <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-08/Acordo-de-Paris.pdf> >. Acesso em: 23 ago. 2023.

**WEF. The Global Competitiveness Report: 2014-2015**. Geneva, Switzerland: WEF, 2014. Disponível em: < [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2014-15.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2023.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - RELATO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A seguir será apresentado o processo metodológico de mapeamento dos riscos observados e desenvolvimento das análises climáticas do território de Itabirito.

### REUNIÃO DE SENSIBILIZAÇÃO

A reunião de sensibilização tem por objetivo o alinhamento de conceitos entre todos os atores envolvidos. Visa ainda auxiliar na preparação do Grupo de Trabalho, especificamente aqueles integrantes que representam órgãos da Prefeitura, para as demandas técnicas que surgirão ao longo do processo, facilitando e agilizando, assim, a coleta de dados. Nesta reunião foi apresentado o contexto geral da etapa do projeto a ser realizada em Itabirito, assim como os conceitos relacionados à mudança climática e a metodologia adotada para o desenvolvimento da Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática compacta (ARVCc).

Realizada no dia 05 de maio de 2023, a reunião de sensibilização para a análise contou com a presença de integrantes do Grupo de Trabalho da Prefeitura de Itabirito, promovendo a mobilização de atores para a coleta de dados, informações e contribuições metodológicas que possam ser utilizadas para maior detalhamento da ARVC, além de contextualizar os participantes sobre as etapas de desenvolvimento do projeto.



**Figuras A.1 e A.2.** Registros fotográficos do workshop de sensibilização para a Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática compacta de Itabirito - MG.

Fonte: Acervo ICLEI, 2023.

A reunião se iniciou às 10 horas, tendo 1 hora de duração. O encontro contou com um total de 9 participantes, sendo em sua maioria mulheres (88,9%). Estavam presentes

representantes do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), das secretarias de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, de Segurança e Trânsito e de Saúde. Durante a reunião foi solicitado aos participantes e demais integrantes do Grupo de Trabalho os dados necessários para o início do desenvolvimento das análises.

### *LEVANTAMENTO DE DADOS*

O levantamento de dados utilizados para o desenvolvimento de mapas e especialização dos riscos foi iniciada por meio da consulta de dados secundários atualizados e confiáveis que são fornecidos de forma pública em portais digitais do IBGE, do Serviço Geológico do Brasil, em relatórios do IPCC, Map Biomas, dentre outros.

A partir da reunião de sensibilização junto a integrantes do Grupo de Trabalho, foram solicitados demais dados necessários atualizados e territorializados do município para órgãos e secretarias específicas, como as secretarias de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, de Segurança e Trânsito, de Saúde e de Urbanismo. Destaca-se que a Prefeitura de Itabirito conta com a livre disponibilização de dados geológicos e municipais em seu portal digital, contribuindo com a transparência de informações municipais.

Para a avaliação dos riscos e vulnerabilidades do território, também foi realizada a consulta de documentos municipais associados aos riscos a serem avaliados. Dentre os documentos consultados tem-se: o Plano Municipal de Contingência, desenvolvido pela Defesa Civil (ITABIRITO, 2022). Além disso, para uma melhor análise das informações territoriais, alguns dados foram desenvolvidos pela equipe técnica do ICLEI.

### *MAPEAMENTO PARTICIPATIVO E IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS*

De forma a trazer contribuições e visões territorializadas dos diferentes riscos identificados pelos próprios moradores de Itabirito, foi realizada no dia 16 de maio de 2023, às 14 horas, a Oficina de Mapeamento de Riscos e Vulnerabilidades de Itabirito.

A oficina teve como objetivo a realização de uma dinâmica junto aos moradores de Itabirito para o mapeamento de contribuições e vivências associadas à ocorrência de desastres, como deslizamentos, inundações, secas ou grandes chuvas.



Nesse sentido, destaca-se a importância de realização do mapeamento coletivo junto aos moradores do território que vivenciam as ocorrências de desastres e suas consequências para as infraestruturas urbanas e danos materiais e imateriais gerados por esses eventos extremos. Por meio desta oficina é realizado esse registro, sendo considerado para as análises realizadas posteriormente.

A oficina foi realizada de forma presencial no Centro de Educação Ambiental de Itabirito com duração de 2 horas. O evento contou com a participação de 15 representantes, em sua maioria do poder público, como integrantes da Defesa Civil, Guarda Civil, Secretaria de Transportes, Saúde, Educação e de Desenvolvimento Econômico. A maioria da participação se deu por mulheres (73,3%).



**Figuras A.3 e A.4.** Registros fotográficos da oficina presencial de mapeamento de riscos e vulnerabilidades de Itabirito - MG.

Fonte: Acervo ICLEI, 2023.

A partir dos resultados obtidos com o mapeamento participativo dos riscos e vulnerabilidades de Itabirito foi realizada a dinâmica de priorização dos riscos a serem analisados neste documento junto aos participantes da oficina. Reforça-se que a priorização realizada não descarta a necessidade de avaliação e consideração de demais riscos e ameaças climáticas para o território de Itabirito. Este relatório busca trabalhar com 3 principais riscos que foram considerados como de maior prioridade de ações de forma a melhor detalhar e identificar seus impactos no território.

Após a dinâmica de priorização dos riscos, foram definidos os 3 seguintes riscos detalhados no relatório da ARVCc: deslizamento, inundação e vetores de arboviroses.

## *GEOPROCESSAMENTO DE DADOS*

A partir dos dados obtidos foram utilizados os softwares ArcGis e QGIS para a realização do tratamento e geoprocessamento dos dados. Neste momento foi realizado o desenvolvimento de camadas para apresentar espacialmente as informações sobre os indicadores de ameaça, exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa, com vistas ao desenvolvimento do mapa de risco crítico, capaz de identificar as áreas mais afetadas pela sobreposição dos riscos.

Os indicadores foram definidos de forma a representar de maneira mais relevante possível os quesitos a serem considerados e avaliados para a análise, dessa forma buscou-se um número conciso de indicadores, evitando redundâncias de informações.

Os mapas de risco foram então desenvolvidos pela sobreposição das camadas de indicadores, gerando assim um mapa de risco final para cada ameaça analisada. Esse processo foi realizado em duas diferentes escalas, sendo uma escala macro, observando e identificando áreas de risco em todo o município de Itabirito, e em uma escala micro, analisando apenas a área central urbanizada de Itabirito.

As contribuições coletadas pela dinâmica do mapeamento participativo também foram uma importante variável considerada tanto para a complementação das análises e mapas desenvolvidos com o geoprocessamento, quanto para a reafirmação das áreas de risco já identificadas com o mapeamento. Dessa forma optou-se por apresentar essas diferentes representações de forma destacada, permitindo a comparação dos resultados e a percepção da internalização das áreas de risco pelos atores que participaram da oficina de mapeamento.

## *APRESENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS*

Ao longo de uma oficina presencial realizada no dia 11 de agosto de 2023, no Parque Municipal de Itabirito, foram apresentados os resultados obtidos com a Análise de Risco e Vulnerabilidade compacta do município. A reunião contou com a presença de atores públicos da Defesa Civil, Guarda Municipal, Vigilância Sanitária, da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Itabirito (ASCITO) e da Câmara Municipal, na figura do Vereador professor Daniel Sudano, junto da sua turma de alunos da Escola Estadual Engenheiro Queiroz

Júnior, além de uma representante do setor privado. Ao total a oficina contou com 26 participantes, sendo 77% mulheres e, das que declararam raça 42% se consideram pretas.



**Figuras A.5 e A.6.** Registros fotográficos da oficina presencial.

Fonte: Acervo ICLEI, 2023.

A oficina tinha como objetivo coletar contribuições de ações associadas aos resultados obtidos com a Análise de Emissões de Gases de Efeito Estufa e com a Análise de Risco e Vulnerabilidade Climática, dessa forma foi apresentado de forma didática e resumida os principais pontos trazidos por este relatório. As contribuições coletadas servirão como referência para futuras etapas da Conformidade Climática compacta de Itabirito.

Relacionado aos riscos analisados destaca-se os comentários levantados pelo grupo presente relacionados ao tratamento e disposição de resíduos e receptividade da população quanto às campanhas contra arboviroses e zoonoses.

## APÊNDICE B - PLANILHAS DE INDICADORES

Risco	Componentes de Risco	Indicador	Expressão/Descrição	Variável	Fonte	
Deslizamento	Ameaça	Pressão da chuva nas áreas de maior declividade	R5D (acúmulo máximo em 5 dias) nas áreas de maior declividade (acima de 30%)	Séries históricas de precipitação	ANA (1984-2019)	
			Filtro: Mancha de ocorrência risco geológico	Mapa das estações		
	Exposição	Exposição da população, da população vulnerável e dos equipamentos públicos ao risco de deslizamento	Equipamentos públicos + Aglomerados subnormais + Mancha de urbanização nas áreas de maior declive (acima de 30%) + Mancha de ocorrência de risco geológico Filtro: Mancha de ocorrência de risco geológico	Registro ou cartografia de ocorrências voçorocas e deslizamento-erosão	Equipamentos públicos	Elaboração própria
					Aglomerados subnormais	
					Densidade populacional por setor censitário	IBGE (2010)
	Sensibilidade	Territórios sensíveis (urbanização em áreas de maior declividade, tipo de solo mais suscetível ao deslizamento e barragens de rejeitos minerais)	Curvatura Horizontal + Mancha de urbanização + Tipo de solo + Mancha de ocorrência de risco geológico Filtro: Mancha de ocorrência de risco geológico	Mancha de urbanização	Mancha de urbanização	Prefeitura Municipal Itabirito
					MDE	
					Mapa pedológico	UFV (2010)
					Registro ou cartografia de ocorrências voçorocas e deslizamento-erosão	Prefeitura Municipal Itabirito
	Capacidade	Comprimento das raízes	Comprimento das raízes (longas x curtas) + Declividade (acima de 30%)		NDVI	Elaboração própria
				MDE	ERSI - SRTM 30m	

**Quadro B.1.** Planilha de indicadores do risco de deslizamento.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Risco	Componentes de Risco	Indicador	Expressão/Descrição	Variável	Fonte	
Inundação	Ameaça	Pressão da precipitação na hidrografia	R5D + Hidrografia	R5D (acúmulo máximo em 5 dias)	ANA (período - 1984-2019)	
				Hidrografia		
			Filtro: Mancha de Inundação	-	Prefeitura Municipal Itabirito	
	Exposição	Exposição da população, da população vulnerável e dos equipamentos públicos ao risco de inundação	Densidade populacional + Aglomerado subnormal + Mancha de urbanização + Equipamentos públicos + Mancha de inundação		Equipamentos públicos	Elaboração própria a partir de Google Earth
					Densidade populacional por setor censitário	IBGE (2010)
					Aglomerado subnormal	IBGE (2019)
					Mancha de urbanização	Prefeitura Municipal Itabirito
			Filtro: Mancha de inundação	-	Prefeitura Municipal Itabirito	
	Sensibilidade	Urbanização em áreas planas ou de baixa declividade e impermeáveis	Curvatura Horizontal + Mancha de urbanização + Áreas impermeáveis + Mancha de inundação		Declividade (MDE)	ERSI - SRTM 30m
					Mancha de urbanização	Prefeitura Municipal Itabirito
					Áreas impermeáveis	ERSI - SRTM 30m
			Filtro: Mancha de Inundação	-	Prefeitura Municipal Itabirito	
Capacidade Adaptativa	Permeabilidade do território	Áreas permeáveis		NDVI	Elaboração própria	

**Quadro B.2.** Planilha de indicadores do risco de inundação.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Risco	Componentes de Risco	Indicador	Expressão/Descrição	Variável	Fonte
Vetores de arboviroses	Ameaça	Pressão da precipitação	R5D	R5D (acúmulo máximo em 5 dias)	ANA (período de 1984-2019)
		Temperaturas máximas	Média das temperaturas máximas em dias de verão	Registro de temperaturas	WorldClim
	Exposição	Exposição da população e de grupos de risco (crianças < 10 anos, idosos > 60 anos e pessoas de baixa renda)	População em idade sensível + Renda média + Densidade populacional + Aglomerado subnormal + Mancha de urbanização	População em idade sensível	IBGE (2010)
				Renda média	IBGE (2010)
				Densidade populacional por setor censitário	IBGE (2010)
				Aglomerado subnormal	IBGE (2019)
				Mancha de urbanização	Map Biomas
	Sensibilidade	Áreas suscetíveis ao risco	Zonas úmidas e com altas temperaturas superficiais + Registros de ocorrência de arboviroses	Temperatura de Superfícies (LST)	Landsat-8
				Índice de umidade topográfica (TWI)	Landsat-8
				Ocorrências de arboviroses	Prefeitura Municipal Itabirito
Capacidade	Atendimento à saúde	Disponibilidade de leitos	Leitos por unidade de saúde	DATASUS	

**Quadro B.3.** Planilha de indicadores do risco de vetores de arboviroses.

Fonte: Elaboração própria, 2023.