Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo

O Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas é um documento estratégico concebido para identificar, articular e planejar ações que ampliem a capacidade adaptativa do Estado frente aos impactos climáticos. Seu propósito é preparar o estado do Espírito Santo para enfrentar os desafios decorrentes de eventos extremos, mitigando os efeitos adversos sobre a saúde pública, a infraestrutura, a agricultura, a economia, a segurança alimentar e a biodiversidade. Para tanto, o Plano organiza e integra esforços, políticas e programas já em curso, ao mesmo tempo em que identifica lacunas e necessidades que orientam novas prioridades, identificando as ações necessárias para suprir as lacunas e desafios identificados. Esse processo é sustentado por um arranjo de governança dotado de mecanismos de Monitoramento e Avaliação (M&A), além de uma análise detalhada de dados, programas e políticas existentes, permitindo reconhecer oportunidades de aprimoramento e traduzi-las em ações estratégicas.

As medidas propostas abrangem desde o fortalecimento da infraestrutura crítica e a capacitação de gestores públicos até o incentivo a práticas agrícolas resilientes, a proteção da biodiversidade e o planejamento urbano sustentável. Dessa forma, o PEAMC busca consolidar um caminho integrado para aumentar a resiliência climática do Espírito Santo, promovendo uma transição justa e sustentável até 2035.

Este documento é um produto do projeto intitulado “Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo sob coordenação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Para mais informações, acesse: http://impactoclima.ufes.br

Execução:

Financiamento:

Ficha catalográfica:

Reis Júnior, Neyval Costa; Santos, Jane Meri; Valentim, Elisa Goulart; Furieri, Bruno; Mill, José Geraldo; Partelli, Fábio Luiz; Rigo, Daniel; Buarque, Diogo Costa; Goulart; Antonio Celso de Oliveira; Pantoja, Pedro Henrique Bonfim; Vargas, Paulo Sergio de Paula; Santos, Robson Monteiro dos; Reis, Juliana dos; Jubini, Elizane Maria Carneiro; Ferrari Junior, Benício; Correia, Wesley Campos, *et al.*

Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo, Relatório Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2026.

321 p. il. color.

1. Resiliência; 2. Adaptação; 3. Riscos climáticos; 4. Cenários climáticos; 5. Mudanças climáticas. 6. Desenvolvimento sustentável.

EQUIPE TÉCNICA

Neyval Costa Reis Júnior (Coordenação geral do projeto)	**UFES**
Antonio Celso de Oliveira Goulart	**UFES**
Bruno Furieri	**UFES**
Carlos Afonso Nobre	**UFES**
Daniel Rigo	**UFES**
Diogo Costa Buarque	**UFES**
Elisa Goulart Valentim	**UFES**
Fábio Luiz Partelli	**UFES**
Jane Meri Santos	**UFES**
José Geraldo Mill	**UFES**
Paulo Sergio de Paula Vargas	**UFES**
Wesley de Souza Campos Correa	**UFES**
Pedro Henrique Bonfim Pantoja	**INCAPER**
Leticia Erthal Cordeiro	**UFES**
Bruno Abreu Pancotto	**UFES**
George Ulguim Pedra	**INPE/AdaptaBrasil**
Gustavo Felipe Balué Arcoverde	**INPE/AdaptaBrasil**
Jean Pierre Henry Balbaud Ometto	**INPE/AdaptaBrasil**
Marck Silva	**INPE/AdaptaBrasil**
Thales Vaz Penha	**INPE/AdaptaBrasil**
Coronel Benício Ferrari Junior	**CEPDEC**
Pablo Medeiros Jabor	**IJSN**
Juliana dos Reis	**SEAMA**
Robson Monteiro dos Santos	**SEAMA**
Elizane Maria Carneiro Jubini	**SEAMA**
Anna Claudia Aquino dos Santos Pela	**SEP**
Amanda Pavão Góes Moreira	**SEP**
Leticia Gonçalves de Souza	**SEP**
Andrea Nobre	**SEP**
Michel Tesch Simon	**SEAG**
Fabricio Zanzarini	**SEAG**
Alexandre de Mello Delpupo	**ARSP-ES**
Júlio Demuner Ferreira	**AGERH**

Henrique Dalmagro	**CPID-ES**
Manoel Farias de Almeida Junior	**CPID-ES**
Talita Costa Pereira	**CPID-ES**
Angela Beatriz Rosa da Silva de Oliveira	**CPID-ES**
Pablo Merlo Prata	**DER**
Eric Borges Scardino	**INCAPER**
Rodrigo de Castro Cosme	**INCAPER**
Anderson Zucolotto	**SEDURB**
Cristiano Soares da Silva	**SESA**
Juliane Barroso	**SETADES**

MEMBROS DO GRUPO DE SUSTENTAÇÃO

Daniela Dantas de M. Ribeiro	**Ministério do Meio Ambiente (MMA)**
Coronel Scharlyston M. de Paiva	**Defesa Civil**
Walter Batista Junior	**Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH)**
Felipe Santos Hastenreiter	**Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)**
Gabriel Hector Fontana	**Instituto de Defesa e Agropecuária e Florestal do Estado do Espírito Santo (IDAF)**
Alaimar Ribeiro Rodrigues Fiuza	**Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN)**
Fabrício Zanzarini	**Secretaria de Agricultura, abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG)**
Michel Tesch Simon	**Secretaria de Agricultura, abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG)**
Hugo Ely dos Anjos Ramos	**Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER)**
Juliane de Araújo Barroso	**Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social (SETADES)**
Fabrício Raig Dias Lima	**Departamento de Edificações e Rodovias (DER)**
Anderson de Freitas Zucolotto	**Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB)**
Gabriela Velasco Thomaz	**Secretaria de Estado do Governo (SEG)**
Rachel Freixo	**Secretaria de Desenvolvimento (SEDES)**
Ketrin Kelly Alvarenga	**Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura (SEMOBI)**
Samyr Chambela da Silveira	**Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação, e Educação Ambiental (SECTI)**
Debora Cristina Niero	**Agência de Regulamentação de Serviços Públicos - ES (ARSP-ES)**
Rodrigo Varejão Andreão	**Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de ES (FAPES)**
Luciano Miranda Salgado	**Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo (AMUNES)**
Ícaro de Assunção Gomes	**Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES)**
João Bosco Reis da Silva	**Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES) representante FCMC**

João Paulo Lamas	**Federação das Empresas de Transporte do Estado do Espírito Santo (FETRANSPORTES)**
Lidiane Gomes dos Santos	**Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Espírito Santo (FAES)**
Mauricio Vieira Gomes	**ONG CBH Rio Novo**
Andreia Pereira Carvalho	**ONG IBA**
Daiani Bernardo Pirovani	**Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)**
Cristina Engel de Alvarez	**Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)**
Coronel Benicio Ferrari Junior	**Defesa Civil**
Ivan Oliveira Lima	**Instituto de Defesa e Agropecuária e Florestal do Estado do Espírito Santo (IDAF)**
Juciane Silva da Motta	**Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN)**
Pedro Henrique Bonfim Pantoja	**Instituto Capixaba de Pesquisa, assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER)**
Cláudia Fardin Soares Pereira	**Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Urbano (SETADES)**
Marcos Vinicius N. L. Pereira	**Departamento de Edificações e Rodovias (DER)**
Priscila Cavali de Macedo	**Secretaria de Estado do Governo (SEG)**
Humberto Queiroz de Oliveira	**Secretaria de Desenvolvimento (SEDES)**
Rafaela de Amorim Assis	**Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura (SEMOBI)**
Mamoru Togawa Komatsu	**Agência de Regulamentação de Serviços Públicos - ES (ARSP-ES)**
Victor Guedes Barbosa	**Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de ES (FAPES)**
Bruno Roberto de C. Gomes	**Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo (AMUNES)**
Graciele Belisário	**Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES)**
Simone Garcia	**Federação das Empresas de Transporte do Estado do Espírito Santo (FETRANSPORTES)**
Murilo Antônio Pedroni	**Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Espírito Santo (FAES)**
José Eduardo M. Pezzopane	**Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)**

RESUMO

O Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo (PEAMC) tem como objetivo organizar e integrar esforços, políticas e ações de adaptação já existentes, além de identificar lacunas que permitam fortalecer a resiliência do Estado frente aos impactos climáticos. A metodologia adotada combina ciência aplicada, planejamento estratégico e participação institucional, fundamentada no método RAST, que estrutura o processo em seis etapas voltadas à identificação de riscos, vulnerabilidades e opções de adaptação, sempre orientado pela melhoria contínua da resiliência climática. A construção do Plano contou com a cooperação entre pesquisadores acadêmicos, responsáveis pela produção de dados e cenários científicos, e servidores públicos estaduais, que garantiram a viabilidade política e administrativa das propostas, promovendo sua apropriação e institucionalização. A participação social e o envolvimento das partes interessadas foram assegurados pela criação do Grupo de Sustentação (GS), composto por representantes qualificados das secretarias e autarquias estaduais, além de prefeituras, setor produtivo, academia e sociedade civil organizada, que atuou propondo correções, priorizações e validações sucessivas ao longo de todo o processo.

A elaboração do Plano foi estruturada em seis eixos temáticos — defesa civil, recursos hídricos, saúde, cidades, agropecuária e infraestrutura — permitindo análises setoriais detalhadas, porém integradas entre si. O documento também apresenta grandes metas até 2035, que expressam a ambição de transformação do Estado e orientam prioridades de ação, pactuação e alocação de recursos. Ao todo, foram definidas 27 Ações Estratégicas e 155 medidas específicas, elaboradas de forma articulada com técnicos de 21 secretarias e órgãos estaduais. As medidas dialogam com políticas públicas já existentes, abrangem múltiplos eixos de adaptação e estão alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O Plano prioriza a segurança hídrica, a resiliência da infraestrutura, o fortalecimento da governança climática e a redução das vulnerabilidades sociais, com destaque para a criação de mecanismos de financiamento, a integração multinível entre governos, o fortalecimento da defesa civil e a capacitação técnica dos municípios. Há ainda forte ênfase em pesquisa e inovação, com investimentos em centros de estudo, desenvolvimento tecnológico e soluções baseadas na natureza.

A justiça climática foi incorporada como princípio orientador, priorizando populações vulneráveis, promovendo equidade na alocação de recursos e assegurando direitos humanos. Essa diretriz se traduz em ações de urbanização adaptativa, programas habitacionais em áreas de risco, fortalecimento do sistema de saúde e estímulo à participação comunitária. Dessa forma, o PEAMC se configura como um instrumento robusto e multidimensional, que integra governança, inovação científica, proteção social e sustentabilidade ambiental, com o propósito de tornar o Espírito Santo mais preparado, resiliente e justo diante das mudanças climáticas até 2035.

Por fim, os procedimentos de governança são sustentados por um sistema de monitoramento e avaliação baseado em indicadores de execução e resultado, permitindo acompanhar a implementação e mensurar os impactos efetivos na redução de vulnerabilidades e no aumento da resiliência. Esse sistema reforça a participação de diferentes segmentos da sociedade, fortalecendo a transparência e a legitimidade das ações.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18

1.1. Estratégia Climática do Espírito Santo 22

1.2. Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo 28

1.3. Organização do Documento 30

2 CONSTRUÇÃO DO PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO ES 31

2.1. Eixos Temáticos 36

2.2. Planejamento Estratégico 37

2.2.1. Fase diagnóstico 38

2.2.2. Fase planejamento 41

2.2.3. Indicadores e metas 41

2.3. Estrutura de Mobilização Social e Envolvimento das Partes Interessadas 44

3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS: POTENCIAIS EFEITOS SOBRE O ESPÍRITO SANTO E SUA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO 49

3.1. Projeções Climáticas 50

3.1.1. Trajetórias possíveis para diferentes futuros 51

3.1.2. Índices climáticos utilizados para análise de cenários futuros 54

3.1.3. Cenários climáticos futuros para o ES 55

3.2. Potenciais Impactos sobre o Espírito Santo 69

3.2.1. Proteção e defesa civil 70

3.2.1.1. Tipologia de desastres 70

3.2.1.2. distribuição dos desastres no Espírito Santo 71

3.2.1.3. Gestão de desastres e governança 77

3.2.2. Recursos hídricos 79

3.2.2.1. Efeitos das mudanças climáticas sobre a disponibilidade dos recursos hídricos 80

3.2.3. Agropecuária e silvicultura 85

3.2.3.1. Importância econômica da agropecuária e silvicultura no Espírito Santo 86

3.2.3.2. Estresse térmico e hídrico sobre a agropecuária e silvicultura no Espírito Santo 88

3.2.4. Saúde 91

3.2.4.1. A regulação térmica natural dos seres humanos 93

3.2.4.2. Ondas de calor e populações vulneráveis 95

3.2.4.3. Expansão das arboviroses: a dengue e as mudanças climáticas 97

3.2.4.4. Enfrentamento do setor da saúde aos vários desastres ambientais 99

3.2.5. Infraestrutura 101
3.2.5.1. Danos à infraestrutura associados a desastres climáticos 101
3.2.5.2. Fatores e eventos climáticos relevantes para infraestrutura no Espírito Santo 102
3.2.6. Cidades 111
3.2.6.1. Heterogenidade intraurbana e padrões diferenciados de vulnerabilidade 112
3.2.6.2. Tipologias urbanas e suas vulnerabilidades 114

3.3 Vulnerabilidade Social e Capacidade Adaptativa 120
3.3.1 Vulnerabilidade social e justiça climática 121
3.3.2. Capacidades institucionais municipais para adaptação climática 129

3.4 Riscos Climáticos nos Diferentes Eixos Temáticos de Adaptação 131
3.4.1. Risco climático associado aos recursos hídricos 134
3.4.2. Risco climático associado aos deslizamentos de terra 138
3.4.3. Risco climático associado a inundações, enxurradas e alagamentos 141
3.4.4. Risco climático associado a saúde 143
3.4.5. Risco climático associado a biodiversidade 147

3.5. Indicadores de Resiliência Climática 151
3.5.1 Segurança hídrica (ISH_{LUNc}) 153
3.5.1.1. Tendências e desafios do ISH_{LUNC} 160
3.5.2 Capacidade municipal de gestão de desastres (ICM) 161
3.5.3 Capacidade de adaptação e resiliência às mudanças climáticas (ICAR) 167

4 GRANDES METAS 179

5 AÇÕES NECESSÁRIAS 183

6 SISTEMA DE GOVERNANÇA PARA AS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO 236

6.1. Monitoramento e Avaliação 237

6.2. Sistema de Governança 239
6.2.1. Composição da Comissão de Acompanhamento da Adaptação 240
6.2.2. Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC) 241
6.2.3. Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC) 242
6.2.4. Descrição dos procedimentos de governança e acompanhamento 243
6.2.4.1. Acompanhamento da execução do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas 244
6.2.4.2. Revisões periódicas do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas 246
6.2.4.3. Revisão anual (Nível 1) 246
6.2.4.4. Revisão bianual (Nível 2) 247
6.2.4.5. Acompanhamento da execução e análise de resultados e gestão dos programas que integram o orçamento climático do Estado 249
6.2.4.6. Acompanhamento da melhoria dos indicadores de resiliência climática 250

7 REFERÊNCIAS 253

ANEXOS..... 268

Anexo I - Análise SWOT..... 269

Anexo II – Detalhes metodológicos do modelo climático 322

Anexo III – Dimensões e quesitos de compõem o índice de desenvolvimento da família (IDF) . 323

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organograma de Governança na administração estadual do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas. Fonte: adaptado de https://seama.es.gov.br/programa-capixaba-de-mudancas-climaticas 25

Figura 2. Representação esquemática do ciclo contínuo de melhoria da resiliência baseado na metodologia RAST. Fonte: adaptado de Wehbe et al. (2024). 35

Figura 3. Eixos temáticos do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES. 37

Figura 4. Fluxograma do planejamento estratégico para elaboração do PEAMC incluindo as fases diagnóstico e planejamento. 38

Figura 5. Processo de redação e revisão do PEAMC durante suas fases de elaboração. ... 47

Figura 6. Climatologia média histórica entre 1995 e 2014 (referência): (a) temperatura média anual; (b) precipitação total (PRCTOT); (c) dias consecutivos sem chuva (CDD). 59

Figura 7. Climatologia média histórica entre 1995 e 2014 (referência): (a) dias consecutivos com chuva (CWD); (b) máxima precipitação anual em 1 dia consecutivos (Rx1day).; (c) máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (Rx5day). 60

Figura 8. Anomalias de temperatura média em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 61

Figura 9. Anomalias de temperatura máxima diária em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 62

Figura 10. Anomalias de precipitação total (PRCTOT) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 63

Figura 11. Anomalias de dias consecutivos sem chuva (CDD) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 64

Figura 12. Anomalias de dias consecutivos com chuva (CWD) em relação a média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5(otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 65

Figura 13. Anomalias da máxima precipitação diária (Rx1day) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 66

Figura 14. Anomalias da máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (Rx5day) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista). 67

Figura 15. Projeções de elevações do nível médio do mar (NMM), em metros, ao longo do tempo em Vitória (ES), para diferentes cenários de aumento da temperatura média global. Fonte: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool. 68

Figura 16. Percentual da população dos municípios capixabas em áreas de risco de deslizamentos e alta suscetibilidade à inundação. Fonte: IJSN (2025). 73

Figura 17. Concentrações geográficas de eventos relacionados a inundações e secas no Espírito Santo. Fonte: PERHES (2018). 74

Figura 18: (a) Mancha de inundação modelada na bacia do Rio Iconha (GUZZO, 2024). (b) Mancha de inundação em Mimoso do Sul (CEPDEC, 2024). 77

Figura 19. Municípios com Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) elaborado. Municípios em cinza não possuem PMRR. 79

Figura 20. Bacias hidrográficas que compõem a região hidrográfica do Espírito Santo. Fonte: autoria própria. 82

Figura 21. Variação da vazão média diária calculada como a média do conjunto de resultados (ensemble) no período futuro (2015-2085) em relação ao período histórico (1979-2014), para os cenários (a) SSP2-4.5 e (b) SSP5-8.5 do CMIP6. Fonte: autoria própria. 83

Figura 22. (a) Lavoura de café conilon/robusta (*Coffea canephora*) cultivada no Espírito Santo. (b) Lavoura de café arábica (*Coffea arabica*) cultivada no Espírito Santo. (c) Olericulturas diversas cultivadas no Espírito Santo. 87

Figura 23. (a) Lavoura de café com mogno africano em Pinheiros (ES). (b) Lavoura de café com cedro australiano em São Mateus (ES). Fileiras simples de cedro australiano entre 5 carreiras de café. (c) Lavoura de café com seringueira em Jaguaré (ES). Fileiras duplas de seringueira entre 10 carreiras de café. 90

Figura 24. (a) Planta e (b) lavoura durante a seca extrema de 2014/2015. 90

Figura 25. Barragens sem água, condição ocasionada pelo uso da irrigação durante a seca de 2014/2015 em Vila Valério (ES). 91

Figura 26. (a) Áreas agrícolas de (a) manga e banana e (b) banana e pastagem (e rodovia) alagadas em início de 2020 em Alegre (ES). 91

Figura 27. Localização das Estações de Bombeamento de Águas Pluviais (EBAP) em (a) Vitória e (b) Vila Velha. Fonte: Google Earth, adaptado. 104

Figura 28. Trechos de praias no Espírito Santo que receberam obras de proteção. Fonte: Google Earth. 106

Figura 29. Trechos de praias no Espírito Santo que demandam obras de proteção. Fonte: Google Earth. 107

Figura 30. Microrregiões de planejamento e classificação dos municípios do Espírito Santo por tipologia de vulnerabilidade climática. 115

Figura 31. Percentual de pobreza no CadÚnico e estimativa de pobreza na população – por município, em 2023 (IJSN, 2025). 124

Figura 32. Percentual de extrema pobreza no CadÚnico e estimativa de extrema pobreza na população – por município, em 2023 (IJSN, 2025). 125

Figura 33. Índice de desenvolvimento da Família (IDF) dos municípios do Espírito e suas dimensões nos municípios do Espírito Santo. 127

Figura 34. Risco climático e suas três dimensões: Ameaça, exposição e vulnerabilidade (Brasil, 2025a) 132

Figura 35. Índice de risco de impacto de estresse hídrico: (a) presente (2020), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025b). 136

Figura 36. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para escassez hídrica no Espírito Santo 137

Figura 37. Índice de risco para deslizamento de terra: (a) presente (2015), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025c). 139

Figura 38. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para deslizamento de terra no Espírito Santo. 141

Figura 39. Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos: (a) presente (2015), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025d) 142

Figura 40. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos no Espírito Santo. 143

Figura 41. Taxa de incidência de casos confirmados de dengue. Monitoramento da dengue no Espírito Santo. Dados de (a) 2022; (b) 2023 e (c) 2024. Fonte: Secretaria de Estado da Saúde. Acesso em 24 de outubro de 2025 ao link: https://mosquito.saude.es.gov.br/). 144

Figura 42. Índice de risco para ocorrência das arboviroses dengue, zika e chikungunya: (a) presente (2020), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025e). 146

Figura 43. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para ocorrência de arboviroses no Espírito Santo. 147

Figura 44. Mata atlântica como principal bioma do Espírito Santo. (a) Reservas da Mata atlântica Fonte: IJSN acessado em 20/10/2025 no link: https://ijsn.es.gov.br/publicacoes/mapas/caracterizacao-regional) e (b) Unidades de conservação no Espírito Santo (Fonte: IJSN acessado em 20/10/2025 no link: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/Sínteses/IJSN%20no%20Censo%20 2022%20-%20Unidades%20de%20Conservação.pdf). 148

Figura 45. Índice de risco à integridade do bioma: (a) presente (2017), (b) 2011-2070 com cenário SWL 1.5 e (c) 2011-2070 com cenário SWL 2.0 (Brasil, 2025f). 149

Figura 46. Número de espécies (pequenos mamíferos não voadores endêmicos da Mata Atlântica) em cada categoria IUNC (*International Union for Conservation of Nature*) em diferentes cenários climáticos no bioma Floresta Atlântica na América do Sul: - espécies com baixo nível de ameaça, - espécies vulneráveis, - espécies em perigo, - espécies criticamente em perigo, - dados insuficientes (adaptado de Evaldt et al., 2024). 152

Figura 47. Índice de Segurança Hídrica (ISH_{LUNC}) (a) distribuído por bacias hidrográficas existentes no estado do Espírito Santo e (b) médio dos municípios capixabas, para o ano 2020. 156

Figura 48. Índice de segurança hídrica no estado do Espírito Santo para o ano 2020 nas dimensões (a) humana, (b) econômica, (c) ecossistêmica, (d) resiliência à seca e (e) resiliência à inundação. 157

Figura 49. (a) Indicador de Capacidade Municipal (ICM) com categorização de gestão de riscos e desastre utilizadas no Plano Plurianual de Gestão de Riscos e Desastres (PPA) 2024-2027 do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, e suas três dimensões: (b) I - Instrumento de Planejamento e Gestão, (c) II – Coordenação Intersetorial e Capacidades e (d) III – Políticas, Programas e Ações. 164

Figura 50. Número de municípios capixabas por faixas de ICM: (a) ICM, (b) I - Instrumento de Planejamento e Gestão, (c) II – Coordenação Intersetorial e Capacidades e (d) III – Políticas, Programas e Ações. 165

Figura 51. Número de municípios que não atendem a cada quesito do ICM 166

Figura 52. (a) Índice de Capacidade de Adaptação e Resiliência às Mudanças Climáticas (ICAR) e suas dimensões: (b) governança, (c) desenvolvimento econômico e social, (d) resiliência hidrogeológica, (e) escolas seguras e rec. de saúde, (f) educação e conscientização, (g) proteção dos ecossistemas e (h) Resposta a desastres. 168

Figura 53. Representação esquemática do processo de acompanhamento da execução do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas. 245

Figura 54. Representação esquemática do processo de revisão anual (nível 1). 247

Figura 55. Representação esquemática do processo de revisão bianual (nível 2). 248

Figura 56. Representação esquemática do processo de acompanhamento da execução e análise de resultados e gestão dos programas que integram o orçamento climático do Estado. 250

Figura 57. Representação esquemática do processo de acompanhamento da melhoria dos indicadores de resiliência climática 251

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Recursos destinados às ações com mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Orçamento Climático do Projeto da Lei Orçamentária Anual 2025 do ES. 27

Tabela 2. Composição do GT-Plano de Adaptação. Fonte: Decreto Estadual Nº 5.657/2024. 28

Tabela 3. Sumário comparativo com os três níveis de indicadores e metas no PEAMC, destacando execução e resultado. 44

Tabela 4. Composição do Grupo de Sustentação para construção do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES. 46

Tabela 5. Quantidade de variáveis para enquadramento dos municípios nas Categorias de Gestão de Riscos e Desastres por porte e perfil de risco. Fonte: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/icm. 163

Tabela 6. Ações Estratégicas do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES. 189

Tabela 7. Estrutura de acompanhamento do PEAMC está organizada em dois níveis em dois níveis: gerencial, coordenado pela Comissão de Acompanhamento da Adaptação, e o estratégico, exercido pelo PCMC e pelo FCMC. 240



Foto: CEPDEC/ES

1

INTRODUÇÃO

Desde 1970, a temperatura da superfície global aumentou mais rapidamente do que em qualquer outro período de 50 anos nos últimos 2.000 anos (IPCC, 2021). Extremos de calor tornaram-se mais frequentes e intensos, enquanto os extremos de frio diminuíram. Eventos de forte precipitação e estiagens estão se tornando mais frequentes, elevando os riscos de inundações e secas.

Em 2024, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) emitiu um alerta vermelho sobre o ritmo das mudanças climáticas devido aos níveis de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, que continuam aumentando. A queima de combustíveis fósseis é a principal causa do aquecimento global e a razão pela qual os eventos climáticos estão se tornando cada vez mais extremos. Nesse mesmo ano, os riscos das mudanças climáticas se tornaram realidade e o clima extremo atingiu um novo patamar. O ano de 2024 foi o mais quente já registrado, com a temperatura média global 1,55°C acima dos níveis pré-industriais (1850-1900). De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2024 foi o mais quente no Brasil desde 1961. A temperatura média ficou em 25,02°C, sendo 0,79°C acima da média histórica de 1991-2020, que é de 24,23°C (WMO, 2025). Vários municípios registraram temperaturas máximas acima de 43°C. Além do calor extremo, o Brasil sofreu com chuvas severas, enchentes, secas, queimadas e poluição que causaram enormes prejuízos econômicos e mortes.

Projeções de modelos climáticos indicam que a temperatura da superfície global continuará a aumentar até pelo menos meados deste século, em todos os cenários futuros de emissões de GEE, mesmo com a implementação de políticas agressivas de redução dessas emissões. É provável que o aquecimento global de 2°C acima do valor médio do período pré-industrial (1850-1900) seja excedido durante o século 21, mesmo que ocorra uma redução drástica nas emissões de GEE nas próximas décadas (IPCC, 2021). Nesse contexto, é crucial planejar ações de mitigação e adaptação específicas para cada região,

considerando suas vulnerabilidades socioeconômicas, socioculturais, ambientais, urbanas, institucionais e geográficas. As ações de mitigação visam reduzir as emissões de GEE para evitar ou minimizar as mudanças climáticas, enquanto as ações de adaptação buscam enfrentar os efeitos já presentes das mudanças climáticas e preparar-se para impactos futuros.

A análise das projeções climáticas para o Espírito Santo, com base no modelo regional Eta-CPTEC de alta resolução (5 km), indicou um futuro substancialmente mais quente em comparação ao período de referência de 1961–1990 (Soares, 2023). As simulações indicam que, em partes do Estado, a temperatura média poderá subir entre 2,5 °C e 3,5 °C sob um cenário de emissões moderadas de gases de efeito estufa, alcançando até cerca de 6 °C no cenário extremo de altas emissões até a década de 2080.

As mudanças climáticas impactam diretamente o ciclo hidrológico, gerando problemas ambientais relacionados aos recursos hídricos. No Espírito Santo, Meira-Neto et al. (2023) analisaram os impactos na vazão da bacia do rio Doce considerando o cenário futuro de altas emissões de GEE. Os resultados indicam uma redução significativa das precipitações médias anuais e sazonais ao longo do século XXI, levando a graves problemas na bacia do rio Doce, com tendência à diminuição das vazões. A maioria das projeções aponta para uma significativa redução da Q_{med} (vazão média) e da Q_{90} (vazão igualada ou superada em 90% do tempo) tanto nos afluentes quanto no rio principal. Conforme Soares (2023), a probabilidade de eventos climáticos extremos, como estiagens prolongadas, tende a aumentar. O índice extremo que expressa dias consecutivos secos aumenta mesmo no cenário moderado de emissões de GEE, com um incremento particularmente acentuado no norte do Estado, onde esse número pode ultrapassar 70 dias em comparação ao período histórico de 1961-1990.

Esses impactos afetam, por exemplo, o agronegócio no Espírito Santo, cujos produtos respondem por cerca de 6% do PIB estadual (IJSN, 2024) e é altamente diversificado, abrangendo setores como apicultura, avicultura, aquicultura e fruticultura (incluindo a cafeicultura). Apesar dessa diversidade, o café é a principal cultura, predominando em 61 dos 78 municípios do Estado. Oliveira et al. (2023) ressaltam que o aquecimento global pode impactar significativamente o café conilon, causando redução no crescimento das plantas, formação de flores estéreis e comprometendo a produção e a qualidade dos frutos. As mudanças climáticas podem forçar a migração do cultivo do café para áreas de maior altitude, bem como de outras culturas importantes do Estado, como pimenta do reino, banana e mamão.

Além do agronegócio, a indústria também é fortemente impactada pelos extremos climáticos. Os extremos hidrológicos atingem o setor por dois vetores críticos: escassez e excesso de água. Durante a estiagem, reduz-se a disponibilidade para captação e resfriamento, a qualidade da água se deteriora (temperatura, salinidade e sólidos

aumentam), o tratamento se torna mais caro, crescem os riscos de não conformidade e surgem restrições operacionais que diminuem cargas ou interrompem linhas de produção. Setores intensivos em água e calor — como siderurgia, celulose e papel, mineração, alimentos e bebidas, química e petróleo e gás — enfrentam perda de eficiência, desvios de qualidade, aumento de custos e menor capacidade de diluição dos efluentes devido à queda de vazão. A crise hídrica ainda pressiona o sistema elétrico, elevando tarifas e aumentando a frequência de interrupções. No outro extremo, chuvas intensas e inundações danificam ativos, interrompem captações por turvação e excesso de sedimentos, alagam subestações, comprometem acessos e paralisam cadeias logísticas. Esse cenário também sobrecarrega sistemas de drenagem e tratamento, amplia o risco de incidentes ambientais, aumenta passivos e pressiona prêmios de seguro. Em áreas costeiras, a elevação do nível do mar e as ressacas podem salinizar captações e comprometer a operação industrial.

É necessário, ainda, destacar os danos ligados aos desastres de natureza climática que tem se intensificado nos últimos anos. Entre janeiro de 2000 e junho de 2024, os desastres no Espírito Santo foram responsáveis por 137 mortes de acordo com dados fornecidos pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC). Segundo os dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, mantido pelo Governo Federal, no Espírito Santo, desde 1995, os danos materiais totais associados aos desastres foram de cerca de R$ 5,72 bilhões, e o prejuízo associado chegou a R$ 23 bilhões, sendo R$ 1, 47 bilhões ligados ao prejuízo no setor público e R$ 20,09 bilhões ligados ao prejuízo no setor privado (MDR, 2024).

Com a intensificação das mudanças climáticas no Espírito Santo, esses problemas tendem a se agravar substancialmente, exigindo políticas e ações de adaptação à nova realidade do Estado. Para compreender esse desafio em perspectiva mais ampla, é importante considerar também a dimensão global da justiça climática. Estudos internacionais (Diffenbaugha & Burkea, 2019; Chancel, 2022) demonstram que países ricos se beneficiaram de forma desproporcional das atividades que causaram o aquecimento global, enquanto países pobres sofrem mais intensamente com seus impactos. Entre 1990 e 2019, por exemplo, os 50% mais pobres da população mundial foram responsáveis por apenas 16% do crescimento das emissões globais, enquanto o 1% mais rico contribuiu com 23%. Esse panorama reforça a necessidade de aplicar o conceito de justiça climática também no âmbito local, assegurando que populações vulneráveis do Espírito Santo — que pouco se beneficiaram das atividades geradoras de emissões — não sejam as mais impactadas pelos efeitos

1.1. ESTRATÉGIA CLIMÁTICA DO ESPÍRITO SANTO

A Lei 9531/2010 do Estado do Espírito Santo instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), que tem como objetivo estabelecer o compromisso do Espírito Santo com ações voltadas para a mitigação e adaptação, diante do desafio das mudanças climáticas. A lei prevê a criação de inventários de emissões e de metas para a redução de GEE, além de estratégias específicas para minimizar os efeitos das mudanças climáticas e promover a resiliência da sociedade e do meio ambiente capixaba.

Em 2019, o Espírito Santo criou o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas que é presidido pelo governador do Estado e conta com representantes do poder público (secretarias do Estado, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Coordenação Estadual de Proteção e Defesa Civil, Procuradoria Geral do Estado, Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo, Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente e a Associação dos Municípios do Espírito Santo), do setor empresarial (Federação das Indústrias do Espírito Santo, Federação da Agricultura e Pecuária do Estado e Federação das Empresas de Transportes do Estado do Espírito Santo), da academia e do terceiro setor (Conselho Estadual de Meio Ambiente e Conselho Estadual de Recursos Hídricos sendo um representante direto da sociedade civil organizada). As decisões do Fórum Estadual de Mudanças Climáticas são baseadas nos direcionamentos técnicos da Comissão Estadual de Mudanças Climáticas, que propõe as ações que devem constituir o Plano Estadual de Mudanças Climáticas e representam o conjunto de projetos e estratégias a serem adotadas pelo Estado do Espírito Santo para enfrentar as causas e efeitos das Mudanças Climáticas.

Conceito de resiliência climática

O conceito de resiliência está associado a capacidade de um sistema (seja ele natural, humano, econômico ou de infraestrutura) de absorver, adaptar-se e recuperar-se diante de perturbações, choques ou mudanças, mantendo suas funções essenciais e estrutura. A resiliência climática pode ser entendida como a capacidade de comunidades e ecossistemas de se prepararem, resistirem e se recuperarem dos impactos das mudanças climáticas.

Outros termos também são comumente utilizados além da resiliência climática, como resiliência ambiental associada à habilidade de um ecossistema de se recuperar após distúrbios (ex.: florestas após incêndios), resiliência social e urbana relacionada à capacidade de cidades e populações de enfrentar crises (desastres, crises econômicas) sem colapso; resiliência econômica vinculada à capacidade de adaptação de economias a choques externos (ex.: pandemias, crises financeiras); resiliência psicológica ligada a habilidade de indivíduos de superar adversidades emocionais.

Assim, a resiliência é um objetivo central dos planos de adaptação climática, buscando garantir que infraestruturas, comunidades e economias consigam enfrentar e se recuperar dos efeitos das mudanças do clima. Por exemplo, uma cidade com infraestrutura resiliente a enchentes teria sistemas de drenagem eficientes, planos de emergência e capacidade de reconstrução rápida após eventos extremos.

Em 2021, o Espírito Santo aderiu oficialmente às campanhas "*Race to Zero*" (Corrida para o Zero) e "*Race to Resilience*" (Corrida para a Resiliência), da Organização das Nações Unidas (ONU), comprometendo-se com a realização de ações visando à neutralização de emissões de GEE até 2050 e a resiliência climática.

Ainda em 2021, a Comissão Estadual de Mudanças Climáticas realizou reuniões com representantes de 4 Estados da Federação (Minas Gerais, Pernambuco, Paraná e São Paulo), que já haviam construído seus Planos Estaduais de Enfrentamento às Mudanças Climáticas, de maneira a analisar os elementos, ações e estratégias necessários para construção do plano estadual para o Espírito Santo (ES) e avaliar os principais desafios em sua elaboração e implementação. A partir desses esforços, foi elaborado o documento "Nota Conceitual para elaboração do Plano Estadual de Mudanças Climáticas", que descreve os elementos necessários para o enfrentamento das questões relacionadas às mudanças climáticas no ES.

Race to Resilience

Lançada em janeiro de 2021 pelos Campeões de Ação Climática de Alto Nível da ONU durante a Cúpula de Adaptação Climática, foi concebida como um esforço complementar ao *Race to Zero*. Enquanto o *Race to Zero* foca na redução de emissões, o *Race to Resilience* busca fortalecer os esforços globais de adaptação, com ênfase na construção da resiliência das comunidades contra os impactos climáticos.

O objetivo da campanha é aumentar a resiliência de quatro bilhões de pessoas que vivem em áreas vulneráveis, apoiando a implementação de soluções de adaptação e promovendo um maior investimento nessa área.

Race to Zero

É uma campanha global lançada em 2020 para reunir lideranças com objetivo de alcançar emissões líquidas zero de GEE até 2050, visando limitar o aumento da temperatura global a 1,5 ºC. Essa campanha promovida pela ONU mobiliza uma coalizão das principais iniciativas Net Zero, representando 1.049 cidades, 67 regiões, 5.235 empresas, 441 dos maiores investidores e 1.039 instituições de ensino superior. Esses atores da "economia real" juntam-se a 120 países na maior aliança de todos os tempos comprometida em alcançar emissões líquidas zero de carbono até 2050, que agora cobrem quase 25% das emissões globais de CO_2 e mais de 50% do PIB. É importante notar que, atualmente, já estão previstos os riscos de atingirmos 1,5 ºC muito antes de 2050 e até ultrapassar 2,5 ºC em 2050. Para tanto, as emissões terão que atingir Net Zero muito antes, talvez não mais tarde que 2040.

Nesse contexto, o Plano de Neutralização de Emissões de GEE e o Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas são peças centrais na preparação do ES para enfrentar os desafios relacionados às mudanças climáticas. Enquanto o Plano de Neutralização de Emissões de GEE prevê estratégias e ações para atingir as metas de neutralização das emissões, o Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas tem o objetivo de promover a gestão e redução do risco frente aos efeitos adversos da mudança do clima e melhorar a resiliência das comunidades, economias e ecossistemas locais.

Em 2023, o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas foi instituído pelo Decreto 5387/2023, com o objetivo de coordenar e integrar esforços alinhados com políticas públicas e ações em resposta ao desafio global das mudanças climáticas. O programa envolve diversos órgãos da administração estadual, unindo-os por meio de projetos e iniciativas alinhados com a temática climática (Figura 1). Ele atua em duas frentes principais: Mitigação, que visa limitar o aquecimento global ao reduzir as emissões de GEE no Espírito Santo, e Adaptação, que busca preparar o Estado para enfrentar os impactos das mudanças climáticas. O programa é constituído por 19 projetos estratégicos:

1. **Água na Medida**: Gestão sustentável de recursos hídricos com uso eficiente da água.
2. **Alerta ES**: Sistema de monitoramento e alerta à população sobre eventos extremos, como inundações e secas, agravados pelas mudanças climáticas.
3. **PROBACIAS SUL I**: Projeto de conservação e revitalização das bacias dos rios Itapemirim e Novo, visando à melhoria da qualidade e quantidade de água.
4. **Construção de Cisternas**: Implementação de cisternas para armazenamento de água em regiões com baixa disponibilidade hídrica.
5. **Parques Estaduais**: Preservação e expansão de áreas protegidas, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a mitigação dos impactos climáticos.
6. **Qualidade Ambiental**: Projetos voltados à melhoria da qualidade do ar, solo e água em áreas urbanas e rurais.
7. **Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados Agrometeorológicos**: Monitoramento climático para auxiliar o setor agrícola no enfrentamento das variabilidades climáticas.
8. **Construção de Barragens**: Aumento da capacidade de armazenamento hídrico para enfrentar períodos de seca.
9. **Expansão do Projeto Barraginhas**: Implantação de pequenas bacias de captação de água da chuva para recarga de aquíferos e prevenção de erosão.
10. **Plano Estadual de Mudanças Climáticas**: Inclui a elaboração do Plano de Descarbonização, atualização do Inventário de GEE e o Plano de Adaptação Climática.
11. **PROESAM**: Programa Estadual de Sustentabilidade Ambiental e Apoio Municipal, para fortalecer a gestão ambiental nos municípios.



O Plano de Neutralização de Emissões de GEE é um instrumento que visa estabelecer estratégias e metas para o Estado atingir a neutralidade de carbono até 2050.

O plano contempla: Diretrizes para definir as estratégias de redução de emissões em cada setor, análise de estratégias econômicas para acelerar a descarbonização da economia e a discussão de instrumentos de financiamento para apoiar as modificações necessárias.

Disponível em: https://planodescarbonizacao.es.gov.br/programa-de-descarbonizacao)

12. **Reflorestar**: Projeto de reflorestamento com foco na recuperação de áreas degradadas e na melhoria da infiltração de água no solo.
13. **Mobilidade Elétrica**: Incentivo à mobilidade elétrica para reduzir as emissões de GEE no setor de transporte.
14. **GERAR**: Programa voltado para a geração de energia limpa e sustentável no Espírito Santo.
15. **Obras de Proteção Costeira**: Intervenções para proteger áreas costeiras da erosão e do aumento do nível do mar.
16. **Fortalecimento das Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil**: Capacitação e estruturação das coordenadorias para ações rápidas em resposta a desastres.
17. **Minimização de Cheias**: Projetos de drenagem e controle de enchentes para áreas urbanas vulneráveis.
18. **Obras em Encostas**: Intervenções para estabilizar áreas de encosta e reduzir o risco de deslizamentos.
19. **Fundo CidadES**: Fundo estadual dedicado ao financiamento de projetos municipais de adaptação às mudanças climáticas.

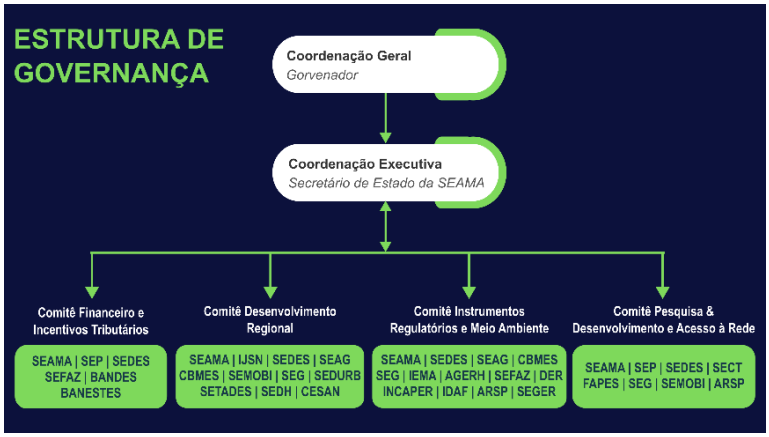


Figura 1. Organograma de Governança na administração estadual do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas. Fonte: adaptado de https://seama.es.gov.br/programa-capixaba-de-mudancas-climaticas

Esses projetos abrangem iniciativas em conservação de recursos naturais, infraestrutura de proteção contra desastres, adaptação climática e sustentabilidade urbana, consolidando uma abordagem robusta e coordenada para a resiliência climática no Espírito Santo.

O Governo do Estado do Espírito Santo apresentou na COP 28 (Conferência das Partes das Nações Unidas, que aconteceu em

Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, entre 30 de novembro e 12 de dezembro de 2023) o Plano de Neutralização de Emissões de GEE do Estado, resultado de um processo colaborativo que envolveu a academia, a sociedade civil, o setor produtivo e órgãos governamentais. A construção do plano abrangeu áreas temáticas como Energia, Indústria, Florestas e Mudança do Uso do Solo, Agropecuária e Resíduos, refletindo uma abordagem integrada e multissetorial. O desenvolvimento desse plano incluiu um extenso trabalho de pesquisa para identificar alternativas tecnológicas de mitigação de emissões, bem como a formulação de instrumentos e políticas públicas para apoiar a transição necessária na matriz energética, nos transportes, nos processos industriais e em outras atividades correlatas. O Plano foi colocado em consulta pública e apresentado para a sociedade capixaba em março de 2024.

O processo de elaboração do Plano de Neutralização foi guiado por uma abordagem de planejamento estratégico, com etapas de diagnóstico e planejamento que ofereceram uma visão abrangente das rotas para alcançar a neutralidade de emissões no Estado. O plano foi fundamentado em diretrizes claras, estratégias bem definidas, indicadores quantificáveis e metas de redução de emissões, estabelecendo projeções para os anos de 2030, 2040 e 2050, com o objetivo de traçar um caminho sólido e sustentável rumo à descarbonização do Espírito Santo.

Em 2024, o Projeto da Lei Orçamentária Anual (PLOA) 2025 do ES introduziu uma inovação importante: o “Orçamento Climático”. Com isso, o Governo do Estado passou a identificar e classificar no orçamento ações orçamentárias relacionadas à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas. O objetivo é dar mais transparência, além de garantir maior efetividade no acompanhamento da execução orçamentária dessas ações. Ao todo foram previstos R$ 626.744.708,00 em 2025 para despesas com atividades que são divididas em 10 frentes temáticas, incluindo desde obras de macrodrenagem, reparação/proteção de erosão costeira e construção de barragens até apoio financeiro aos municípios e planejamento/desenvolvimento de instrumentos de gestão de recursos hídricos e sistemas de monitoramento e de segurança de barragens. A Tabela 1 apresenta uma descrição dos recursos destinados às ações com mitigação e adaptação às mudanças climáticas no “Orçamento Climático” do PLOA 2025.

Ainda em 2024, o Decreto nº 5.657/2024 criou o Grupo de Trabalho para Elaboração do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo (PEAMC), composto por um Núcleo de Coordenação e uma Comissão Técnica (Tabela 2). Ao Núcleo de Coordenação cabe estabelecer a metodologia a ser aplicada na elaboração e desenvolvimento do PEAMC, além de acompanhar os cronogramas de execução e coordenar as discussões técnicas. A Comissão Técnica foi responsável por fornecer subsídios técnicos para a criação do PEAMC, apresentando estudos e projetos previamente existentes que possam enriquecer o debate e contribuir para a formulação e consolidação dos diagnósticos, prognósticos, programas e projetos que integram o plano. A Comissão Técnica também

avaliou os subprodutos gerados no processo de elaboração, emitindo pareceres opinativos quando solicitada. Outro papel fundamental da Comissão Técnica foi promover a disseminação e integração dos temas debatidos no âmbito do Grupo de Trabalho do Plano de Adaptação (GT-Plano de Adaptação) em suas respectivas instituições, garantindo maior capilaridade e internalização das discussões. Por fim, os membros da comissão representam suas instituições nas tomadas de decisão ligadas às atividades do GT-Plano de Adaptação, assegurando que o desenvolvimento do plano seja respaldado por uma base institucional sólida e alinhada.

Tabela 1. Recursos destinados às ações com mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Orçamento Climático do Projeto da Lei Orçamentária Anual 2025 do ES.

Despesas	Montante de recursos
Defesa Civil	R$ 78.416.473
Preservação e Conservação Ambiental	R$ 54.900.004
Controle Ambiental	R$ 7.939.670
Recuperação de Áreas Degradadas	R$ 6.426.639
Recursos Hídricos	R$ 23.301.396
Agropecuária	R$ 15.724.229
Infraestrutura Rodoviária	R$ 64.106.000
Fundo Cidades	R$ 105.962.317
Recursos Humanos e Gestão Administrativa	R$ 86.216.706
Total	R$ 626.744.708

Com base na experiência exitosa de construção do Plano de Neutralização das Emissões de GEE do ES, o GT-Plano de Adaptação optou pela realização de um projeto de pesquisa financiado pela FAPES, desenvolvido por pesquisadores da academia com a colaboração de servidores das secretarias de Estado afetas ao tema, que incluísse dinâmicas de participação dos órgãos governamentais envolvidos direta ou indiretamente com o tema. A execução conjunta entre cientistas e servidores do Estado visa integrar conhecimento técnico e científico atualizado e praticidade e viabilidade das medidas dentro do contexto político e administrativo do Estado, garantindo a apropriação do conhecimento pelo governo estadual e a transformação desse conhecimento em políticas públicas de longo prazo, para além dos mandatos dos governantes.

Durante a construção do Plano, os cientistas e servidores contam com um Grupo de Sustentação que têm a responsabilidade de contribuir com sugestões, correções e validações das informações apresentadas trazendo a visão estratégica dos grupos ou instituições que representam. Este grupo é composto por representantes de prefeituras,

setor privado e sociedade civil organizada, que atuou propondo correções, priorizações e validações sucessivas ao longo de todo o processo. A metodologia e princípios fundamentais de construção do Plano são apresentados no Capítulo 2.

Tabela 2. Composição do GT-Plano de Adaptação. Fonte: Decreto Estadual Nº 5.657/2024.

Núcleo de Coordenação	Comissão Técnica
• Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA; • Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil – CEPDEC; • Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN; • Secretaria de Estado de Economia e Planejamento – SEP; • Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES.	• Agência Estadual de Recursos Hídricos - AGERH; • Departamento de Edificações e Rodovias - DER; • Secretaria de Estado da Saúde -SESA; • Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social - SETADES; • Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG; • Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER; • Secretaria de Estado de Desenvolvimento do Espírito Santo – SEDES; • Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo – ARS.

1.2. PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO ESPÍRITO SANTO

O objetivo principal do PEAMC é organizar e integrar esforços, políticas, programas e ações de adaptação em curso, ao mesmo tempo em que identifica lacunas e necessidades para fortalecer a resiliência do Estado diante dos impactos climáticos. Para isso, o Plano estabelece um arranjo de governança com mecanismos de Monitoramento e Avaliação (M&A) e promove uma análise detalhada de programas, políticas e dados existentes, possibilitando reconhecer oportunidades de aprimoramento e, a partir delas, definir ações estratégicas capazes de ampliar a capacidade adaptativa do Espírito Santo.

A elaboração do PEAMC oferece uma base técnica para políticas públicas orientadas por evidências, integrando a agenda climática a planos de desenvolvimento urbano, gestão de recursos naturais e demais instrumentos setoriais. Como a adaptação depende da coordenação com iniciativas já em andamento em saúde, urbanismo, agropecuária, segurança hídrica, proteção e defesa civil e biodiversidade, o Plano articula medidas transversais e intersetoriais para garantir coerência, sinergias e continuidade de serviços

essenciais em face de eventos extremos. Esse desenho também mobiliza governo, setor privado e sociedade civil organizada, reforçando colaboração, apoio institucional e participação informada, com ações de educação e sensibilização e a indicação de fontes de financiamento adequadas à implementação.

Em 2024, a Lei nº 14.904 estabeleceu diretrizes nacionais para planos de adaptação, e o PEAMC está materialmente alinhado a elas ao priorizar a identificação de riscos, a redução de vulnerabilidades e a orientação de investimentos com base em critérios de risco e impacto social, considerando recortes territoriais e populacionais. As medidas de governança e monitoramento, como a estrutura de M&A e o mapeamento e zoneamento de riscos, a priorização de recursos em fundos e programas voltados a projetos em territórios mais carentes e a agenda de financiamento por instrumentos econômicos e socioambientais respondem diretamente às diretrizes de gestão do risco e de coordenação de investimentos. O Plano promove a integração entre adaptação e mitigação, incorpora soluções baseadas na natureza em áreas urbanas e costeiras, como infraestruturas verde e azul, recuperação de dunas e manguezais e sistemas de drenagem sustentável, fortalece a segurança e a infraestrutura hídrica com ações de diagnóstico, obras e operação resiliente e amplia a capacidade de prevenção e resposta a desastres mediante aprimoramento de centros de previsão, redes de monitoramento, sistemas de mapeamento e alerta e suporte humanitário. O documento também estimula pesquisa, desenvolvimento, inovação e capacitação setorial, promove práticas agropecuárias sustentáveis, incentiva a cooperação intermunicipal e consolida uma governança inclusiva, com participação social, avaliação periódica, metas e indicadores que permitem acompanhar resultados e reorientar ações quando necessário.

Um dos pilares centrais do PEAMC é a incorporação do conceito de justiça climática, reconhecendo que os impactos e as responsabilidades pela mudança do clima são desiguais e, por isso, as respostas públicas devem integrar equidade e direitos humanos, protegendo vida, água, alimentação, moradia e saúde e impondo a governos o dever de prevenir danos e reparar comunidades afetadas, sobretudo as mais vulneráveis (TCU, 2025). Isso parte do reconhecimento de “responsabilidades comuns, porém diferenciadas” e do fato de que grupos que menos contribuíram para o problema sofrem, em geral, as consequências mais graves; logo, políticas devem assegurar participação e proteção especial, com acesso a recursos, tecnologias e medidas ajustadas às necessidades de populações de baixa renda, comunidades tradicionais, povos indígenas, pequenos agricultores, mulheres, crianças e idosos (TCU, 2025).

Desta forma, o PEAMC demonstra alinhamento material ao propor ações e medidas que incorporam a alocação de recursos conforme risco e vulnerabilidade, direcionando investimentos para territórios e populações mais expostas. A inclusão social e a proteção de comunidades em áreas de risco orientam iniciativas de habitação segura e proteção social emergencial. O reforço da vigilância em saúde, da capacidade de resposta a

emergências e da continuidade de serviços durante ondas de calor, enchentes e surtos climato-sensíveis evidencia a prioridade dada aos grupos vulneráveis. No território, soluções baseadas na natureza e infraestrutura verde e azul, especialmente em periferias e zonas costeiras, contribuem para reduzir ilhas de calor, alagamentos e erosão, enquanto sistemas de mapeamento, monitoramento e alerta, associados à redução do risco de enxurradas e inundações, ampliam a proteção preventiva. O apoio direto aos municípios e consórcios, aliado à estabilidade de equipes e ao fortalecimento da Defesa Civil, expande capacidades locais e promove corresponsabilidade na tomada de decisão. A recuperação de áreas degradadas e o combate à desertificação reduzem exposições históricas e fortalecem a resiliência ecológica. Esse conjunto de ações é sustentado por uma governança participativa, por metas e indicadores passíveis de desagregação territorial e social e por ciclos regulares de monitoramento e avaliação, garantindo que os benefícios e encargos da adaptação sejam distribuídos de maneira justa, transparente e verificável.

Em síntese, o PEAMC é um processo colaborativo e dinâmico que avalia vulnerabilidades, define objetivos, integra setores, engaja partes interessadas, estrutura financiamento e promove educação e capacitação, preparando o Espírito Santo para enfrentar incertezas climáticas e avançar em resiliência e sustentabilidade.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este documento está estruturado em cinco capítulos. Após este capítulo introdutório, o Capítulo 2 descreve o processo de construção do plano, detalhando os eixos temáticos, a organização das equipes de trabalho, a abordagem de planejamento estratégico adotada, abordando o mecanismo de identificação das ações e medidas necessárias, bem como os aspectos relacionados à participação dos diversos setores do governo, especialistas e representantes da sociedade.

O Capítulo 3 discute as mudanças climáticas e seus potenciais efeitos no Estado, trazendo projeções climáticas e cenários futuros, além de analisar impactos por setor (proteção e defesa civil, recursos hídricos, agricultura, saúde, infraestrutura e cidades) e apresentar um conjunto de indicadores com suas dimensões e componentes, para apoiar diagnóstico e priorização. O Capítulo 4 reúne as grandes metas que expressam os objetivos estratégicos de transformação até 2035 e orientam prioridades, pactuação e alocação de recursos. O Capítulo 5 apresenta as ações necessárias, desdobrando-as em medidas e indicadores para viabilizar a implementação.

Finalmente, o Capítulo 6 consolida o sistema de governança para as ações de adaptação, explicando a arquitetura de monitoramento e avaliação, as instâncias e suas competências (Comissão de Acompanhamento, PCMC e FCMC) e os procedimentos operacionais de governança, incluindo acompanhamento da execução, revisões periódicas do plano, acompanhamento do orçamento climático e da evolução anual dos indicadores de resiliência.



Foto: CEPDEC/ES

2

CONSTRUÇÃO DO PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO ES

O Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES constitui uma política sustentada por uma estrutura de governança, com procedimentos de gestão e mecanismos de financiamento estabelecidos. Essa estrutura permite integrar de forma eficaz os diversos esforços de gestão existentes, ajustando-os às particularidades do Estado.

O desenvolvimento e a implementação de políticas, estratégias e ações de adaptação são estruturadas a partir de 4 princípios norteadores (Lim & Spanger-Siegfried, 2004):

i. Formulação de estratégias para enfrentar os atuais impactos causados pelas mudanças climáticas, focando inicialmente na variabilidade climática de curto prazo e nos eventos extremos. Esse princípio serve como ponto de partida para reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas de longo prazo, pois as decisões de adaptação são orientadas pelas prioridades presentes, o que fortalece a resiliência para o futuro.
ii. Planejamento de políticas de desenvolvimento mais amplas voltadas à mitigação gradual dos potenciais impactos associados às mudanças no clima. Essa integração visa promover a transformação de projetos isolados em processos abrangentes de política e planejamento. Ou seja, efetuar o planejamento de políticas mais amplas para lidar com as tendências de médio e longo prazo. Isso garante que os esforços de adaptação não sejam apenas eficazes, mas também sustentáveis e alinhados aos objetivos de desenvolvimento mais amplos.
iii. Abordagem em múltiplos níveis, desde escalas locais até nacionais. As estratégias municipais e comunitárias de gestão de riscos são complementares às políticas nacionais e estaduais de adaptação.
iv. Engajamento das partes interessadas. Esse princípio é fundamental para garantir que as estratégias sejam inclusivas e eficazmente implementadas.

Dessa forma, a construção do PEAMC tem como ponto de partida os impactos atuais já identificados e incorpora planejamentos de médio e longo prazo para promover um avanço gradual em direção à resiliência climática e à sustentabilidade. Esse processo precisa incorporar os esforços já realizados desde as escalas nacionais até as municipais e a participação da sociedade para assegurar a consistência e representatividade das ações e políticas públicas implementadas. Essa arquitetura também deve prever interfaces com ações, marcos e fontes de financiamento internacionais.

Existem diversos textos com metodologias ou diretrizes para apoiar a construção de planos de adaptação, entre outros Lim & Spanger-Siegfried (2004), OCDE (2009), UNISDR (2017) e Wehbe et al. (2024). Essas metodologias normalmente são descritas como ciclos de melhoria contínua, ancorados nos princípios de PDCA (*Plan-Do-Check-Act* ou Planejar-Executar-Verificar-Agir/Ajustar). O ciclo PDCA, amplamente utilizado na gestão de qualidade e melhoria contínua em diferentes setores, mostra-se especialmente útil em contextos que exigem adaptação e aperfeiçoamento constante. Para elaboração de planos regionais de adaptação às mudanças climáticas, o ciclo PDCA pode ser representado pelas seguintes etapas (Wehbe et al., 2024):

1. Iniciar e Preparar: A primeira etapa estabelece uma base sólida para o processo, incluindo definição de escopo e objetivos, identificação de atores e partes interessadas, e alocação de recursos necessários. Também se define uma estrutura de governança para garantir a coordenação e o envolvimento de todos os setores relevantes.
2. Avaliar Vulnerabilidades e Riscos Climáticos: Nesta etapa, as regiões devem avaliar as vulnerabilidades e os riscos específicos associados às mudanças climáticas, considerando cenários futuros. Envolve a análise de dados climáticos e socioeconômicos para identificar setores, populações e áreas geográficas mais suscetíveis aos impactos, como enchentes, secas e ondas de calor.
3. Identificar e Priorizar Opções de Adaptação: Após a avaliação de riscos, é hora de identificar e priorizar ações e medidas de adaptação que possam reduzir as vulnerabilidades identificadas. As ações medidas devem ser classificadas com base em critérios como, por exemplo, custo-benefício, eficácia, viabilidade e impacto a longo prazo. O objetivo é priorizar soluções que maximizem a resiliência e que sejam economicamente viáveis.
4. Desenvolver o Plano de Adaptação: Nesta etapa, as ações e medidas de adaptação escolhidas são organizadas em um plano estruturado, com metas e prazos definidos. O plano deve incluir responsabilidades, cronogramas e os recursos financeiros e técnicos necessários para a implementação das ações e medidas priorizadas. Além disso, são definidos indicadores para monitorar o progresso e avaliar o sucesso das ações.

5. Implementar o Plano de Adaptação: Com o plano finalizado, inicia-se a implementação das medidas de adaptação. Essa etapa envolve a mobilização de recursos, a coordenação entre setores e a comunicação constante com as partes interessadas. A implementação deve ser flexível para ajustes conforme necessário e deve seguir as diretrizes estabelecidas no planejamento.
6. Monitorar, Avaliar e Revisar: Após a execução das medidas, o plano de adaptação deve ser continuamente monitorado e avaliado para garantir que as medidas implementadas estejam cumprindo seus objetivos. Essa etapa inclui a coleta de dados e a análise dos resultados com base nos indicadores previamente definidos. A revisão periódica permite que o plano seja ajustado para incorporar novas informações, tecnologias e mudanças nas projeções climáticas, assegurando sua relevância e eficácia ao longo do tempo.

Os itens 1, 2, 3 e 4 são referentes à etapa de planejamento, o item 5 é referente à etapa de execução e o item 6 é referente às etapas de monitoramento, avaliação e ajuste.

Entretanto, é importante destacar que o Espírito Santo já está implementando uma série de esforços e políticas públicas voltadas ao aumento da resiliência climática. Assim, o principal objetivo do PEAMC é integrar as iniciativas, políticas, programas e ações de adaptação em andamento, além de identificar lacunas e necessidades que possam fortalecer ainda mais a resiliência do Espírito Santo frente às mudanças climáticas. Desta forma, as metodologias ou diretrizes existentes para apoiar a construção de planos de adaptação (Lim & Spanger-Siegfried, 2004; Wehbe et al., 2024; OCDE, 2009; UNISDR, 2017) podem servir como guia para a integração dos esforços e políticas em andamento e a identificação de lacunas. Essas metodologias podem ser utilizadas como um roteiro ou *check-list* para verificar se as iniciativas, políticas, programas e ações de adaptação existentes cumprem integralmente os objetivos previstos e identificar novas ações e medidas necessárias para ampliar a capacidade de adaptação e resiliência do Estado. Neste trabalho, pretende-se utilizar o roteiro proposto pela Agência Executiva Europeia para o Clima, Infraestrutura e Meio Ambiente (*European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency - CINEA*), denominado *Regional Adaptation Support* Tool (RAST) (Wehbe et al., 2024).

A ferramenta RAST foi desenvolvida para apoiar as autoridades locais e regionais na elaboração de estratégias e planos de adaptação às mudanças climáticas, abrangendo desde o desenvolvimento e implementação até o monitoramento, avaliação e atualização desses planos. A ferramenta oferece orientações práticas divididas em 6 etapas, alinhadas às principais características dos processos de políticas de adaptação climática (Figura 2). Flexível e iterativa, a RAST adapta-se ao estágio em que se encontra o processo de formulação de políticas das autoridades municipal, estadual e nacional, bem como ao contexto específico de cada localidade para a qual o plano está sendo desenvolvido. Independentemente de estarem começando do zero ou já estando em fases mais

avançadas, as autoridades encontram orientações para as etapas que melhor atendem às suas necessidades.

Os passos da metodologia RAST permitem a integração de programas e políticas já existentes, a identificação de oportunidades de aprimoramento e proposição de novas iniciativas para implementação de estratégias de adaptação e aumento da resiliência climática a curto, médio e longo prazo.



Figura 2. Representação esquemática do ciclo contínuo de melhoria da resiliência baseado na metodologia RAST. Fonte: adaptado de Wehbe et al. (2024).

Em cada um dos 6 passos da RAST, são identificadas as ações e medidas necessárias para a implementação do Plano de Adaptação. Por exemplo, no âmbito do Passo 2, é necessário explicitar quais ações e medidas são necessárias para que o Estado implemente uma avaliação contínua de riscos e vulnerabilidades climáticas, em nível estadual e municipal. Ou no âmbito dos Passos 3 e 4, explicitar quais ações e medidas são necessárias para implementar um sistema de identificação, seleção e priorização de opções de adaptação para os riscos climáticos identificados, descrevendo os procedimentos envolvidos, responsabilidades e/ou requisitos necessários.

2.1. EIXOS TEMÁTICOS

O Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES (PEAMC) foi elaborado a partir do trabalho conjunto entre pesquisadores acadêmicos e servidores do Estado a fim de garantir a incorporação de conhecimentos atualizados e alinhados ao Estado da arte na temática de interesse sua aplicação direta nas atividades da gestão pública. Conforme citado anteriormente, os cientistas fornecem conhecimento técnico e científico atualizado, fundamentando o plano em dados robustos e nas últimas pesquisas científicas. Sua expertise é crucial para identificar vulnerabilidades, projetar cenários climáticos futuros e desenvolver estratégias eficazes com vistas à adaptação (Pacchetti et al, 2021). O trabalho conjunto com servidores públicos assegura que as medidas propostas sejam práticas e viáveis dentro do contexto político e administrativo do Estado, garantindo a apropriação do conhecimento pelo Governo Estadual e a transformação desse conhecimento em políticas públicas de longo prazo, para além dos mandatos dos governantes. As prioridades e percepções dos servidores públicos são fundamentais para o sucesso da elaboração do Plano (Biswas & Rahman, 2023). Esse processo de construção conjunta permite que os servidores estaduais participem ativamente da formulação do plano, garantindo não apenas a sua viabilidade no contexto político e administrativo, mas também a transferência efetiva de conhecimento para a administração pública. Isso significa capacitar diretamente os servidores e gestores que serão responsáveis pela implementação das ações, fortalecendo a apropriação institucional. Dessa forma, o plano assegura que as políticas propostas sejam fundamentadas em ciência sólida e, ao mesmo tempo, ajustadas às realidades locais.

O PEAMC adota como referência as diretrizes da metodologia RAST, estruturando-se em seis eixos temáticos de adaptação: proteção e defesa civil, recursos hídricos, saúde, cidades, agropecuária e silvicultura, e infraestrutura (Figura 3). Em cada eixo, é realizada uma análise da capacidade das políticas públicas frente aos desafios climáticos, à luz dessas diretrizes. Essa abordagem possibilita que a governança, a gestão e o financiamento contemplem as especificidades de cada setor, ao mesmo tempo em que asseguram a integração entre os diferentes eixos, promovendo coerência e complementaridade nas ações de adaptação.



Figura 3. Eixos temáticos do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES.

2.2. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

A construção do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES está baseada na abordagem de planejamento estratégico. Nessa abordagem, as fases de diagnóstico e planejamento são fundamentais e interdependentes, especialmente em contextos complexos como a adaptação às mudanças climáticas. A Figura 4 apresenta uma representação do fluxograma das etapas do processo de construção do Plano.

O planejamento estratégico inicia com a fase de diagnóstico para avaliar o contexto atual da região para cada eixo de adaptação. Na fase de diagnóstico, o processo começa pela identificação dos cenários climáticos futuros para o Estado (Etapa 1), seguida pela análise dos potenciais efeitos das mudanças climáticas (Etapa 2). Essas informações subsidiam a aplicação da análise SWOT (Etapa 3), que examina os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças relacionados à adaptação climática. Esse diagnóstico fornece a base técnica e institucional necessária para a etapa seguinte. Na fase de planejamento, os resultados da SWOT orientam a definição dos Desafios Estratégicos (Etapa 4), que representam as barreiras prioritárias a serem superadas. A partir deles, são formuladas as Ações Estratégicas (Etapa 5), que se desdobram em Medidas Estratégicas (Etapa 6). Cada

medida é detalhada em Planos de Trabalho (Etapa 7), compostos por atividades específicas, indicadores e metas, definição de recursos necessários, responsáveis e cronogramas. Esses planos de trabalho contam sempre com uma secretaria ou órgão líder e secretarias ou órgãos associados, que compartilham a responsabilidade de execução. Além disso, o fluxograma destaca a transversalidade entre os eixos de adaptação, evidenciando que as ações propostas não atuam isoladamente em um único setor, mas frequentemente geram impactos positivos simultâneos em áreas como defesa civil, recursos hídricos, cidades, infraestrutura, saúde e agricultura.

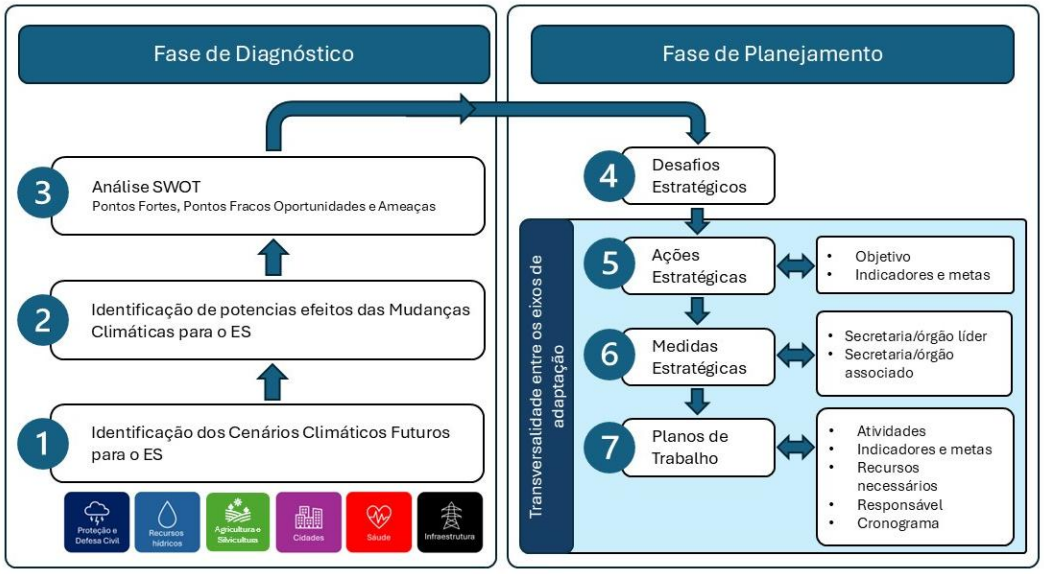


Figura 4. Fluxograma do planejamento estratégico para elaboração do PEAMC incluindo as fases diagnóstico e planejamento.

2.2.1. FASE DIAGNÓSTICO

No contexto de um plano de adaptação às mudanças climáticas, a fase de diagnóstico inclui quatro componentes:

- **Identificação de potenciais efeitos e riscos climáticos**: Um aspecto central do diagnóstico para adaptação climática é a identificação detalhada das ameaças associados às mudanças climáticas e das vulnerabilidades das populações expostas. Isso inclui não apenas a análise de como os eventos climáticos extremos podem impactar a infraestrutura física e os setores econômicos, mas também como as comunidades locais são afetadas em termos de saúde, segurança alimentar e qualidade de vida.
- **Análise interna (capacidades e vulnerabilidades):** Neste quesito são examinadas as características internas da região ou comunidade que está sendo planejada. Isso envolve identificar as capacidades existentes que podem ser aproveitadas para

apoiar ações de adaptação, como infraestruturas resilientes, conhecimento técnico e científico local, e programas de políticas ambientais já implementados. Também é crucial identificar as vulnerabilidades específicas aos impactos climáticos, como a dependência de setores econômicos sensíveis (agropecuária, pesca, turismo), infraestrutura precária, falta de sistemas de alerta e resposta a desastres, deficiências institucionais e desigualdades sociais que possam limitar a capacidade de implementar ações adaptativas.

- **Análise externa (fatores climáticos e contextuais):** Esta análise foca no ambiente externo que influencia a região ou comunidade e inclui uma avaliação dos potenciais impactos associados às mudanças climáticas, como elevação do nível do mar, aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos (ondas de calor, tempestades, secas), mudanças nos padrões de precipitação, entre outros. Além disso, é importante considerar fatores socioeconômicos, políticos e tecnológicos que podem influenciar as respostas de adaptação, como políticas nacionais de mudanças climáticas, disponibilidade de financiamento para projetos de resiliência, avanços tecnológicos que podem ajudar na previsão e resposta a eventos climáticos, e possíveis mudanças nas regulamentações ambientais.
- **Consulta às partes interessadas:** Para um diagnóstico preciso, além de coletar dados climáticos históricos, projeções futuras e informações socioeconômicas, é necessário envolver as partes interessadas, como governos locais, comunidades afetadas, ONGs, setor privado e especialistas técnicos. Isso é essencial para entender as percepções locais sobre riscos climáticos e para garantir que o plano de adaptação seja inclusivo e reflita as necessidades e prioridades da população.

A combinação desses componentes é fundamental para oferecer uma visão abrangente e precisa do cenário atual. Neste trabalho, o componente “Identificação técnico-científica de vulnerabilidades e riscos climáticos” é realizado por especialistas acadêmicos das áreas relacionadas a cada eixo de adaptação, em conjunto com servidores das secretarias competentes. Já os componentes “análise interna” e “análise externa” são desenvolvidos por meio da metodologia SWOT, que avalia pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças da adaptação e da resiliência climática em cada eixo, tomando como base a identificação de vulnerabilidades, impactos e riscos realizada no Componente 1. Por fim, o componente “consulta às partes interessadas” é conduzido por meio de um processo de mobilização social e engajamento das partes interessadas, que assegura a participação de diferentes segmentos da sociedade, incluindo setor produtivo, sociedade civil e representantes dos governos federal e municipais. Esse procedimento será detalhado na Seção 2.3.

A análise SWOT (do inglês *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) é uma ferramenta estratégica que ajuda a organizar informações internas e externas de forma

estruturada. No contexto de um Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas, ela se torna particularmente útil porque permite cruzar o diagnóstico científico e institucional com a realidade socioeconômica e ambiental do território.

- **Forças (*Strengths*):** São as capacidades já existentes que favorecem a adaptação climática. Em um plano estadual, podem incluir políticas públicas consolidadas (como planos de defesa civil e recursos hídricos), instituições técnicas fortes, universidades e centros de pesquisa atuantes, fundos ambientais em funcionamento e uma rede de municípios já mobilizados em torno de agendas de sustentabilidade. Essas forças indicam onde o Estado pode apoiar e escalar ações rapidamente.
- **Fraquezas (*Weaknesses*):** São as limitações internas que reduzem a capacidade de resposta. No caso da adaptação climática, podem aparecer como baixa integração entre secretarias, insuficiência de dados climáticos em escala local, escassez de equipes técnicas nos municípios, dificuldades de fiscalização territorial e baixa capacidade de investimentos de longo prazo. Essas fraquezas apontam para lacunas que precisam ser priorizadas em medidas estruturantes.
- **Oportunidades (*Opportunities*):** Referem-se aos fatores externos que podem ser aproveitados para ampliar a resiliência. No Espírito Santo, por exemplo, podem incluir a disponibilidade de financiamento climático internacional, a existência da Lei nº 14.904/2024 que obriga planos de adaptação, avanços tecnológicos em monitoramento climático, cooperação com instituições acadêmicas internacionais ou a possibilidade de captação de financiamento federal ou internacional. Incorporar essas oportunidades ajuda o plano a se alinhar com tendências globais e captar recursos estratégicos.
- **Ameaças (*Threats*):** São fatores externos que podem comprometer a adaptação se não forem considerados. Isso envolve, por exemplo, a intensificação de eventos extremos (secas, enchentes, ondas de calor), aumento do nível do mar, desigualdades sociais que agravam vulnerabilidades, instabilidades políticas ou econômicas que dificultam a continuidade de políticas públicas e a competição por recursos entre setores (água para indústria, agricultura e abastecimento humano).

Ao aplicar a matriz SWOT em cada eixo temático (recursos hídricos, saúde, cidades, agropecuária, infraestrutura e defesa civil), o plano consegue cruzar vulnerabilidades científicas e institucionais com o contexto socioeconômico. Isso permite definir Desafios Estratégicos (as principais barreiras a superar) e, a partir deles, Ações Estratégicas concretas que fortalecem as forças existentes, corrigem fraquezas, aproveitam oportunidades e minimizam ameaças. Assim, a análise SWOT funciona como a ponte entre o diagnóstico climático (identificação de riscos e vulnerabilidades) e a definição de prioridades estratégicas que orientam o PAMCES até 2035.

2.2.2. FASE PLANEJAMENTO

As Ações Estratégicas constituem o núcleo do Plano, pois respondem diretamente aos Desafios Estratégicos identificados. Muitas vezes, uma Ação pode se relacionar a mais de um eixo de adaptação, gerando impactos positivos em diferentes áreas. Por exemplo, iniciativas voltadas a recursos hídricos podem contribuir simultaneamente para fortalecer a defesa civil, apoiar a agricultura, ampliar a resiliência da infraestrutura e melhorar as condições nas cidades. Nessas situações, as ações estratégicas são classificadas como transversais, por envolverem múltiplos setores e demandarem cooperação entre diferentes secretarias e órgãos do governo.

Cada Ação Estratégica é desdobrada em Medidas Estratégicas, que definem caminhos específicos para sua implementação. Cada medida é atribuída a uma secretaria de Estado líder, responsável pela coordenação de sua execução, e conta com o apoio de secretarias e órgãos associados, que atuam como parceiros e corresponsáveis. Além disso, cada medida possui um prazo definido e está vinculada a um plano de trabalho, que organiza e detalha as atividades necessárias para alcançar os resultados esperados.

O plano de trabalho organiza as medidas em atividades específicas, ou seja, tarefas práticas que devem ser realizadas para alcançar os objetivos estabelecidos. Essas atividades são o nível mais operacional do Plano.

Para cada atividade, são definidos:

- Metas e indicadores, que permitem acompanhar e avaliar o progresso;
- Recursos necessários, financeiros, humanos e institucionais, para viabilizar a execução;
- Responsável direto, que pode ser um setor, equipe ou gestor específico;
- Cronograma, estabelecendo os prazos e etapas para cumprimento.

2.2.3. INDICADORES E METAS

A definição de indicadores e metas em um plano estratégico é um elemento central para que as intenções formuladas no planejamento se convertam em resultados concretos e verificáveis, que permitem medir o avanço das ações e avaliar se os objetivos definidos estão sendo atingidos.

> **Indicadores** são medidas quantitativas ou qualitativas usadas para acompanhar o desempenho de uma ação, programa ou política. Eles funcionam como parâmetros objetivos para mostrar se há progresso em direção aos resultados esperados. Um indicador deve ser mensurável, relevante e comparável ao longo do tempo. Por exemplo, em um plano de adaptação climática, pode-se usar o “número de municípios com plano de redução de riscos implementado” como indicador.

Metas, por sua vez, são os valores ou resultados específicos que se deseja alcançar em um período de tempo definido, tendo como base os indicadores. Elas expressam o grau de mudança esperado e delimitam o esforço a ser feito. Assim, se o indicador é "número de municípios com plano de redução de riscos implementado", a meta poderia ser "atingir 78 municípios até 2035".

Os indicadores mostram o que será medido, enquanto as metas definem quanto deve ser alcançado e em que prazo. Essa combinação permite não apenas monitorar o andamento do plano, mas também orientar ajustes e garantir transparência e responsabilização na execução.

No contexto do PEAMC, a definição de indicadores e metas assume papel ainda mais estratégico porque permite transformar o esforço de planejamento em resultados concretos que fortalecem a resiliência climática do Estado. Os indicadores funcionam como instrumentos técnicos que permitem acompanhar, de forma objetiva e mensurável, se as ações de adaptação estão avançando e se estão de fato reduzindo vulnerabilidades, protegendo populações em risco e garantindo a continuidade de serviços essenciais diante de eventos extremos. Já as metas, ao quantificar os resultados esperados até 2035, traduzem a ambição do Plano em marcos claros que servem de referência para toda a administração pública estadual e para os parceiros envolvidos.

Dessa forma, o ciclo de monitoramento e avaliação (M&A) do PEAMC é baseado em dois tipos de indicadores:

- **Indicadores de execução:** São aqueles que medem o andamento da implementação das atividades previstas. Estão ligados ao esforço realizado e ao cumprimento de etapas do processo, como o número de treinamentos oferecidos, quantidade de planos elaborados, volume de recursos aplicados ou extensão de obras concluídas. Por exemplo, no eixo de saúde, um indicador de execução poderia ser o percentual de municípios que atualizaram anualmente seus planos de contingência de arboviroses. No eixo de recursos hídricos, poderia ser o número de barragens monitoradas com sistemas de alerta instalados. Em resumo, eles respondem à pergunta: *o que já foi feito para colocar a medida em prática?*
- **Indicadores de resultado:** Por sua vez, os indicadores de resultado medem os efeitos concretos das ações implementadas sobre a redução de vulnerabilidades e o aumento da resiliência climática. Eles não se limitam a verificar se uma atividade foi executada, mas se ela gerou impacto na realidade. Por exemplo, em saúde, um indicador de resultado poderia ser a redução na taxa de incidência de dengue em municípios prioritários. No eixo de defesa civil, poderia ser a diminuição do número de pessoas afetadas por inundações em áreas mapeadas como de risco alto. Assim, respondem à pergunta: *a ação implementada produziu as mudanças esperadas para a população e o território?*

A distinção é essencial porque muitas vezes um plano pode avançar bem em execução, mas ainda não alcançar plenamente os resultados pretendidos. Por exemplo, instalar sensores de monitoramento (execução) não garante, por si só, que a população será menos afetada por enchentes (resultado), a menos que esses dados sejam usados para gerar alertas eficazes e ações rápidas de resposta.

Neste contexto, o PEAMC utiliza os dois tipos de indicadores (execução e resultado) em 3 níveis de acompanhamento.

Grandes Metas do PEAMC: No nível mais abrangente, estão as Grandes Metas do PEAMC, que expressam as aspirações centrais do Plano até 2035. Para que possam ser monitoradas de forma transparente e verificável, essas metas são acompanhadas por indicadores de resultado, que demonstram se o Estado está efetivamente avançando em termos de resiliência climática, redução de vulnerabilidades e proteção das populações mais expostas. São indicadores de caráter agregado, que permitem comparações ao longo do tempo e servem como referência para avaliar a efetividade global do Plano.

Indicadores e metas para as Ações Estratégicas: O segundo nível corresponde às Ações Estratégicas, que respondem diretamente aos Desafios Estratégicos identificados na análise SWOT. Essas ações serão monitoradas principalmente por indicadores de resultado, embora alguns indicadores de execução também sejam considerados. Essa decisão tem um papel importante: garantir que cada ação seja avaliada em termos de impactos gerados e pela realização de atividades intermediárias. Assim, a análise se concentra nos efeitos que a ação provoca no território ou no sistema setorial em que está inserida. Por exemplo, uma ação de fortalecimento da defesa civil não será medida apenas pela realização de capacitações ou pela aquisição de equipamentos, mas pelos resultados alcançados, como o aumento do número de municípios com planos de contingência atualizados e testados.

Indicadores e metas para as Medidas Estratégicas: No nível mais detalhado estão as Medidas Estratégicas, que desdobram as ações em caminhos operacionais específicos. Nelas, predominam os indicadores de execução, pois são voltados a monitorar o cumprimento de atividades (capacitação de profissionais, obras executadas, sistemas instalados). Contudo, sempre que possível, também se estabelecem indicadores de resultado, especialmente quando a medida é diretamente mensurável em termos de impacto (como redução de internações por doenças climato-sensíveis ou número de famílias retiradas de áreas de risco). Esse

nível garante a rastreabilidade das metas até o cotidiano da gestão pública e fortalece a *accountability*[1] do Plano.

Assim, os três níveis de indicadores (Grandes Metas, Ações Estratégicas e Medidas Estratégicas) se articulam como camadas complementares do sistema de Monitoramento e Avaliação do PEAMC, assegurando coerência entre ambição estratégica e execução prática, além de permitir ajustes contínuos no percurso. A Tabela 3 sumariza os três níveis de indicadores e metas no PEAMC, destacando execução e resultado.

Tabela 3. Sumário comparativo com os três níveis de indicadores e metas no PEAMC, destacando execução e resultado.

Nível	Foco	Tipo de Indicador	Função no Sistema de M&A	Exemplo
Grandes Metas	Aspiracional (longo prazo, até 2035)	Resultado	Medir se o Estado alcança maior resiliência e redução de vulnerabilidades em termos amplos.	Reduzir em 30% o número de pessoas expostas a áreas de alto risco de inundações até 2035 (baseado no Atlas de Desastres MDR).
Ações Estratégicas	Estratégico (responder aos Desafios Estratégicos)	Resultado	Avaliar os impactos das ações sobre setores, territórios ou populações específicas.	Aumentar para 100% o número de municípios com planos de contingência validados e testados até 2030.
Medidas Estratégicas	Operacional (cumprimento de atividades)	Execução	Verificar se as atividades previstas foram realizadas, dentro dos prazos e com os recursos definidos.	Número de profissionais de saúde capacitados em resposta a emergências climáticas (meta: 2.000 até 2027).

2.3. ESTRUTURA DE MOBILIZAÇÃO SOCIAL E ENVOLVIMENTO DAS PARTES INTERESSADAS

A participação das partes interessadas (*stakeholders*) é um componente essencial para que o Plano de Adaptação seja inclusivo e reflita as necessidades e prioridades da população,

[1] *Accountability* é a obrigação de gestores e instituições prestarem contas de suas ações, garantindo transparência, responsabilização e consequências, de modo a fortalecer a confiança e a legitimidade da governança (Rock, 2020).

incorporando as percepções locais sobre riscos climáticos. Nesse processo, é fundamental envolver governos locais, academia, comunidades afetadas, organizações da sociedade civil e setor privado.

No caso do PEAMC, a mobilização social e a envolvimento das partes interessadas foram estruturadas em dois níveis de participação. O primeiro nível corresponde à participação direta por meio do Grupo de Sustentação (GS), composto por representantes qualificados das secretarias e autarquias estaduais relacionadas aos eixos do Plano, além de prefeituras, setor privado, academia e sociedade civil organizada (Tabela 4). O segundo nível corresponde à participação da sociedade em geral, por meio de consulta pública, ampliando o alcance do processo e assegurando transparência.

É importante destacar que a participação das secretarias no GS ocorre em um nível hierárquico distinto da participação registrada nas etapas de diagnóstico e planejamento estratégico descritas anteriormente. Enquanto essas etapas contaram predominantemente com a atuação de servidores de nível técnico e/ou gerencial, a participação no GS se dá em uma esfera mais estratégica, envolvendo a alta direção das secretarias e órgãos estaduais. Assim, os membros do GS foram orientados a levar para debate não apenas as questões específicas de suas áreas, mas também aquelas relevantes para a liderança institucional, assegurando que a visão global de cada entidade estivesse refletida no processo.

De fato, todas as instituições que indicaram representantes ao GS foram instruídas a garantir que esses membros atuassem como porta-vozes qualificados, apresentando contribuições consistentes com o posicionamento de suas entidades. Cabia-lhes oferecer sugestões, correções e validações das estratégias e dados apresentados, além de trazer uma perspectiva estratégica alinhada às diretrizes institucionais. Nos casos em que os temas tratados exigissem discussões internas mais amplas, os representantes foram responsáveis por promover as consultas necessárias, de modo que as contribuições apresentadas fossem fiéis e consistentes.

O GS desempenhou o papel de instância de acompanhamento ao longo das fases de elaboração (diagnóstico e planejamento), fornecendo supervisão técnica e estratégica à equipe executora. Sua função foi acompanhar a construção do Plano, contribuir com ajustes e validações e trazer a visão estratégica das instituições representadas.

O processo de construção do PEAMC foi estruturado em estágios sucessivos de aprofundamento, nos quais versões progressivamente mais detalhadas do documento foram submetidas à análise das partes interessadas. A Figura 5 apresenta uma representação esquemática desse processo de redação e revisão, que resultou em cinco versões do Plano (quatro intermediárias e uma versão final).

Tabela 4. Composição do Grupo de Sustentação para construção do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES.

Governo federal
•Ministério do Meio-Ambiente (MMA)
Governo estadual
• Coordenação da Defesa Civil • Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) • Instituto Estadual de Meio-Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) • Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) • Companhia Espírito-santense de Saneamento (CESAN) • Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) • Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) • Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social (SETADES) • Departamento de Edificações e Rodovias (DER) • Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) • Secretaria de Estado do Governo (SEG) • Secretaria de Desenvolvimento (SEDES) • Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura (SEMOBI) • Agência de Regulação de Serviços Públicos - ES (ARSP-ES)
Governos municipais
• Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo (AMUNES)
Sociedade civil organizada
• ONG 1 - Participante do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas • ONG 2 - Participante do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas
Academia
• Representante 1 da academia no Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas • Representante 2 da academia no Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas
Setor Privado
• Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES) • Federação das Empresas de Transporte do Estado do Espírito Santo (FETRANSPORTES) • Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Espírito Santo (FAES)

A Versão I corresponde à consolidação inicial das etapas 1 a 6 da Figura 4. As etapas 1 e 2 (identificação dos cenários climáticos futuros e análise dos riscos e potenciais efeitos das mudanças climáticas) foram conduzidas por especialistas acadêmicos em parceria com servidores das secretarias competentes. As etapas 3 a 6 envolveram uma dinâmica com

participação do Ministério do Meio Ambiente e de 58 servidores de 16 secretarias e órgãos estaduais relacionados aos diferentes eixos de adaptação, como AGERH, ARSP-ES, CESAN, Defesa Civil, DER, IDAF, IEMA, IJSN, INCAPER, SEAG, SEDES, SEDURB, SEG, SEMOBI e SETADES. Posteriormente, reuniões adicionais permitiram identificar líderes e parceiros de cada medida e validar/refinar ações, medidas e objetivos. Essa primeira versão foi submetida ao GS para análise e validação, e as contribuições recebidas foram incorporadas, resultando na Versão II.

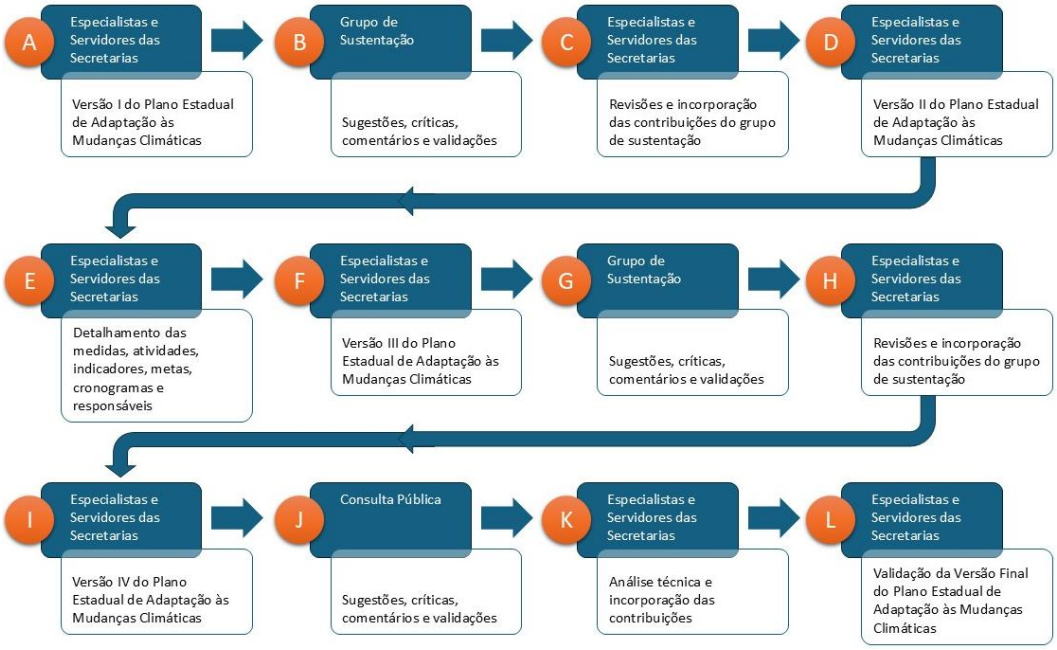


Figura 5. Processo de redação e revisão do PEAMC durante suas fases de elaboração.

A partir da Versão II, detalham-se as medidas estratégicas com a construção dos Planos de Trabalho, que descrevem atividades, indicadores, metas, cronogramas e responsáveis (Etapa 7 da Figura 4). Esse processo envolveu reuniões e dinâmicas entre secretarias líderes e associadas, mediadas pela Secretaria de Economia e Planejamento (SEP) com apoio de especialistas da academia. O resultado foi consolidado na Versão III, que, após nova rodada de apreciação pelo GS e incorporação de suas recomendações, deu origem à Versão IV.

Após essa etapa, o documento foi submetido à consulta pública, ampliando a participação social e permitindo a coleta de contribuições mais abrangentes. As sugestões recebidas foram analisadas e incorporadas ao texto, resultando na Versão Final do Plano. Essa versão foi validada técnica e politicamente pelo Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas, instância máxima de deliberação, que reúne representantes do poder público (Secretarias de Estado, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Coordenação Estadual de Proteção e Defesa Civil, Procuradoria-Geral do Estado, Assembleia Legislativa do Espírito Santo, Associação Nacional de Órgãos

Municipais de Meio Ambiente e Associação dos Municípios do Estado), do setor empresarial (Federação das Indústrias do Espírito Santo, Federação da Agricultura e Pecuária do Estado e Federação das Empresas de Transportes do Espírito Santo), da academia e do terceiro setor (Conselho Estadual de Meio Ambiente e Conselho Estadual de Recursos Hídricos, este último como representante direto da sociedade civil organizada).



Foto: CEPDEC/ES

3

MUDANÇAS CLIMÁTICAS: POTENCIAIS EFEITOS SOBRE O ESPÍRITO SANTO E SUA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO

Este capítulo apresenta uma análise sobre os riscos climáticos que afetam o território capixaba e a capacidade institucional, social e ambiental do Estado de responder a esses desafios. O conteúdo aborda inicialmente as projeções climáticas e os possíveis impactos de fenômenos extremos para o ES, como aumento da temperatura média, alterações nos regimes de precipitação, elevação do nível do mar, secas, enchentes e ondas de calor. Em seguida, o capítulo discute como esses efeitos podem repercutir em diferentes setores estratégicos, incluindo saúde pública, agricultura, recursos hídricos, infraestrutura urbana e energética. Também é apresentada uma avaliação sobre a vulnerabilidade social e territorial do Espírito Santo, destacando desigualdades que intensificam a exposição de comunidades específicas aos riscos climáticos. Por fim, o capítulo examina a capacidade de adaptação do Estado, analisando políticas, instrumentos de gestão, estruturas institucionais e recursos disponíveis, de modo a identificar tanto os avanços já conquistados quanto as lacunas que precisam ser superadas para o fortalecimento da resiliência climática.

3.1. PROJEÇÕES CLIMÁTICAS

As projeções climáticas futuras para o Espírito Santo constituem a base científica indispensável para compreender como as mudanças globais do clima podem se manifestar de forma específica no território capixaba. Essa análise permite antecipar tendências de aumento de temperatura, alterações no regime de chuvas, intensificação de eventos extremos e mudanças na disponibilidade hídrica, oferecendo evidências essenciais para a formulação de estratégias de adaptação. Mais do que um exercício técnico, trata-se de um insumo estratégico que orienta decisões de planejamento e políticas públicas, ao possibilitar a identificação de setores, regiões e populações mais vulneráveis, a priorização de investimentos e a estruturação de medidas de curto, médio e longo prazo. Dessa forma, o uso de projeções regionais garante que o Plano Estadual de

Adaptação às Mudanças Climáticas (PEAMC) esteja fundamentado nas melhores evidências científicas disponíveis, promovendo maior robustez e efetividade na construção da resiliência climática do Estado.

As projeções apresentadas foram elaboradas a partir de modelos globais do CMIP6, selecionados com base em critérios de desempenho estatístico para o Brasil (Alves, 2023). Os dados foram ajustados e validados a partir do conjunto BR-DWGD (Xavier et al., 2022), que reúne observações meteorológicas interpoladas em alta resolução espacial. Para garantir consistência espacial e comparabilidade, os modelos foram interpolados para a mesma grade e submetidos à correção de viés pelo método delta aditivo (Maraun, 2016). Esse procedimento assegura maior confiabilidade às projeções de precipitação e temperatura, que fundamentam os indicadores e análises de vulnerabilidade e riscos climáticos do Estado. A descrição detalhada dessa metodologia encontra-se no Apêndice B.

3.1.1. TRAJETÓRIAS POSSÍVEIS PARA DIFERENTES FUTUROS

Existem múltiplos caminhos de mitigação que provavelmente poderão limitar o aquecimento a menos de 2°C em relação aos níveis pré-industriais (1850-1900). Esses caminhos exigiriam reduções substanciais de emissões nas próximas décadas e emissões quase zero de CO_2 e outros GEE de longa duração até o final do século. Implementar tais reduções apresenta desafios tecnológicos, econômicos, sociais e institucionais significativos, que aumentam com atrasos na mitigação adicional e na indisponibilidade de tecnologias essenciais. Limitar o aquecimento a níveis mais baixos ou mais altos envolve desafios semelhantes, mas em diferentes escalas de tempo.

Para modelar e prever o clima futuro, é necessário fazer suposições sobre os aspectos econômicos, sociais e as mudanças físicas que influenciam as alterações climáticas. Os cenários denominados *Representative Concentration Pathways* ou Rotas de Concentração Representativa (RCPs)[2] são um conjunto de cenários amplamente utilizados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), desde o seu 5º Relatório em 2014 (IPCC, 2014), para explorar diferentes trajetórias futuras de emissões de GEE e suas consequências potenciais para as mudanças climáticas. Os cenários futuros de mudanças climáticas são projeções plausíveis das emissões futuras de GEE, baseadas em suposições coerentes e fisicamente consistentes sobre suas forçantes radiativas, sendo que cada

[2] Desenvolvido e proposto por van Vuuren et al. (2011) e primeiramente utilizado no 5º. Relatório de Avaliação do IPCC (AR5) em 2014.

cenário representa uma narrativa diferente do desenvolvimento econômico, demográfico, tecnológico e político.

As RCPs especificam as concentrações de GEE necessárias para provocar um aumento da forçante radiativa total até o ano de 2100, em comparação aos níveis pré-industriais.

A forçante radiativa total refere-se à diferença entre a radiação que entra e a que sai no topo da atmosfera terrestre. As metas da forçante radiativa para o ano de 2100 foram definidas em 2,6; 4,5; 6,0 e 8,5 Watts por metro quadrado (W/m²). Esses valores estão incorporados nos nomes das RCPs. Cada um desses caminhos resulta em diferentes faixas de aumento da temperatura média global ao longo do tempo. Os cenários **RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5** representam diferentes trajetórias possíveis de emissões de GEE, variando do caminho mais sustentável ao cenário de pior caso:

RCP 2.6 (Baixas emissões): Este é o cenário mais otimista e sustentável, representando trajetórias que levam a concentrações muito baixas de GEE. Caracterizado como um modelo de "pico e declínio", a forçante radiativa atinge cerca de 3,1 W/m² em meados do século e retorna para 2,6 W/m² até 2100. Para alcançar esses valores, é necessária uma redução significativa nas emissões de GEE e poluentes atmosféricos ao longo do tempo. De acordo com o IPCC, o RCP 2.6 requer a diminuição das emissões a partir de 2020, chegando a zero até o final do século.

RCP 4.5 (Estabilização de médias emissões): Este é um cenário intermediário de estabilização, no qual a forçante radiativa se estabiliza logo após 2100, sem atingir altos níveis de longo prazo. As emissões de GEE atingem seu pico por volta de 2040, começando a diminuir em seguida. Segundo o IPCC, o RCP 4.5 requer que as emissões de GEE comecem a cair por volta de 2045, alcançando aproximadamente metade dos níveis de 2050 até 2100. Esse cenário evita grandes picos futuros e busca uma estabilização gradual. O valor de 4,5 W/m² refere-se ao nível de forçante radiativa projetado nesse cenário para 2100.

RCP 6.0 (Estabilização de médias-altas emissões): Neste cenário, as emissões atingem o pico por volta de 2080 e começam a diminuir gradualmente. O RCP 6.0 é um cenário de estabilização que envolve uma taxa

Forçante radiativa

A forçante radiativa (ou forçante climático) é um parâmetro utilizado para quantificar uma alteração no equilíbrio de energia na atmosfera, ou seja, a diferença entre a quantidade de energia solar que a Terra recebe e a quantidade que ela emite de volta para o espaço. Vários fatores contribuem para a alteração da forçante radiativa, tais como a concentração de partículas e de gases com efeito estufa, o albedo da superfície e a irradiância solar.

A forçante radiativa é expressa em Watts por metro quadrado (W/m²).

Quando a forçante radiativa é positiva, significa que o sistema está recebendo mais energia do que está perdendo, o que leva ao aquecimento global. Por outro lado, uma forçante radiativa negativa indica que mais energia está sendo emitida do que recebida, resultando em resfriamento global.

relativamente alta de emissões de GEE, com a forçante radiativa estabilizando-se após 2100. Essa estabilização é alcançada por meio da aplicação de diversas tecnologias e estratégias para reduzir as emissões. O valor de 6,0 W/m² refere-se ao nível de forçante radiativa projetado para 2100 nesse cenário.

RCP 8.5 (Altas emissões): Este é o cenário mais pessimista, caracterizado por um aumento contínuo das emissões de GEE ao longo de todo o século XXI, levando a altas concentrações de GEE. No RCP 8.5, as emissões continuam a subir sem sinais de estabilização, sendo frequentemente considerado a base para cenários de mudanças climáticas de pior caso. Este modelo assume uma trajetória em que não são implementadas medidas significativas para reduzir as emissões, resultando em consequências climáticas severas. O valor de 8,5 W/m² refere-se ao nível de forçante radiativa projetado para 2100 neste cenário.

Os cenários RCPs permitem explorar diferentes trajetórias de aquecimento global e suas consequências. Esses cenários são fundamentais para a compreensão dos potenciais futuros climáticos e para auxiliar a formulação de políticas de mitigação e adaptação. As rotas das RCPs representam uma diversidade de resultados climáticos e não devem ser interpretadas como previsões ou recomendações políticas. Elas incorporam uma ampla gama de pressupostos sobre crescimento populacional, desenvolvimento econômico, inovação tecnológica e atitudes em relação à sustentabilidade social e ambiental. Cada caminho pode ser alcançado por combinações variadas desses pressupostos socioeconômicos. Neste capítulo, os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 são utilizados para análise das alterações climáticas no Espírito Santo resultantes das atividades humanas em escala global.

Posteriormente, foram introduzidos os *Shared Socio-economic Pathways* ou Caminhos Socioeconômicos Compartilhados (SSPs) propostos por O'Neill et al. (2014) como parte da versão mais recente do *Coupled Model Intercomparison Project* ou Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados (CMIP6) desenvolvido por Eyring et al. (2016) que se trata de uma iniciativa internacional que reúne modelos climáticos de diferentes instituições para avaliar e comparar suas simulações e projeções sobre o clima da Terra.

Os SSPs foram utilizados no Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC (IPCC, 2021; IPCC, 2022; IPCC, 2022b) e correspondem a cenários futuros que incorporam diferentes trajetórias de desenvolvimento socioeconômico global, considerando fatores como crescimento populacional, desenvolvimento econômico, urbanização e políticas tecnológicas e sociais. Os SSPs ajudam a compreender como diferentes contextos

socioeconômicos podem influenciar as emissões de GEE e a capacidade das sociedades de mitigá-las ou de se adaptar a elas. Os principais SSPs são:

SSP1: "Caminho do Desenvolvimento Sustentável" – Focado em crescimento econômico sustentável e adoção de tecnologias limpas.

SSP2: "Caminho Intermediário" – Um cenário que representa tendências moderadas de crescimento econômico e mudanças tecnológicas graduais.

SSP3: "Caminho Regionalmente Fragmentado" – Caracterizado por nacionalismo acentuado, crescimento lento e cooperação limitada entre países.

SSP4: "Desigualdade" – Um mundo marcado por desigualdade crescente, no qual alguns países e grupos têm acesso a tecnologia limpa, enquanto outros não.

SSP5: "Desenvolvimento Orientado ao Combustível Fóssil" – Um cenário de crescimento econômico rápido, impulsionado pelo uso contínuo de combustíveis fósseis.

Embora os RCPs e SSPs tenham sido desenvolvidos de forma independente, eles podem ser combinados para criar cenários integrados, proporcionando uma análise mais abrangente das possíveis trajetórias climáticas e suas implicações. Enquanto os RCPs se concentram nas concentrações de GEE, os SSPs fornecem o contexto socioeconômico que pode levar a diferentes níveis de emissões.

Por exemplo, um cenário SSP1-2.6 representa um mundo que segue um caminho de desenvolvimento sustentável, adotando políticas eficazes de mitigação que resultam em baixas emissões e aquecimento moderado, compatível com o cenário RCP2.6. Por outro lado, um SSP5-8.5 descreve um mundo orientado para o crescimento econômico impulsionado por combustíveis fósseis, levando a altas emissões e aquecimento significativo, equivalente ao cenário RCP8.5.

3.1.2. ÍNDICES CLIMÁTICOS UTILIZADOS PARA ANÁLISE DE CENÁRIOS FUTUROS

Neste documento, os cenários climatológicos futuros para o ES serão sumarizados com base em dados de temperatura máxima (TX), temperatura mínima (TN) e precipitação diária (RR). Esses dados foram incorporados a 5 índices climáticos, além da temperatura máxima diária no ano e da temperatura média anual.

- CDD: Número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano (dias). Esse índice reflete a duração de períodos de estiagem/seca.
- CWD: Número máximo de dias consecutivos com chuva no ano (dias). Esse índice reflete a duração de períodos chuvosos.
- PRCPTOT: Precipitação anual total dos dias úmidos (mm). Fornece a precipitação acumulada durante o ano.

- RX5day: Máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (mm). Precipitação acumulada em 5 dias, máxima ocorrida em um ano. É um indicador para possibilidade de deslizamento.
- RX1day: Máxima precipitação diária (mm). Indica precipitação de intensidade muito extrema podendo levar a inundações bruscas.

Esses índices foram desenvolvidos pelo *Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI) da Organização Mundial de Meteorologia com o objetivo de proporcionar uma visão uniforme sobre as mudanças observadas nos extremos de clima e tempo. O ETCCDI definiu um conjunto básico de índices descritivos de extremos que abrange características específicas, como frequência, amplitude e persistência. Esses índices são amplamente utilizados para quantificar as alterações climáticas e seus resultados são aplicados na previsão de variáveis de interesse, como mudança do nível do mar, vazão de bacias hidrográficas e a ocorrência de desastres naturais (WMO, 2009).

A seguir, são apresentadas as anomalias dos índices climáticos. Essas anomalias referem-se à diferença entre as condições projetadas para o futuro e o valor médio de uma variável climática em um período de referência. Neste relatório, a média histórica das variáveis climáticas entre 1975 e 2005 foi usada como período de referência. Por exemplo, uma anomalia de temperatura máxima de 2°C para um município entre 2020-2040 indica que a temperatura máxima média nesse período está 2°C acima da temperatura máxima média observada entre 1975 e 2005 para aquele local. Esses desvios podem incluir variações em temperaturas, precipitação e outros fatores meteorológicos, sendo comparados a médias históricas ou esperadas. As anomalias são fundamentais para compreender as mudanças climáticas, pois podem revelar tendências ou eventos extremos, como ondas de calor, secas ou inundações, ajudando na elaboração de estratégias de adaptação e mitigação.

3.1.3. CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS PARA O ES

A partir de modelos climáticos globais ajustados à realidade local, torna-se possível identificar tendências de aumento de temperatura, mudanças no regime de chuvas, intensificação de eventos extremos e elevação do nível do mar, oferecendo uma visão prospectiva dos riscos e vulnerabilidades climáticas no território capixaba. Essa abordagem permite antecipar desafios que afetam diretamente setores estratégicos — como recursos hídricos, agricultura, saúde, infraestrutura e zonas costeiras — e constitui a base para orientar o planejamento adaptativo do Estado. Ao considerar cenários contrastantes de emissões (SSP2-4.5 e SSP5-8.5), este estudo busca avaliar tanto caminhos mais moderados quanto projeções mais severas, fornecendo um espectro de possibilidades que reforça a importância de estratégias de adaptação robustas, flexíveis e sustentadas por evidências científicas. O cenário SSP2-4.5 é usualmente considerado como um cenário otimista e o cenário SSP5-8.5 é usualmente considerado como um cenário pessimista.

As Figura 6a e b apresentam as médias históricas de temperatura média anual e precipitação pluviométrica anual para o ES (média dos dados modelados de 1995 até 2014), que representam dados climatológicos de referência para analisar os efeitos das mudanças climáticas sobre a região. Pode-se observar que a região norte do Estado apresenta, historicamente, temperaturas medias maiores e precipitação pluviométrica média menores que a região sul do Estado. Além disso, o número de dias sem chuva (dias secos consecutivos – CDD) é maior no norte do Estado (Figura 6c). De fato, observa-se também que o CDD é menor para o interior do Estado do que para o litoral, demonstrando a influência do oceano sobre o clima regional.

A Figura 7 apresenta os resultados históricos (climatologia de referência) para o número anual médio de dias consecutivos com chuva (CWD), máxima precipitação anual em 1 dia (Rx1day) e máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (Rx5day). Pode-se observar que apesar da região norte ser mais quente e possuir menor precipitação anual média, ainda existem dias de eventual precipitação intensa, evidenciados por valores elevados de Rx1day e Rx5day. Conforme citado anteriormente, o índice Rx1day, que representa a precipitação máxima diária, está diretamente associado ao risco de alagamentos urbanos, enquanto o índice Rx5day, que mede a precipitação máxima acumulada em cinco dias consecutivos, está fortemente relacionado à ocorrência de deslizamentos de terra em áreas suscetíveis. Entretanto, de maneira geral observa-se a tendência de aumento da anomalia de Rx1day e Rx5day no Sul e interior do Estado.

A Figura 8 apresenta as projeções de temperatura média anual e suas anomalias até 2100. Uma anomalia climatológica corresponde ao desvio de uma variável climática em relação à sua média histórica de referência, calculada a partir de séries temporais longas. Em termos técnicos, trata-se da diferença entre o valor observado ou projetado e o valor médio esperado para um período e local específicos. Por exemplo, se a precipitação média histórica de um município em janeiro é de 200 mm e o valor observado em determinado ano foi de 150 mm, a anomalia é de –50 mm. O uso de anomalias é fundamental em análises e projeções climáticas porque elimina a dependência de valores absolutos e destaca a magnitude e a direção das mudanças (positivas ou negativas) em relação ao clima de referência. Essa abordagem permite identificar tendências de aquecimento, alteração no regime de chuvas e intensificação de extremos de forma mais clara e comparável entre regiões. Além disso, as anomalias climatológicas são empregadas para avaliar cenários futuros de mudanças climáticas, possibilitando a tradução dos impactos globais para a escala regional, o que é essencial para orientar políticas públicas de adaptação.

As médias das anomalias são apresentadas no mapa para todo o Estado do Espírito Santo. Nos dois cenários o aumento da temperatura é progressivo com o passar dos anos. Enquanto as projeções para o SSP2 4.5 (cenário otimista) mostram um incremento de até 2°C até o ano de 2100 em relação à média para o período de referência (Figura 6a), o SSP5 8.5 (cenário pessimista) mostra um incremento de superior a 4°C. As maiores anomalias

ocorrem no litoral sul e em partes do interior norte do Estado. É importante também analisar as anomalias referentes às temperaturas máximas (Figura 9). No pior cenário (SSP5 8.5), a temperatura máxima (TXx) pode atingir valores superiores a 43°C no Estado com as maiores anomalias na região sudoeste do Estado.

A precipitação anual total é mostrada na Figura 10. A climatologia do período de referência mostrada na Figura 6b indica que em todo o Estado existe um nível de precipitação anual acima de 1000 mm por ano com as menores precipitações totais no nordeste do Estado. As projeções em ambos os cenários mostram uma diminuição da precipitação anual total. Sendo que a região nordeste do Estado poderá ter um decréscimo um pouco maior que no resto do Estado. Visto que a precipitação anual no nordeste do Estado é próxima de 1000 mm e que as maiores anomalias negativas ocasionarão precipitações totais em torno 400 mm, poderá ocorrer um decréscimo de 60% da precipitação anual em um local onde já existem problemas relacionados com a seca.

As anomalias do número máximo de dias consecutivos sem chuva (CDD) são mostradas na Figura 11. A climatologia atual mostra CDD de 26-29 dias localizados no extremo oeste do Estado, enquanto a maior parte do resto do Estado atualmente possui entre 22 e 26 dias secos consecutivos (Figura 6c). Nos cenários futuros, as anomalias médias de CDD são praticamente homogêneas ao longo do Estado, com valores da anomalia levemente aumentados na região centro-sul e na região noroeste. Pode se notar um aumento lento e progressivo de CDD ao longo dos anos, com alta variabilidade no período integral da análise. No cenário SSP5 8.5 (cenário pessimista), os valores de CDD podem atingir 65 dias consecutivos sem chuva.

As anomalias e projeções do número máximo de dias consecutivos com chuva (CWD) são apresentadas na Figura 12. A climatologia do período de referência mostra CWD máximo de 26 a 29 dias localizados na região noroeste do Estado (Figura 6c). Pode se notar valores médios da anomalia de CWD negativos (diminuição do número consecutivos de dias de chuva) em todo o Estado, com anomalias mais negativas na região oeste do Estado. Pode se notar que a distribuição temporal do valor de CWD e das anomalias de CWD apresentam alta variabilidade ao longo dos anos, apresentando anomalias positivas de até 6 dias e anomalias negativas de até 6 dias. Em ambos os cenários, SSP2 4.5 e SSP5 8.5, o número consecutivo de dias chuvosos pode chegar até 18 dias.

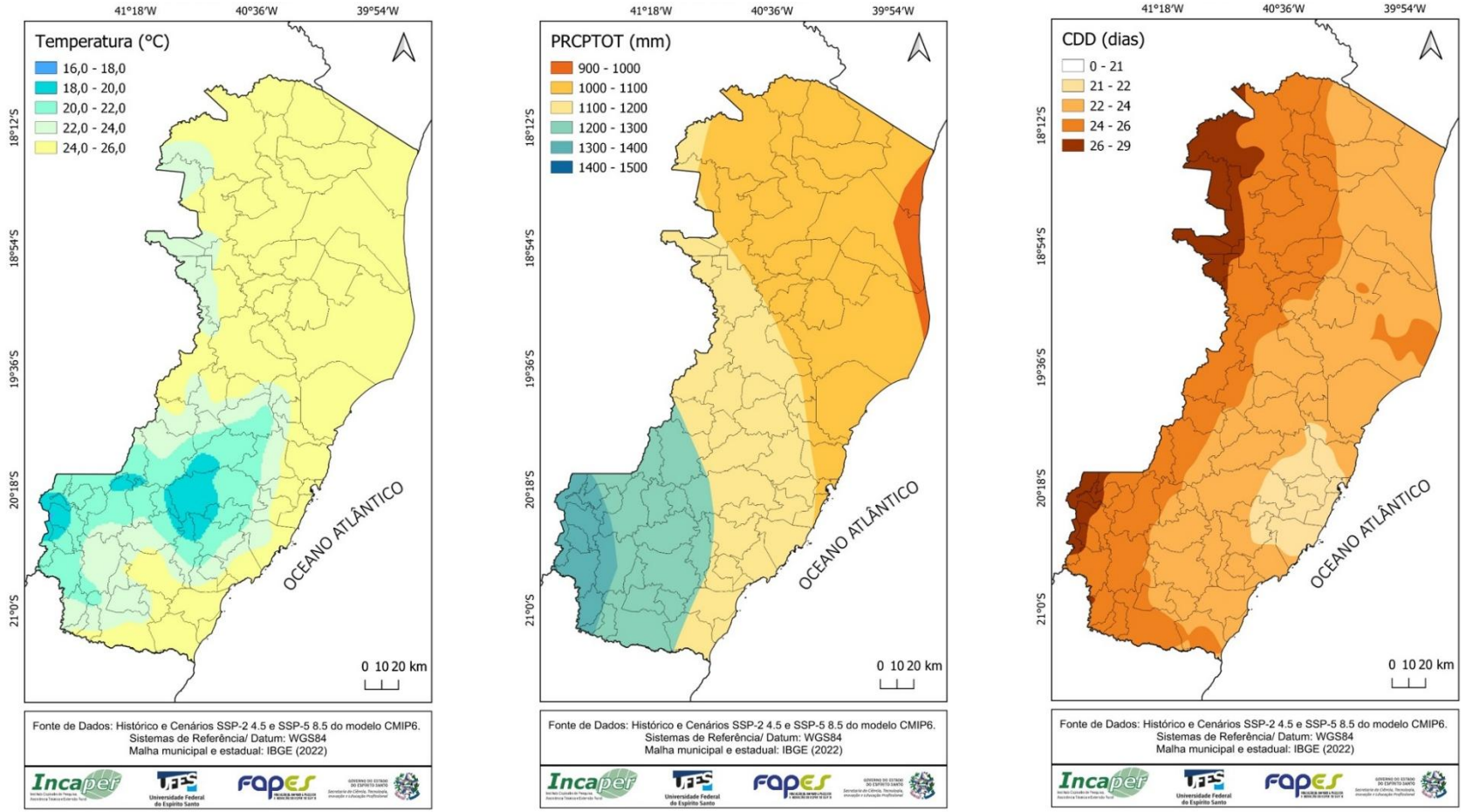
As máximas precipitações diárias ocorrem atualmente no sudoeste do Estado entre 64 e 68 mm, com bolsões de precipitação máxima diária entre 62 e 64 mm na região sudeste e em uma parte do norte do Estado (Figura 7b). Para essas duas últimas regiões, as projeções climáticas futuras indicam as maiores anomalias nos valores médios de Rx1day, sendo que na região sudeste é significativamente positiva e na região nordeste levemente negativa (Figura 13). Sabendo que, de modo geral, na maioria do Estado, essas anomalias são positivas, ou seja, é previsto um aumento da precipitação máxima diária em todo o Estado.

Essas anomalias podem variar entre -20 mm a +30 mm ao longo dos anos até 2100, principalmente no cenário SSP5 8.5 (cenário pessimista). Isso implica em possíveis valores de Rx1day de 94 mm na região centro-sul litorânea, por exemplo.

Deslizamentos de terra podem ser associados a precipitações contínuas de mais de 5 dias indicadas pelo índice Rx5day. A climatologia de precipitação máxima anual acumulada em 5 dias está mostrada na Figura 7c. Atualmente, os valores de Rx5day estão entre 150 e 160 mm na maior parte do Estado com valores mais elevados entre 160 e 167 mm no extremo sudoeste do Estado. O comportamento da evolução dos cenários climáticos futuros indica um decréscimo do índice RX5day na maior parte do Estado (Figura 14) para ambos os cenários. Entretanto, mesmo no cenário mais otimista SSP2 4.5, existem flutuações extremas de precipitação com aumento de até 60 mm e, em média, é projetado um acréscimo do índice RX5day, principalmente na parte da região sudeste do Estado.

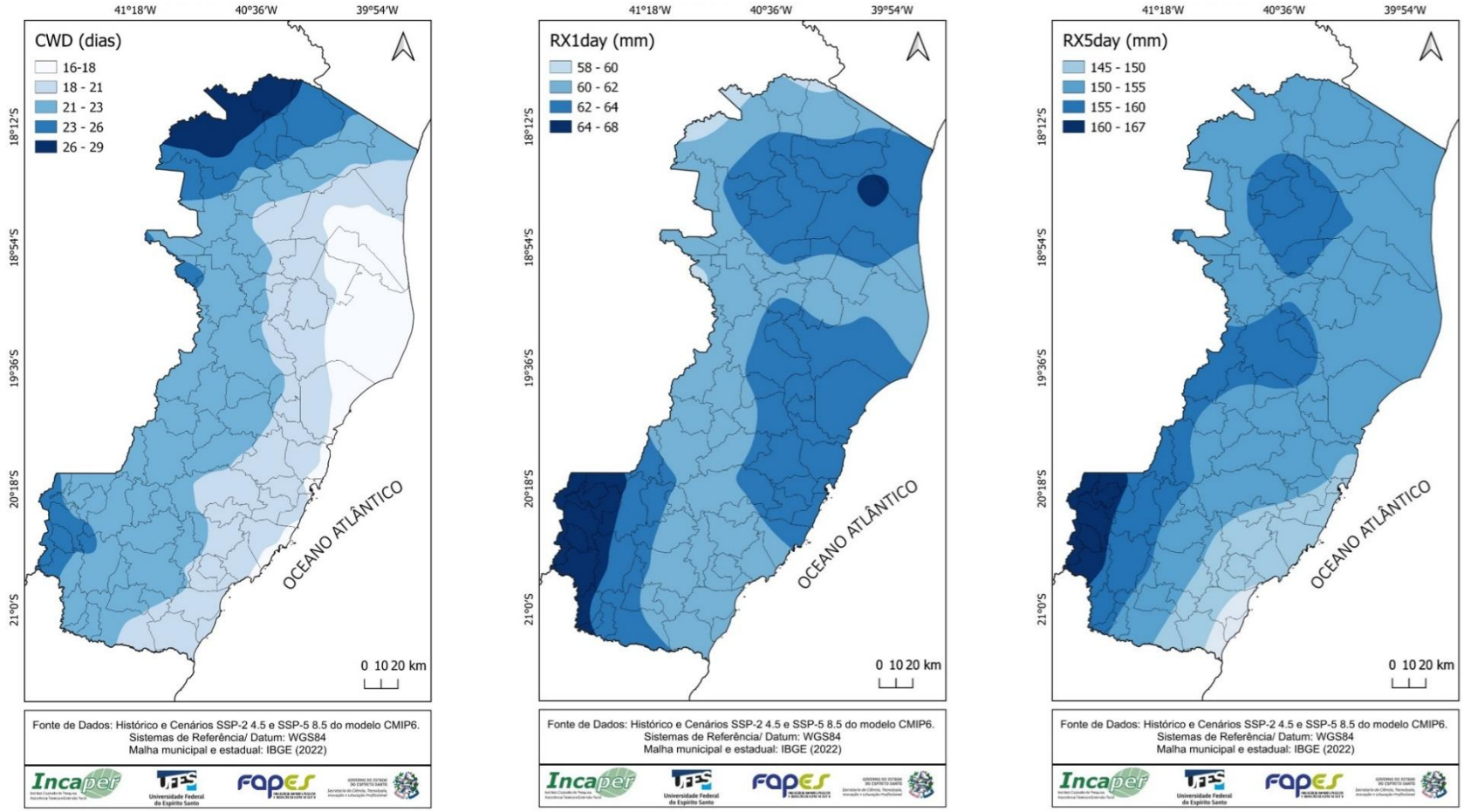
É importante notar o comportamento das séries temporais das variáveis climatológicas analisadas para ambos os cenários futuros. Exceto para a temperatura e para o número de dias consecutivos sem chuvas que apresentam um crescimento médio contínuo até 2100, as outras variáveis apresentam uma grande flutuação que indicam a ocorrência de eventos extremos durante o período analisado. A variabilidade espacial das anomalias dessas variáveis também é digna de nota com menos dias de chuva, mais dias de seca, menor precipitação total anual, principalmente na região nordeste, e picos de chuva na região sudeste do Estado.

Adicionalmente, é presentada a sobrelevação (anomalia) do nível médio do mar (NMM) (Figura 15). Essas projeções foram obtidas utilizando a ferramenta de projeção do nível do mar desenvolvida pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos EUA (*The NASA Sea Level Projection Tool*) que permite a visualização dos dados apresentados no 6º Relatório de Avaliação do IPCC (*IPCC 6th Assessment Report (AR6))* em 2021. As projeções foram realizadas para a cidade de Vitória, local escolhido pela posição geográfica central no Espírito Santo. A sobrelevação é calculada com referência à mediana de NMM entre 1995-2014. Verifica-se que as estimativas de elevação do NMM alcançariam cerca de 0,8 m em 2100, em um cenário pessimista, de aquecimento de 4 °C (sendo que há valores superiores a 1,0 m dependendo da confiabilidade associada ao modelo de projeção).



(a) (b) (c)

Figura 6. Climatologia média histórica entre 1995 e 2014 (referência): (a) temperatura média anual; (b) precipitação total (PRCTOT); (c) dias consecutivos sem chuva (CDD).



(a) (b) (c)

Figura 7. Climatologia média histórica entre 1995 e 2014 (referência): (a) dias consecutivos com chuva (CWD); (b) máxima precipitação anual em 1 dia consecutivos (Rx1day).; (c) máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (Rx5day).

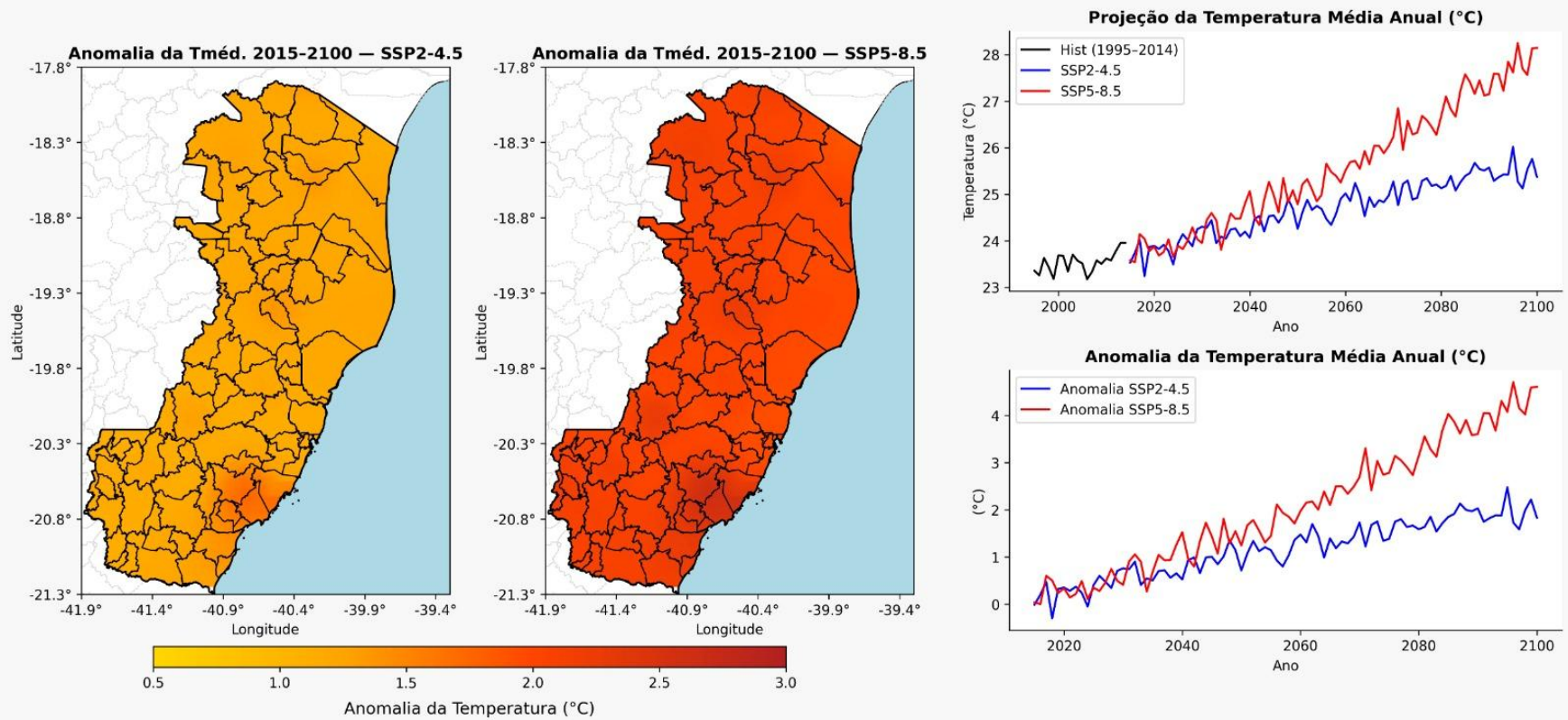


Figura 8. Anomalias de temperatura média em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).

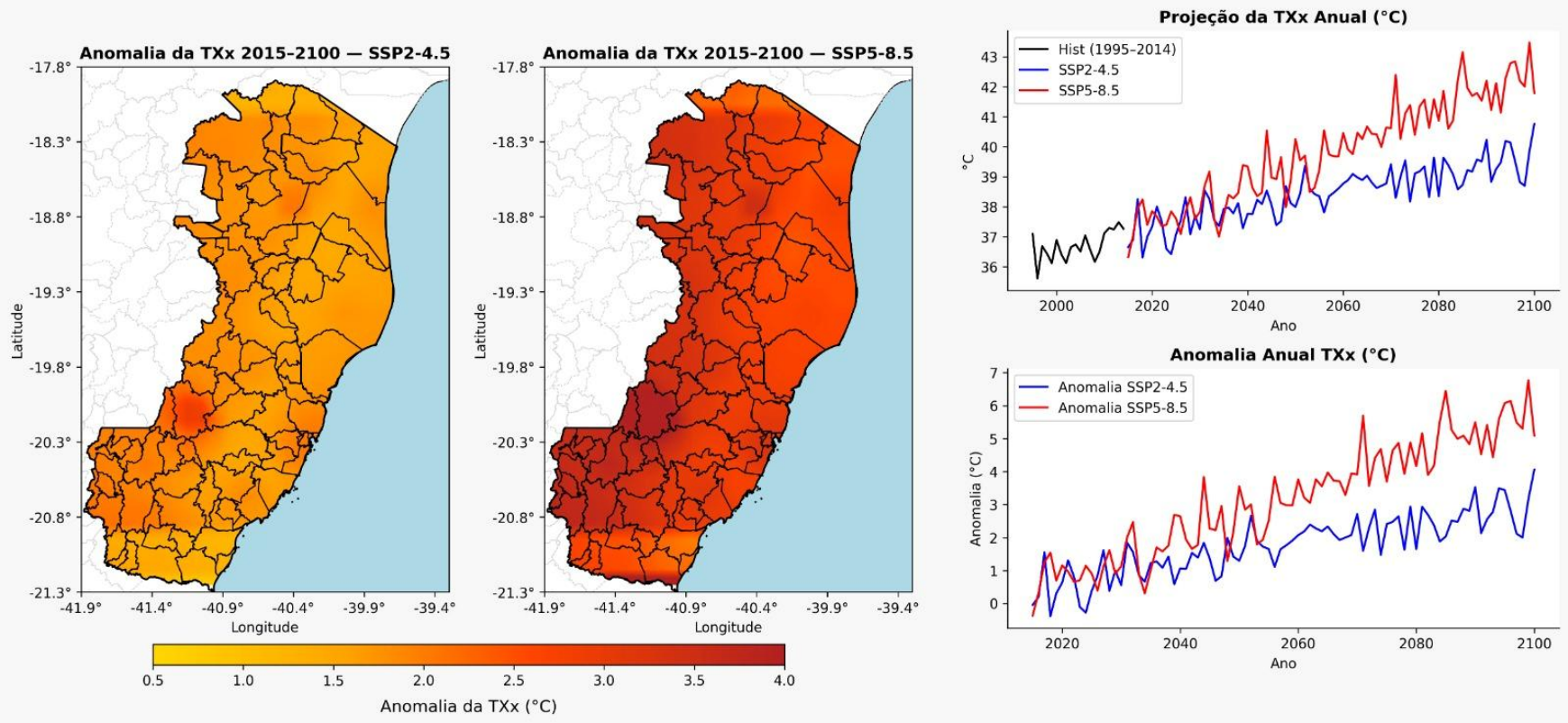


Figura 9. Anomalias de temperatura máxima diária em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).

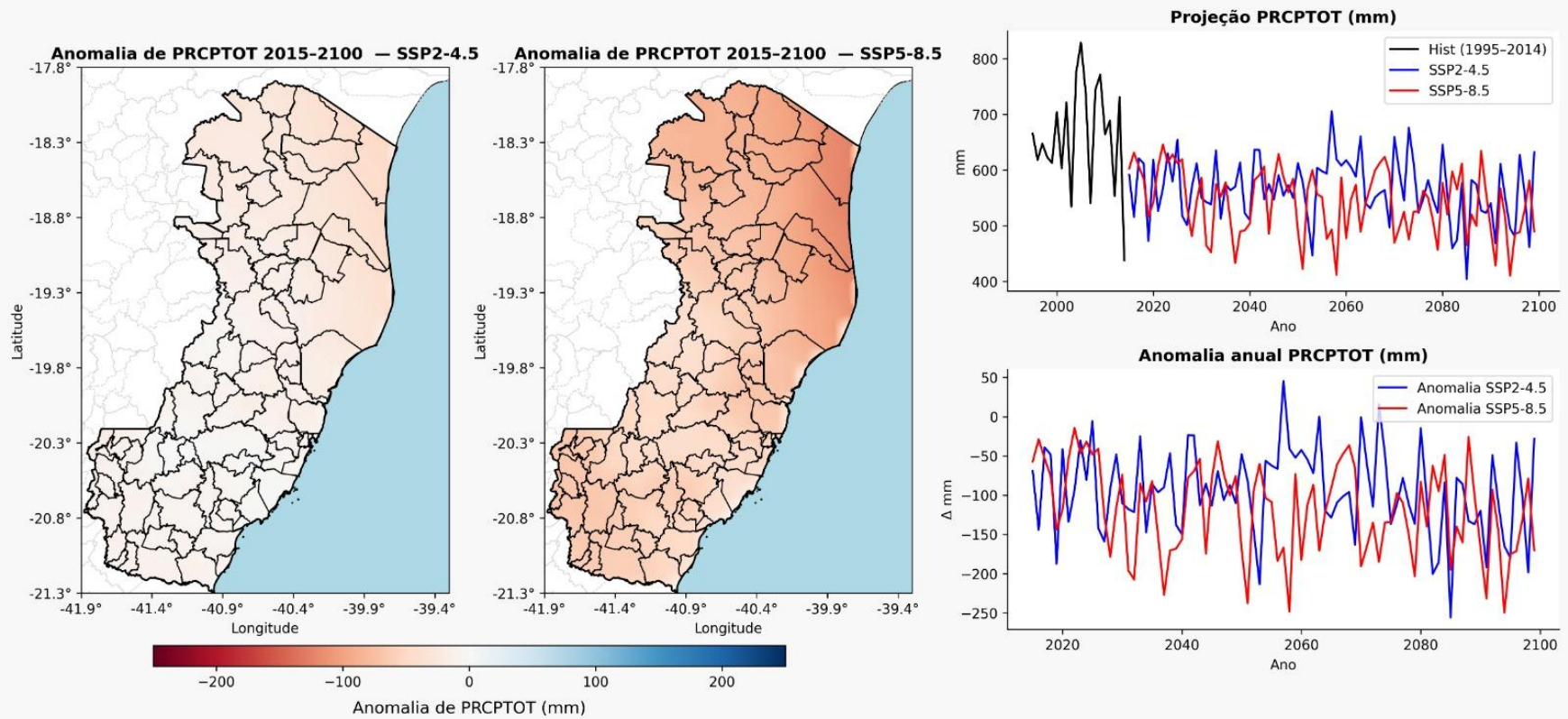


Figura 10. Anomalias de precipitação total (PRCTOT) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).

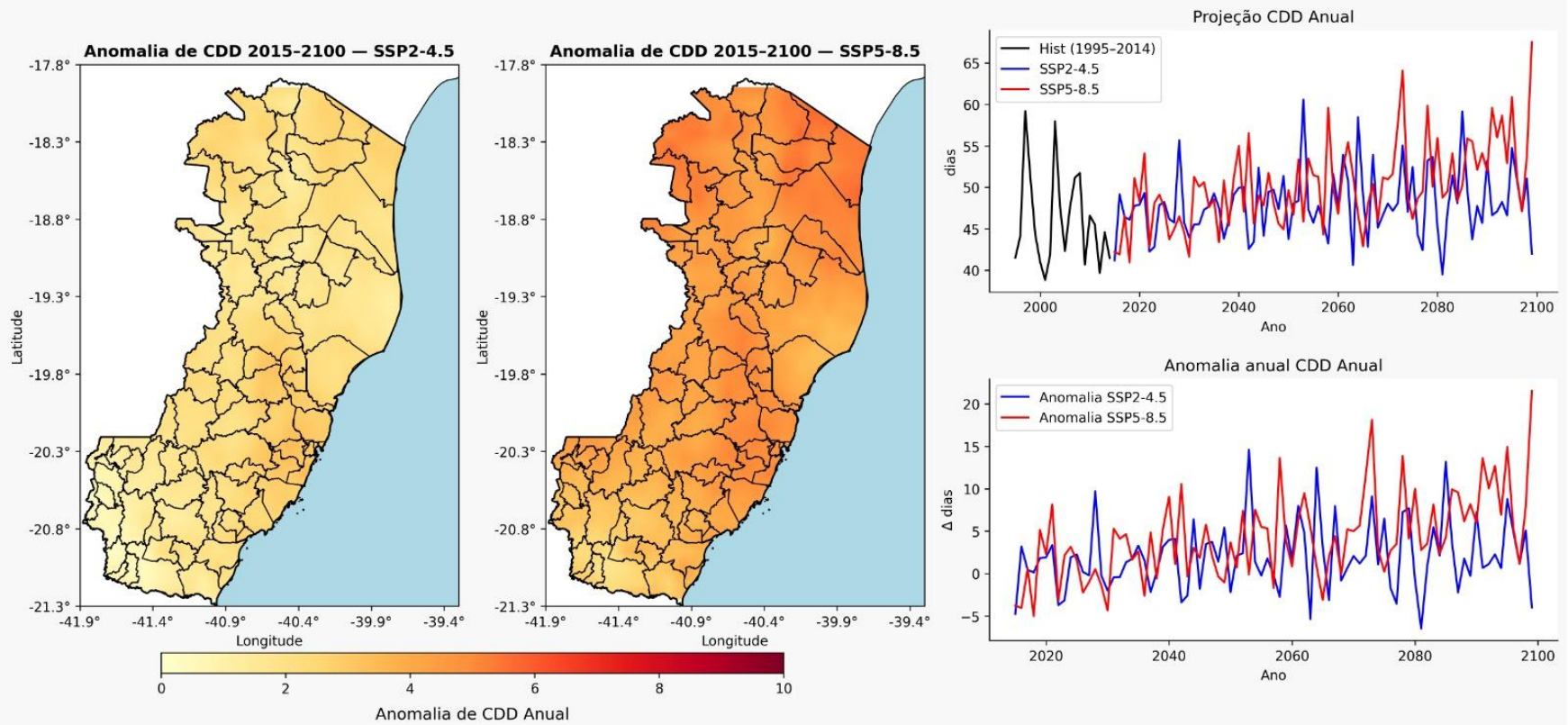


Figura 11. Anomalias de dias consecutivos sem chuva (CDD) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).

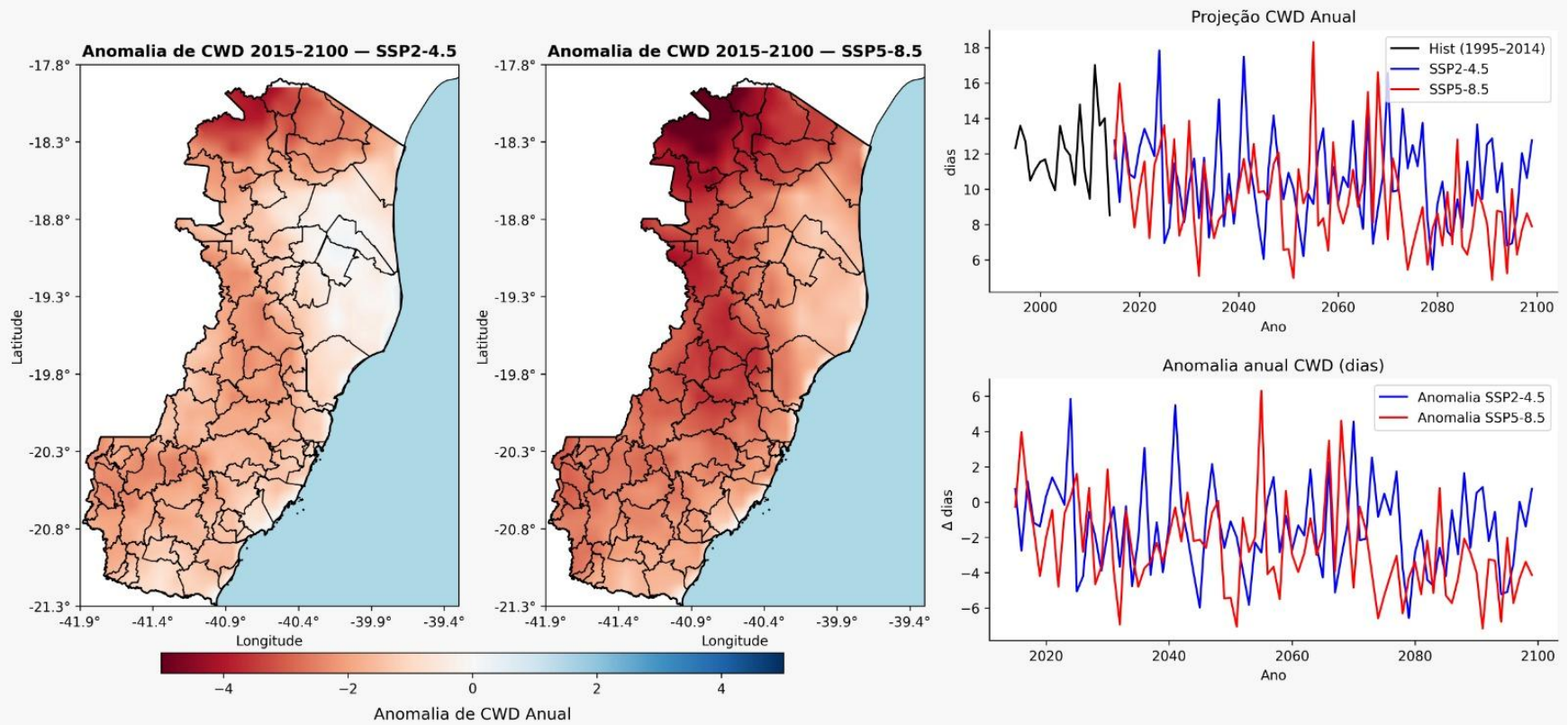


Figura 12. Anomalias de dias consecutivos com chuva (CWD) em relação a média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5(otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).

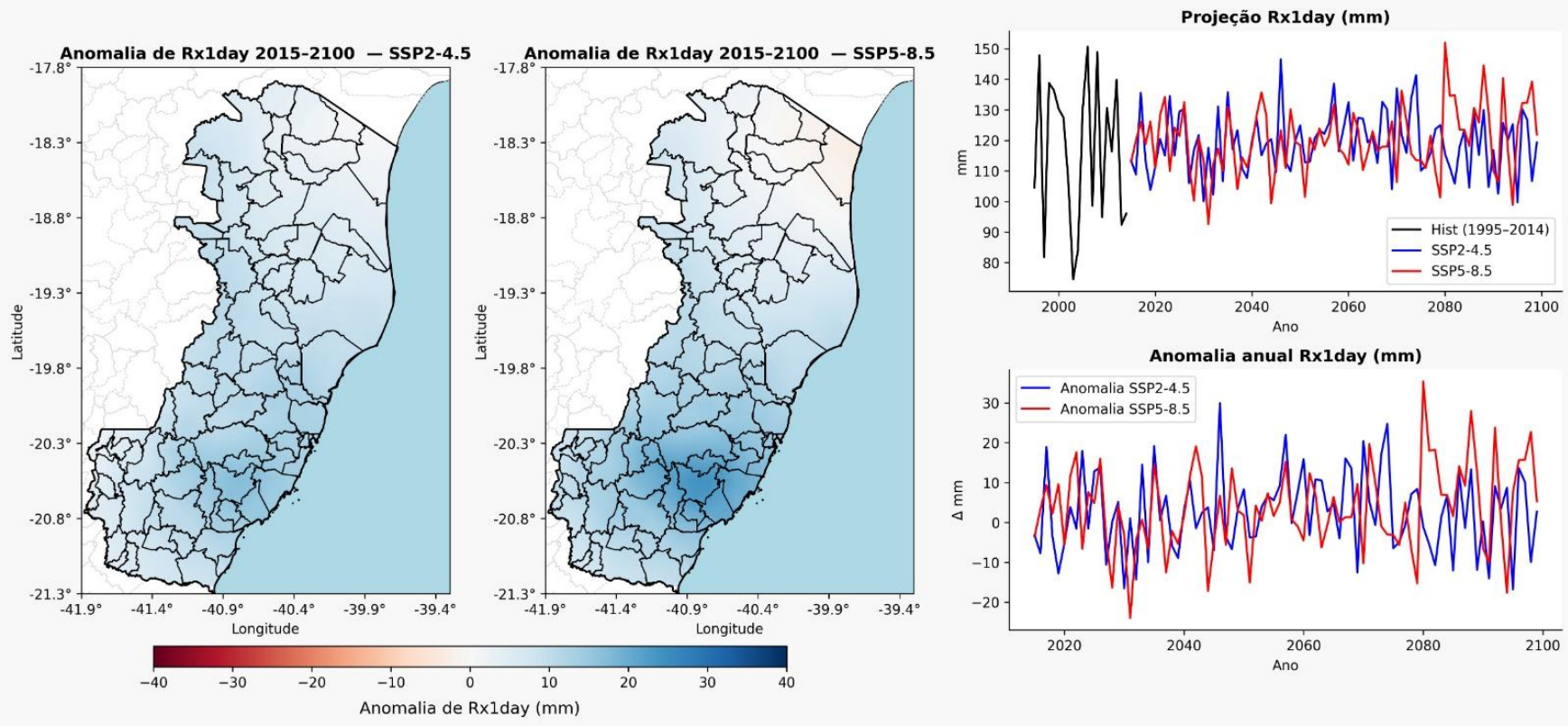


Figura 13. Anomalias da máxima precipitação diária (Rx1day) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).

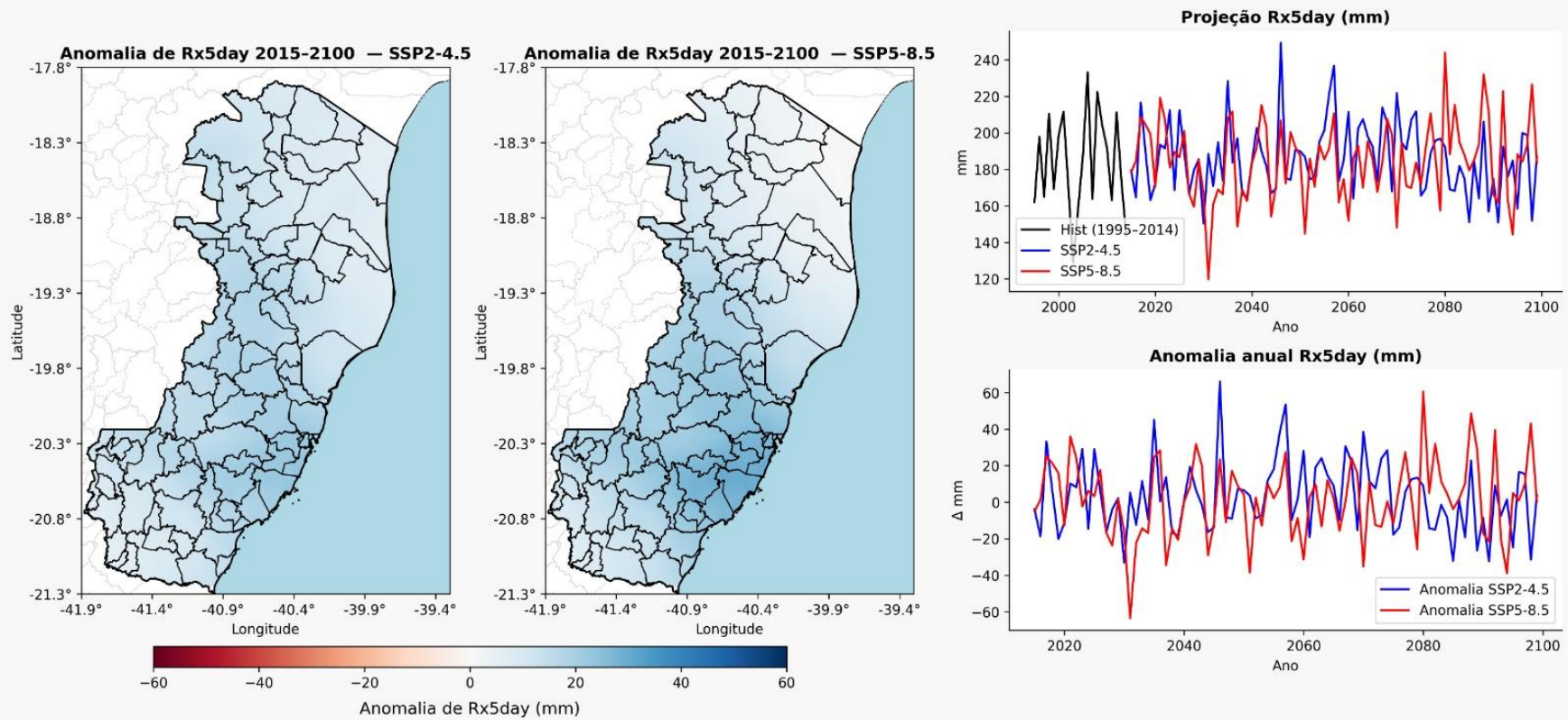
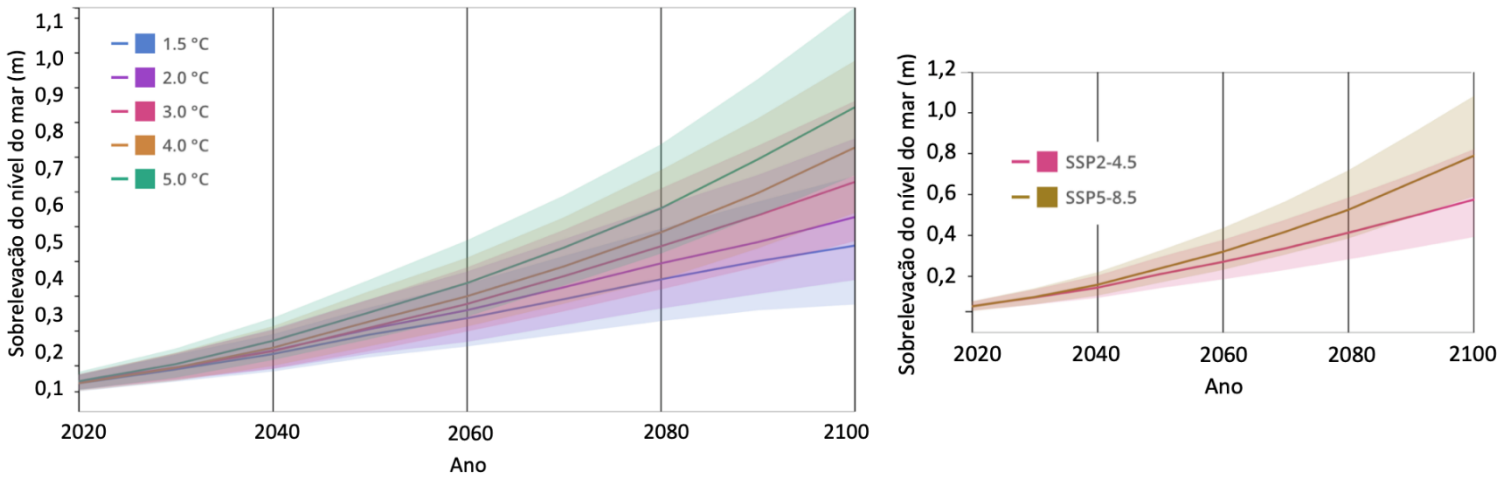


Figura 14. Anomalias da máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (Rx5day) em relação à média histórica entre 1995 e 2014 e suas projeções para os cenários futuros SSP2 4.5 (otimista) e SSP5 8.5 (pessimista).



Aumento da temperatura média global	Confiança	Década						
		2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
2.0 °C	Baixa	0,20	0,29	0,38	0,47	0,57	0,65	0,75
	Alta	0,15	0,21	0,27	0,34	0,41	0,47	0,54
3.0 °C	Baixa	0,18	0,28	0,38	0,47	0,60	0,73	0,85
	Alta	0,14	0,21	0,28	0,36	0,45	0,54	0,63
4.0 °C	Baixa	0,21	0,30	0,40	0,52	0,65	0,78	0,95
	Alta	0,15	0,23	0,31	0,39	0,49	0,60	0,73

Figura 15. Projeções de elevações do nível médio do mar (NMM), em metros, ao longo do tempo em Vitória (ES), para diferentes cenários de aumento da temperatura média global. Fonte: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool.

A integração entre ciência, políticas públicas e sociedade torna-se essencial para enfrentar as mudanças climáticas projetadas para o Espírito Santo. A análise dos cenários climáticos sugere um futuro desafiador, com aumentos significativos de temperatura e alterações nos padrões de precipitação, intensificando eventos extremos como secas prolongadas e chuvas intensas. Esses fenômenos requerem um planejamento estratégico sustentável, ajustado às especificidades regionais e fundamentado em pesquisas contínuas. Apenas com ações coordenadas e inovadoras será possível mitigar os impactos das mudanças climáticas e assegurar um desenvolvimento socioeconômico equitativo para as gerações futuras.

3.2. POTENCIAIS IMPACTOS SOBRE O ESPÍRITO SANTO

Os riscos associados às mudanças climáticas podem ser definidos como a probabilidade de ocorrerem impactos negativos em sistemas humanos e naturais devido a eventos climáticos extremos e mudanças nos padrões climáticos. A análise de riscos climáticos considera as diferentes projeções climáticas que dependem dos diferentes cenários futuros de emissões de GEE e suas possíveis consequências.

Os estudos sobre riscos às mudanças climáticas envolvem três componentes fundamentais: ameaça ou perigo, vulnerabilidade e capacidade adaptativa. A ameaça se refere a eventos climáticos extremos, sua frequência e intensidade que potencialmente resultariam em maiores danos em regiões específicas (ROZENSWEIG et al., 2011; MEHOTRA et al., 2009). A vulnerabilidade se refere ao grau de suscetibilidade aos impactos causados pelos eventos climáticos. A avaliação da vulnerabilidade deve considerar não apenas a exposição ao perigo, mas também a capacidade das populações de anteciparem-se ao perigo e adotarem medidas para mitigar seus impactos. Ou seja, não apenas evitar o perigo, mas também se recuperar dos danos sofridos (IPCC, 2013; REVI et al., 2014). Finalmente, a capacidade adaptativa que se refere à habilidade institucional e social de uma região em responder aos impactos causados pelos eventos climáticos, com base em fatores como recursos humanos, estrutura institucional e acesso à informação. Esse componente relativo à capacidade de adaptação às mudanças climáticas, envolve resiliência e diminuição dos riscos de desastres.

A capacidade adaptativa é a habilidade ou potencial de um sistema, região ou comunidade para se ajustar aos impactos causados pelas mudanças climáticas e gerenciar suas consequências (BURTON, 1996). Assim, fica claro que a capacidade adaptativa é um elemento fundamental para a adaptação a longo prazo, uma vez que suas características estão ligadas a fatores econômicos, sociais, políticos e institucionais. Esses fatores podem tanto promover quanto restringir o desenvolvimento e a implementação de estratégias de adaptação (SMIT & WANDEL, 2006; ANDRADE, 2017; SIDERS, 2019).

Esses três componentes interagem para determinar o nível de risco. Por exemplo, uma região costeira com infraestrutura fraca (vulnerabilidade) exposta ao aumento do nível do

mar (perigo) que possui pouca preparação para enfrentamento de desastres (capacidade adaptativa) está em alto risco de danos severos.

Os desastres normalmente resultam da interação entre esses três componentes. A análise dos fatores que tornam as populações vulneráveis às mudanças climáticas envolve diversas perspectivas disciplinares e epistemológicas, incluindo aspectos biofísicos, sociais, geográficos e econômicos (BRAGA et al., 2006; LEMOS et al., 2016). Dessa forma, a construção da capacidade adaptativa exige uma combinação de arranjos que tratem tanto dos déficits estruturais quanto dos riscos associados ao clima, visando assim a redução da vulnerabilidade (LEMOS et al., 2016).

Os potenciais impactos causados pelas mudanças climáticas no Estado do Espírito Santo foram analisados em diferentes eixos de adaptação. Os eixos de adaptação referem-se a áreas estratégicas ou temas principais que guiam ações e políticas voltadas para a adaptação às mudanças climáticas. Eles ajudam a estruturar iniciativas e priorizar recursos para as áreas mais críticas, assegurando que diferentes setores e aspectos da sociedade sejam considerados na elaboração de planos de adaptação, promovendo uma abordagem holística para enfrentar os desafios das mudanças climáticas no Espírito Santo.

3.2.1. PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

De acordo com o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC) do Espírito Santo, o passivo histórico, materializado pela construção de cidades inteiras nas margens de rios, ou nas íngremes encostas das montanhas, além de grandes áreas de desmatamentos, com uso arcaico de tecnologia agropecuária, além de uma parcela considerável do território caracterizada como área suscetível à desertificação, faz do Espírito Santo um Estado com muitas áreas de potencial ocorrência de desastres.

3.2.1.1. TIPOLOGIA DE DESASTRES

No Estado, assim como em todo o território nacional, a doutrina de defesa civil, reconhece e define desastre como o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, em ecossistemas vulneráveis, causando danos humanos (mortos, feridos, desabrigados e desalojados), materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

A Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) é utilizada no Espírito Santo para categorizar os desastres com base em sua origem:

i. Desastres Hidrológicos:

- Inundações: Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso d'água, geralmente causadas por chuvas prolongadas.
- Enxurradas: Escoamento rápido de águas em áreas de relevo acidentado, com alto potencial destrutivo.

- Alagamentos: Acúmulo de água em áreas urbanas devido à incapacidade do sistema de drenagem.

ii. Desastres Geológicos:

- Deslizamentos de Solo e Rocha: Movimentos rápidos de terra ou rocha em encostas, com grande potencial destrutivo.
- Quedas, Tombamentos e Rolamentos de Blocos: Movimento rápido de rochas em encostas íngremes.
- Erosão Costeira: Desgaste das áreas costeiras devido à ação das ondas, correntes marinhas e marés.

iii. Desastres Meteorológicos:

- Chuvas Intensas: Precipitações volumosas que podem causar inundações, enxurradas ou movimentos de massa.
- Vendaval: Deslocamento rápido e intenso de massa de ar, capaz de causar danos.
- Granizo: Precipitação de fragmentos de gelo.

iv. Desastres Climatológicos:

- Incêndio Florestal: Fogo descontrolado em áreas de vegetação, causando danos ambientais significativos.
- Estiagem: Período prolongado de seca, com perda de umidade do solo.

v. Desastres Biológicos:

- Epidemias: Aumento súbito e temporário de doenças infecciosas causadas por vírus, bactérias, parasitas ou fungos impactando a saúde pública.

Apesar de extremamente útil, a codificação do COBRADE pode não ser plenamente adequada para desastres associados a eventos climáticos extremos. O sistema, por exemplo, não contempla ondas de calor e não distingue desastres geológicos desencadeados por extremos climáticos daqueles provocados por outras causas, assim como não diferencia incêndios florestais resultantes de condições climáticas adversas daqueles originados por ação antrópica, independentemente da situação climática.

3.2.1.2. DISTRIBUIÇÃO DOS DESASTRES NO ESPÍRITO SANTO

A combinação de condições climáticas e geomorfológica/pedológica (relevo e solo) influencia a susceptibilidade (exposição) a ameaças naturais, moldando os padrões de risco e necessitando de análise detalhada para o planejamento de gestão de desastres.

O crescimento urbano desorganizado e a falta de planejamento urbano aumentam a vulnerabilidade a desastres, especialmente em áreas suscetíveis a movimento de massa (movimento de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade), como nas encostas íngremes, e a inundações, como nas margens de rios. Os núcleos urbanos, frequentemente

situados em planícies de inundação e vales estreitos, estão saturados, o que condiciona a expansão para áreas periféricas desprovidas de infraestrutura urbana adequada. Isso resulta em autoconstrução em encostas e áreas suscetíveis a inundações, muitas vezes à revelia das normas técnicas, o que aumenta a exposição e a vulnerabilidade a impactos geodinâmicos e hidrológicos.

A Figura 16 apresenta o percentual da população dos municípios capixabas localizada em áreas de risco de deslizamentos e de alta suscetibilidade à inundação. Observa-se que, em função das características geográficas, a maior parte dos municípios com percentuais mais elevados está concentrada na região sul do Estado. Destaca-se que Mimoso do Sul, Vitória, Itaguaçu, Ibatiba, Bom Jesus do Norte, Venda Nova do Imigrante, Guaçuí e Apiacá possuem mais de 40% da população residindo em áreas com risco de deslizamentos e suscetibilidade elevada a inundações. No conjunto do Espírito Santo, o percentual médio da população em áreas de risco chega a 17%. Segundo Nota Técnica da Secretaria Especial de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República (2023), o Espírito Santo ocupa a segunda posição entre os Estados brasileiros com maior percentual de população vivendo em áreas de risco, indicando a grande necessidade de medidas de gestão e adaptação.

Foram registrados 1.191 desastres entre 2015 e 2024 no Espírito Santo. 27% dos registros no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) corresponderam a incêndios florestais, mas as inundações e chuvas intensas (desastres geohidrológicos) foram responsáveis pelo maior número de óbitos, desabrigados/desalojados e afetados devido à sua alta intensidade e à súbita manifestação do evento, associado a aguaceiros curtos e volumosos.

O número de ocorrências de desastres aumentou ao longo dos anos: Foram 424, 633 e 1.033 ocorrências, respectivamente, entre 1994 e 2004, 2004 e 2014 e entre 2014 e 2024 com efeito direto nos prejuízos econômicos que também aumentaram significativamente, de R$ 2,24 bilhões (1994-2004) para R$ 15,36 bilhões (2014-2024).

A maioria dos danos materiais e prejuízos públicos estão relacionados a enxurradas com danos à infraestrutura, enquanto os prejuízos privados estão mais ligados a estiagem e seca. A infraestrutura (abastecimento de água e esgoto), a agropecuária, a silvicultura e o comércio são os setores mais afetados pelos desastres. Os maiores danos materiais e prejuízos públicos ocorrem ao longo dos anos, principalmente nos meses de dezembro e janeiro.

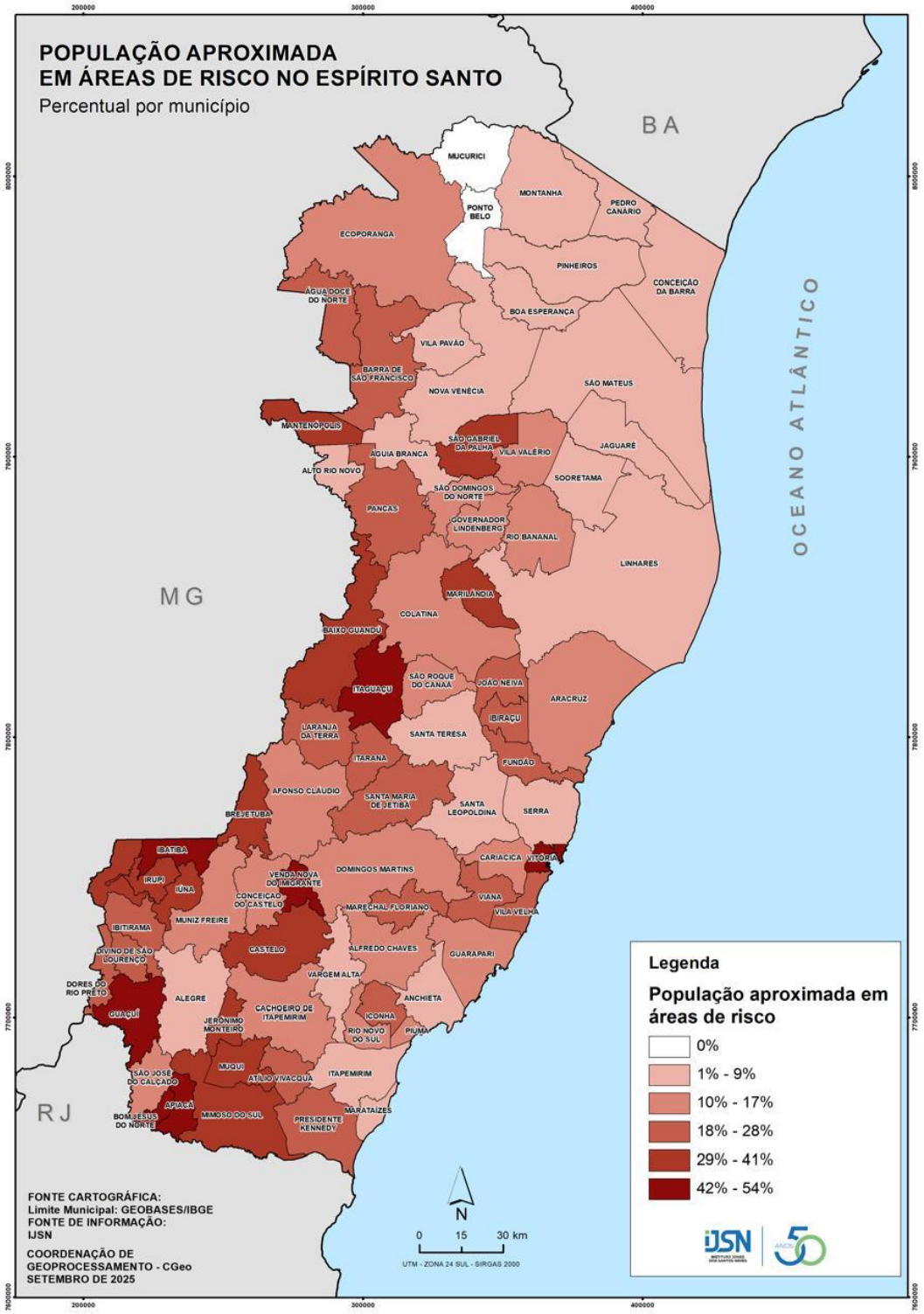


Figura 16. Percentual da população dos municípios capixabas em áreas de risco de deslizamentos e alta suscetibilidade à inundação. Fonte: IJSN (2025).

A região ao sul do Rio Doce, situada no domínio do clima úmido do Estado do Espírito Santo, caracterizada por um relevo íngreme, vales encaixados e planícies fluviais estreitas, concentra a maior parte das emergências. Isso se deve ao comportamento geodinâmico dos terrenos, compostos por rochas cristalinas de baixa permeabilidade e solos rasos, que têm uma capacidade limitada de absorção de água pluvial. A região ao norte do rio Doce apresenta um relevo predominantemente mais tabular, com colinas baixas, revestidos por solos mais profundos e permeáveis, o que a torna menos suscetível aos processos geodinâmicos adversos verificáveis ao sul. Contudo, alagamentos, enxurradas, granizo, inundações, movimentos de massa e chuvas intensas ocorrem em todo o Estado, com maior concentração no sul, enquanto estiagem e seca afetam principalmente os municípios do norte do Estado (Figura 17).

O aumento dos focos de incêndio em períodos secos tem se tornado uma preocupação crescente, com picos de ocorrência observados entre 2020 e 2024, superando 200 incidentes em 2024. Esse fenômeno está diretamente relacionado à estiagem, que foi o desastre mais frequente entre 2015 e 2017, especialmente no norte do Estado. A estiagem mantém seu ciclo sazonal, associado aos períodos de inverno no território capixaba, mas, no norte do Estado, seus períodos de duração tendem a ser mais prolongados.

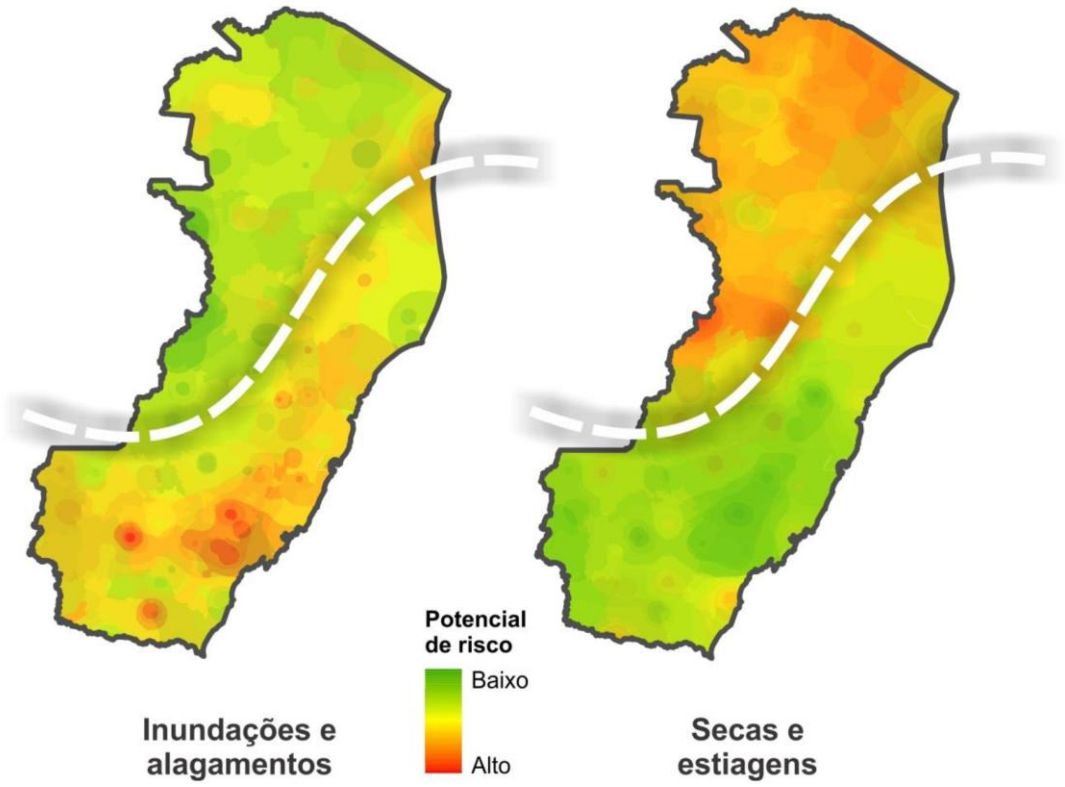


Figura 17. Concentrações geográficas de eventos relacionados a inundações e secas no Espírito Santo. Fonte: PERHES (2018).

O CEPDEC-ES elaborou um levantamento sobre os desastres ocorridos entre 2000 e 2009 no Estado. Sete tipos de desastres foram identificados: Inundação Gradual, Inundação Brusca, Vendaval, Granizo, Deslizamento, Estiagem e Erosão Marinha. A inundação brusca, na forma de enxurradas, foi o desastre mais frequente nesse período.

No período de 2011 a 2024, utilizando os dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) foram identificados os mesmos tipos de desastres de 2000-2009, mas com a inclusão de outras formas menos destacadas na década anterior:

- 2011: 40 decretações, afetando 21,79% dos municípios, com inundações bruscas (enxurradas) como o principal desastre.
- 2012: 30 decretações, afetando 39,74% dos municípios, com inundações bruscas predominando, mas também com desastres geodinâmicos, climáticos e oceanográficos.
- 2013: 59 decretações, afetando 75,64% dos municípios, com inundações bruscas e chuvas intensas em dezembro causando grandes danos.
- 2014: 19 decretações, afetando 24,35% dos municípios, com destaque para inundações bruscas no início do ano, seguidas por uma fase seca, com aumento de estiagens.
- 2015: 47 decretações, afetando 58,97% dos municípios, com predominância de estiagens (especialmente em fevereiro), além de casos de dengue (desastre biológico).
- 2016: 63 decretações, afetando 82,05% dos municípios, com estiagens como principal desastre ao longo do ano, e eventos meteorológicos associados no final de dezembro.
- 2017: 30 decretações, afetando 38,46% dos municípios, com estiagens (17 casos) e desastres oceanográficos e biológicos.
- 2018: 16 decretações, afetando 19,23% dos municípios, com predominância de desastres hidrológicos como enxurradas e alagamentos, e eventos meteorológicos intensos.
- 2019: 17 decretações, afetando 19,23% dos municípios, com eventos meteorológicos e hidrológicos (enxurradas), além de estiagens (3 casos).
- 2020: 92 decretações, afetando 52,56% dos municípios, com predominância de desastres meteorológicos e hidrológicos. A pandemia de COVID-19 interferiu no número de decretações, o que levou a dificuldades no registro de desastres biológicos.
- Em 2021, 2022, 2203 e 2024, 23,07%, 44,87%, 12,82% e 26,92% dos municípios capixabas foram afetados por eventos danosos ou potencialmente danosos, respectivamente, e resultaram em decretações associadas, em sua maioria, a condições geohidrometeorológicas.

- Entre 2019 e 2024, quase 40% dos decretos de emergência no Estado estiveram relacionados a tempestades e inundações, afetando mais de 50 municípios.

Entre 2013 e 2024, considerando todos os tipos de desastres que resultaram em decretações junto ao Sistema de Defesa Civil do Espírito Santo, os registros indicam cerca de 451 óbitos (57% em 2021 e 29% em 2020) e de 14.186 desabrigados (33% em 2013, 26% em 2020 e 19% em 2022) e 90.861 desalojados (20% em 2013, 20% em 2020, 10% em 2022 e 30% em 2024). É importante destacar que, no período analisado, outras doenças virais tiveram papel de destaque nas decretações de estado de emergência ou de risco/desastre, como as arboviroses dengue, zika e chikungunya, em anos anteriores e posteriores à pandemia de COVID-19 (anos 2017, 2018, 2020 e 2021).

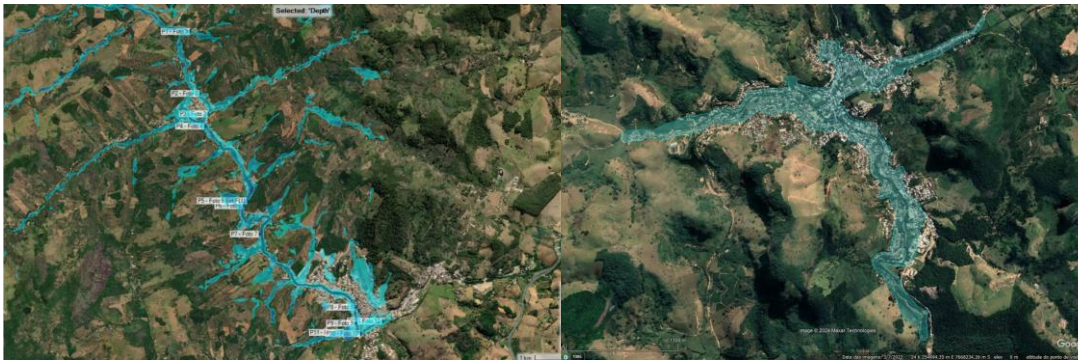
É importante ressaltar que pode ter havido subnotificação de desastres no período devido ao protocolo de formalização da informação, o que resultou na falta de registro de alguns eventos como incêndios florestais e movimentos de massas, associados, respectivamente, a cenários de estiagem/seca prolongada e a chuvas intensas registradas nas referidas decretações.

Dois desastres recentes emblemáticos ocorreram no Espírito Santo com obtidos devido a chuvas intensas. Em 2020, os municípios de Iconha, Alfredo Chaves, Vargem Alta, Castelo, Anchieta, Marechal Floriano e Rio Novo do Sul foram atingidos por chuvas muito intensas. As estações pluviográficas do CEMADEN (https://mapainterativo.cemaden.gov.br/) registraram 254 mm em Vargem Alta e 249 mm em Alfredo Chaves, na parte alta da bacia do Rio Iconha, em cerca de 9 horas, iniciando na noite de 17/01/2020 e terminando na manhã seguinte.

Os municípios atingidos tiveram grandes danos materiais e humanos, como alagamentos, deslizamentos, rolamentos de blocos rochosos, queda de pontes e de outras construções urbanas e rurais, unidades habitacionais, danificação da malha viária Municipal, Estadual e Federal (vias urbanas e estradas rurais); em Iconha houve uma forte enxurrada no Rio Iconha, que corta a cidade (CEPDEC, 2020).

Em Iconha foram registrados 4 óbitos, e em Alfredo Chaves 3 óbitos. O total de desalojados nos municípios afetados chegou a 2204, e os desabrigados foram 78 (CEPDEC, 2020). A Figura 18(a) ilustra a inundação ao longo da bacia do Rio Iconha (GUZZO, 2024).

A simulação do nível d'água atingido a montante da sede do município de Iconha indicou profundidade de 8,05 m e a vazão máxima alcançou 1.050 m^3/s com elevação muito rápida do nível d'água. (GUZZO, 2024)



(a) (b)

Figura 18: (a) Mancha de inundação modelada na bacia do Rio Iconha (GUZZO, 2024). (b) Mancha de inundação em Mimoso do Sul (CEPDEC, 2024).

Ainda mais recentemente, em 2024, os municípios de Mimoso do Sul, Vargem Alta, Bom Jesus do Norte, Apiacá e Muniz Freire foram atingidos por chuvas intensas. O total de desalojados nos municípios atingidos foi de 7.296, e 408 desabrigados. Em Mimoso do Sul ocorrerem 18 óbitos, e 2 óbitos em Apiacá (CEPDEC, 2024_a).

A maior parte da chuva aconteceu durante a noite, com duração aproximada de 10 h; os registros pluviográficos do CEMADEN (https://mapainterativo.cemaden.gov.br/) indicaram total precipitado em Bom Jesus do Norte de 253 mm, e em Mimoso do Sul de 247 mm. O nível d'água atingiu a cota de transbordamento (cerca de 3 m) durante a madrugada, e o nível máximo atingiu cerca de 10 m na manhã do dia 23/03/24. A Figura 18(b) apresenta a mancha de inundação em Mimoso do Sul, decorrente das chuvas intensas de 22 a 23/03/24, onde verifica-se a maior parte da sede do município atingida pela inundação.

A gestão integrada e proativa para o risco de desastres, incluindo o planejamento urbano e a adaptação às mudanças climáticas, é essencial para reduzir a vulnerabilidade e melhorar a resiliência das regiões afetadas.

3.2.1.3. GESTÃO DE DESASTRES E GOVERNANÇA

A Lei nº 12.608/2012 instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que integra órgãos públicos e organizações da sociedade civil em ações de defesa civil. A gestão de risco de desastres no Brasil é tradicionalmente coordenada pela Proteção e Defesa Civil. No Espírito Santo, a implementação da PNPDEC é realizada pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC-ES), integrada ao Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (CBMES).

A CEPDEC/ES coordena as ações de proteção e defesa civil nas fases de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC) define diretrizes para essas ações e orienta os órgãos estaduais e municipais na operacionalização de suas responsabilidades. O comitê estadual envolve várias secretarias

e órgãos responsáveis por coordenar os recursos e ações em situações de risco, incluindo as secretarias estaduais de Saúde, de Educação, de Agricultura e de Meio Ambiente, entre outras e o Corpo de Bombeiros Militar, Polícia Civil, Polícia Militar, além de outras instituições estaduais e municipais. As ações são estruturadas em três fases: prevenção, preparação e resposta a desastres.

O Governo Federal firmou convênios com o Serviço Geológico do Brasil (nome fantasia da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)) para realizar o diagnóstico e mapeamento de áreas de alto e muito alto potencial de desastres em todo o país em 2011. No Espírito Santo, todos os 78 municípios foram mapeados, e os dados das áreas de potencial de desastres foram organizados em uma interface geográfica unificada chamada Geobases (Sistema Integrado de Bases Geoespaciais). A Geobases está disponível para a população e gestores, facilitando a defesa civil e o planejamento municipal para a mitigação da possibilidade de ocorrência de desastres.

A CEPDEC/ES utiliza dados meteorológicos, geológicos e hidrológicos para prever e monitorar a possibilidade de ocorrência de desastres. O monitoramento é realizado em parceria com várias instituições, como: o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). Essas informações contribuem para uma resposta mais eficiente e coordenada a eventos adversos no Estado.

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, órgão pertencente ao Ministério do Desenvolvimento Regional, foi responsável pelo acompanhamento de quinze municípios no Espírito Santo para realizar a descrição detalhada dos setores de risco auxiliando na construção dos Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR) de desastres. Essa iniciativa resultou na implementação de Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR) em 27 municípios, dos quais 17 foram criados pelo Governo do Estado. Dos 27 Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR) existentes, 15 foram elaborados pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB). Desses, 7 municípios já estavam contemplados em uma iniciativa estadual anterior. Em contrapartida, municípios reconhecidamente vulneráveis a desastres climáticos, como São Mateus e Marataízes, ainda não possuem um PMRR. Ainda, 5 municípios foram alvo de diagnóstico e elaboração de PMRR por iniciativa de suas próprias prefeituras, sendo que, desses, apenas 2 não haviam sido contemplados em trabalhos anteriores (Figura 19).

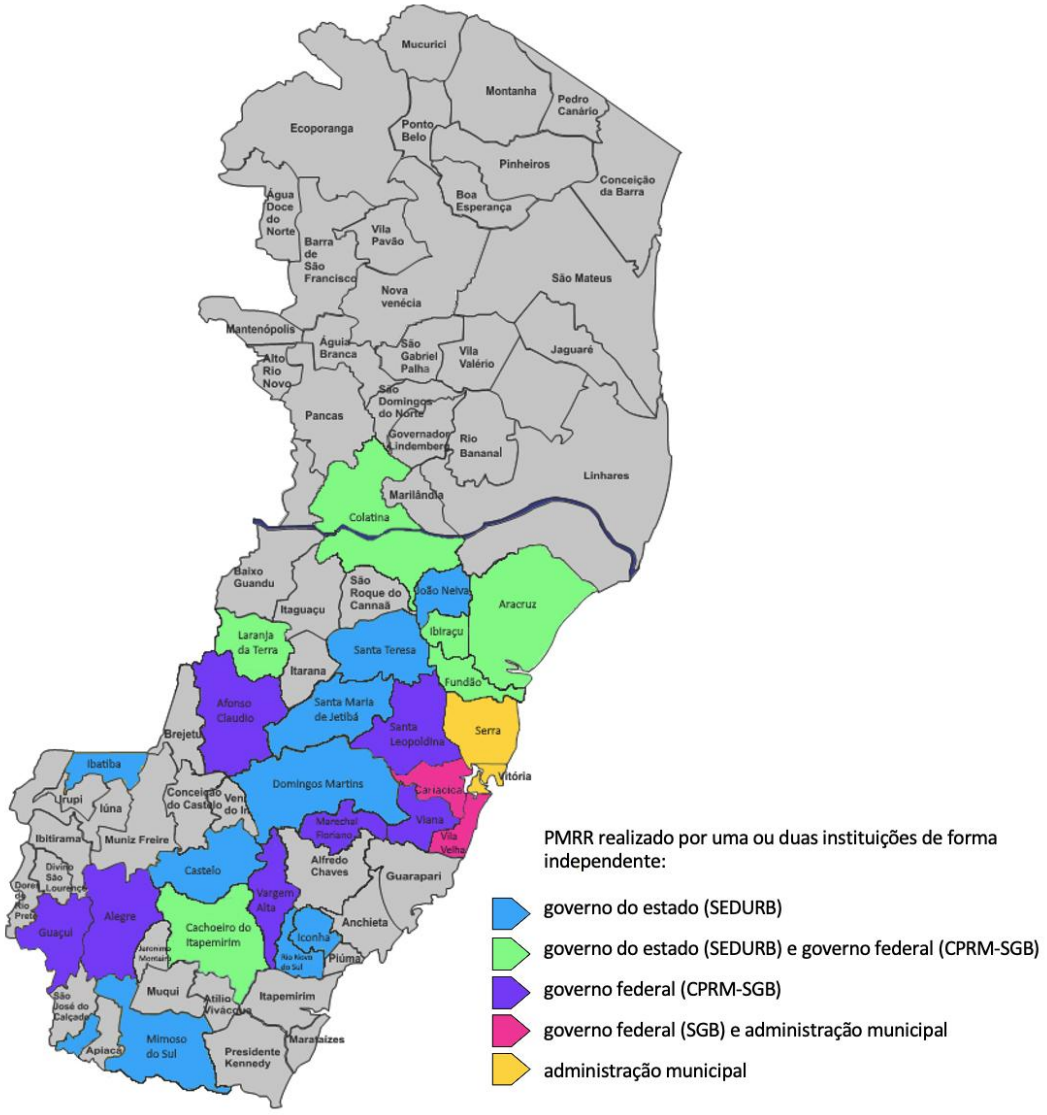


Figura 19. Municípios com Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) elaborado. Municípios em cinza não possuem PMRR.

3.2.2. RECURSOS HÍDRICOS

O ciclo hidrológico funciona como um sistema global fechado, responsável pelo fluxo contínuo de água entre a atmosfera e a superfície terrestre (seres vivos, corpos d'água e solo). No Brasil, embora haja um grande estoque de água, sua distribuição desigual e o aumento da demanda, impulsionado pelo crescimento populacional e pela intensificação de atividades econômicas, têm causado estresse hídrico, especialmente na região Sudeste (Dela Costa et al, 2022). A crescente demanda de água, impulsionada pelo aumento populacional e pelas atividades econômicas, principalmente abastecimento humano,

irrigação e indústria (ANA, 2020), tem gerado estresse hídrico e exacerbado pela urbanização desordenada (Marengo et al., 2017).

No Espírito Santo, o setor agropecuário é o maior consumidor de água no Estado (94% da demanda), acima da média nacional de 80% (ANA, 2019). Para garantir a segurança hídrica, a gestão dos recursos hídricos deve considerar, além de dados históricos, a vulnerabilidade das populações locais e as ameaças das mudanças climáticas, evitando decisões erradas no uso da água (Lima et al., 2014; Marengo et al., 2017).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHES) projeta aumento da demanda de água em todos os setores (irrigação, abastecimento urbano e indústria), com três situações possíveis:

- Cenário 'Remando contra a Corrente' (Pessimista): Brasil e Espírito Santo mantêm forte inserção nas redes de comercialização de commodities (petróleo, minérios, madeira etc.) e produtos alimentícios não processados (café, cana etc.), com baixo avanço em eficiência, inovação e agregação de valor;
- Cenário "Flutuando em Águas Conhecidas" (Tendencial): que busca "Reproduzir com crescimento", no qual o futuro repete o passado e a evolução das principais demandas hídricas decorre de simples extrapolações do que ocorreu em passado recente;
- Cenário "Navegando em Águas Revoltas" (Otimista): que busca "Avançar com inovação" considerando processo de desenvolvimento sustentável, no qual o crescimento econômico é conciliado com o alcance da equidade social, o que envolve a proteção ambiental.

Nessas três situações, o PERHES indica a irrigação como visivelmente dominante na demanda dos recursos hídricos, seguida pelo abastecimento urbano e pela indústria. Embora haja uma projeção real de aumento da demanda pela água, o PERHES ainda não considerou efeitos possíveis e esperados das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos.

3.2.2.1. EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

As mudanças climáticas podem intensificar, acelerar ou fortalecer o ciclo hidrológico global devido ao aumento da temperatura média da Terra (Field et al., 2012; IPCC, 2014; IPCC, 2018). Esse aumento de temperatura altera a distribuição espacial e temporal das precipitações, resultando em maior frequência de eventos extremos, como tempestades e secas prolongadas (Arnell & Gosling, 2016; IPCC, 2021).

Na América do Sul, os países enfrentarão reduções das vazões. Brêda et al. (2020) estimaram as alterações médias das precipitações e das vazões dos rios na América do Sul considerando uma média do conjunto (*ensemble*) dos resultados de 25 modelos climáticos globais (GCMs). Seguindo a tendência em escala global, a maior parte da América do Sul

apresenta tendência futura de redução da precipitação média e das vazões médias, com possibilidade de aumento das vazões máximas. No Brasil, estudos indicam que os Estados brasileiros são vulneráveis às alterações climáticas, com impacto no regime de chuvas e nos recursos hídricos (Lucena et al., 2009; Marengo et al., 2017; De Paula, 2020; Brêda et al., 2020). Particularmente, na região Sudeste do Brasil, as projeções de diferentes GCMs para o rio Doce, considerando o cenário RCP 4.5 (emissões médias de GEE), apresentam uma grande variabilidade, de forma que não há uma concordância entre os modelos em relação ao aumento ou redução das vazões. Entretanto, para o cenário RCP 8.5, mais pessimista, os modelos concordam entre si (ao menos 2/3 dos GCMs) com a redução das vazões no futuro. Portanto, assumindo que as projeções dos GCMs estejam corretas e que a média e a mediana do conjunto de modelos sejam um indicador aceitável do clima futuro, percebe-se que a combinação da redução na precipitação com o aumento da evapotranspiração é responsável pelas maiores alterações esperadas nas vazões do rio Doce e de rios em outras bacias no Espírito Santo.

O clima no Espírito Santo apresenta alta variabilidade devido à presença de duas regiões naturais distintas: a região litorânea e a região serrana. Além disso, o regime de precipitação é fortemente afetado por diversos sistemas atmosféricos, dentre eles o El Niño Oscilação Sul (ENOS) nas fases El Niño (EN) e La Niña (LN), as Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), além dos Sistemas Frontais (SF), os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), a Alta da Bolívia e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (AB/VCAN) e, ainda, sistemas locais, como a Circulação de Brisa, a Convergência Costeira e a orografia do Estado.

A ASAS é mais presente durante o inverno no Estado, favorecendo a criação de condições com baixa umidade e temperatura e, consequentemente, uma menor ocorrência de chuvas. (Satyamurty et al., 1998, Regoto et al., 2018). Episódios de ZCAS se estabelecem durante o verão e favorece a formação de nebulosidade e chuvas (Kodama, 1992; Regoto et al. 2018). Já o ENOS tem duas componentes oceânicas conhecidas como EN e LN (modos de variabilidade climática natural com uma periodicidade de 2 a 7 anos) (Reboita et al., 2021; Pereira et al. 2017). O EN é caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, enquanto o comportamento oposto caracteriza a formação da LN. Embora o ENOS possa modificar os padrões atmosféricos em larga escala, não tem se observado uma relação direta e constante entre suas fases e a magnitude da precipitação observada no Estado. Dessa forma, verifica-se que, sozinho, esse fenômeno não explica o regime de precipitação do Estado, cujos eventos extremos de cheias e secas tendem a resultar de uma interação entre diferentes sistemas atmosféricos e outros fatores meteorológicos regionais.

O aumento de temperatura devido às mudanças climáticas afeta esses fenômenos atmosféricos, intensificando eventos extremos como chuvas intensas e secas prolongadas. Embora a precipitação total média no Estado esteja diminuindo, as chuvas intensas estão

se tornando mais frequentes. O Estado é marcado por um antagonismo entre eventos de inundações e secas, com diferentes regiões do Estado afetadas de forma diversa. Essa alteração no regime de precipitação impacta diretamente na disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas do Estado (Figura 20).

A partir de uma análise preliminar, utilizando modelagem hidrológica, percebe-se que em todos os cenários há uma tendência de redução das vazões médias diárias (Figura 21), bem como das vazões mínimas (não apresentadas aqui). No cenário SSP2-4.5 a maioria dos rios das bacias do Estado apresentam tendência de redução de até -10% na vazão média, mas podendo chegar a -15% nas partes baixas das bacias dos rios Itaúnas, São Mateus, Barra Seca e porção sul da bacia do rio Riacho. Já no cenário SSP5-8.5 verifica-se redução de até -10% nas vazões médias em praticamente todas as bacias, exceto nas dos rios Itapemirim e Itabapoana, nas quais a redução média varia de -5% a -10%. Por outro lado, as porções baixas das bacias dos rios Itaúnas, São Mateus e Barra Seca podem ter suas vazões médias diárias reduzidas em até -20%.

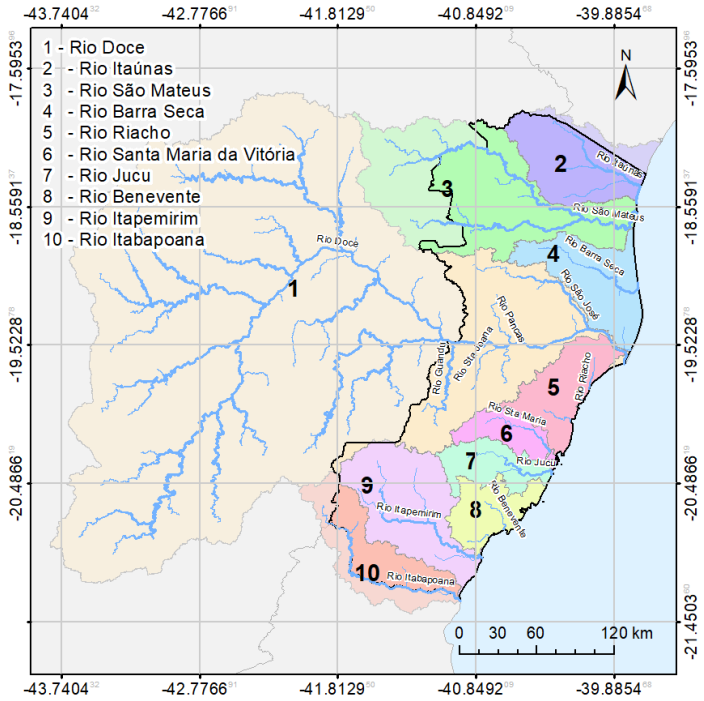


Figura 20. Bacias hidrográficas que compõem a região hidrográfica do Espírito Santo. Fonte: autoria própria.

Diferentemente das vazões médias, percebe-se que em todos os cenários há uma tendência de aumento das vazões máximas diárias, exceto na porção inferior das bacias dos rios Itaúnas e São Mateus, os quais podem ter redução das vazões máximas. No cenário SSP2-4.5 a maioria dos rios das bacias do Estado apresentam tendência de aumento de até 10% na vazão máxima, mas podendo chegar a 15% nas bacias dos rios Itaúnas e São

Mateus. Já no cenário SSP5-8.5 verifica-se aumento de até 10% nas vazões máximas em praticamente todas as bacias. Por outro lado, as porções baixas das bacias dos rios Itaúnas, São Mateus e Barra Seca podem ter suas vazões máximas diárias reduzidas em até -10%.

É importante considerar que as avaliações apresentadas consideram as médias dos resultados dos 19 GCMs, mas a variabilidade entre os resultados individuais de cada modelo é elevada, de forma que a variação nas vazões pode ser ainda maior. Um estudo mais aprofundado e detalhado deve ser realizado para avaliar a faixa de variação das anomalias de vazão. Por outro lado, independentemente do modelo considerado, percebe-se que a recorrência de eventos extremos tem aumentado ao longo dos anos e tendem a se intensificar com os efeitos das mudanças climáticas.

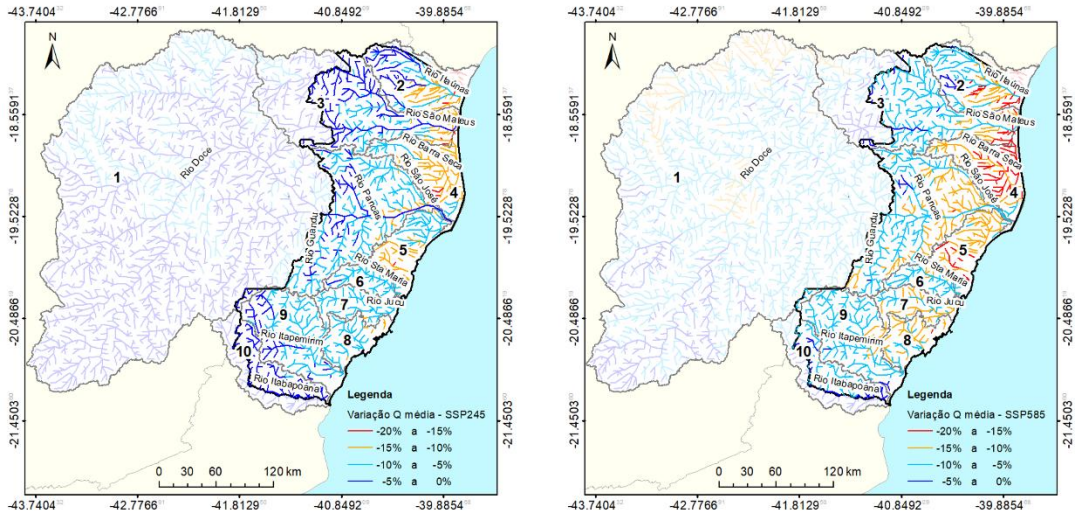


Figura 21. Variação da vazão média diária calculada como a média do conjunto de resultados (ensemble) no período futuro (2015-2085) em relação ao período histórico (1979-2014), para os cenários (a) SSP2-4.5 e (b) SSP5-8.5 do CMIP6. Fonte: autoria própria.

Segundo Dela Costa (2022), os cenários climáticos futuros podem afetar significativamente a precipitação na bacia do rio Doce, uma das bacias federais que desaguam no Espírito Santo. O estudo realizado por Dela Costa (2022) utilizou o Modelo Hidrológico de Grandes Bacias - MGB (Collischonn; Tucci, 2001; Collischonn et al., 2007, Pontes et al., 2017) e as projeções futuras do MCR Eta (Marengo et al., 2011, Chou et al., 2014) aninhado aos modelos globais BESM, MIROC5, CanESM2 e HadGEM2-ES e avaliou os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.

O estudo mostrou que a bacia do rio Doce pode sofrer sérios problemas com redução da precipitação média ao longo do século 21 e, entre 2025 e 2049, poderá haver grande redução das vazões, acima de 60% a depender do modelo regional considerado, comprometendo o abastecimento humano, bem como a disponibilidade de água para

agropecuária, indústria e geração de energia. Entre 2050 e 2074, poderá haver reduções maiores que 77% em 50% dos trechos da bacia e entre 2075 e 2099, esse percentual pode chegar a 91%. Tais impactos são previstos porque os modelos projetam um aumento considerável nas temperaturas médias da bacia do rio Doce ao longo dos próximos anos até o fim do século 21, especialmente no cenário pessimista RCP 8.5.

É importante destacar que, neste documento, foram verificados os impactos sobre os recursos hídricos do Estado, em sua grande maioria, analisando as vazões diárias, mas muitos dos problemas com eventos extremos ocorrem em períodos inferiores a 24 horas, especialmente as inundações. O Estado tem características orográficas que impactam a formação de chuvas e os fenômenos que controlam o regime de chuva no Estado têm se intensificado, gerando impactos extremos com grandes volumes de chuva em pouco tempo.

Segundo os Atlas de Riscos Geológicos e Hidrológicos do Estado do Espírito Santo, apresentado por Ribeiro (2022), foram registrados 354 decretos municipais de "situação de emergência" e de "Estado de calamidade" entre os anos de 2012 e 2020 no Espírito Santo. Desses decretos, 111 estão relacionados à ocorrência dos três principais fenômenos atmosféricos (ENOS, ZCAS e ASAS) que afetam o regime de precipitação do Estado (Regoto et al., 2018) e são diretamente afetados pelo aumento da temperatura resultante das mudanças climáticas.

Se por um lado o aumento de temperatura leva ao aumento na intensidade da evaporação, podendo induzir chuvas extremas devido ao aumento da geração e retenção de vapor d'água, esse processo também tende a gerar secas importantes. Como o Estado é uma importante região agropecuária e possui um discrepante regime pluviométrico longitudinalmente em seu território, a ocorrência de secas compromete as reservas hídricas e a produtividade local.

Uma redução da disponibilidade hídrica no Estado pode levar a danos para a produção de alimentos e até mesmo para a saúde humana, com diversas doenças de veiculação hídrica podendo ser agravadas em decorrência de eventos extremos (cheias e secas) que comprometem a qualidade da água de abastecimento (Confalonieri, 2003; Freitas et al., 2014). O entendimento da variação do regime hidrológico em função das mudanças climáticas tem se mostrado cada vez mais importante para os diversos setores estratégicos do Estado, como o setor hidrelétrico, agropecuária e o abastecimento urbano.

Baldotto (2022) caracterizou o comportamento espaço-temporal dos eventos secos na região hidrológica de abrangência do Estado do Espírito Santo, por meio de dados de sensoriamento remoto e modelagem hidrológica. Com dados de satélite foram identificados 12 períodos secos no período de 2002 a 2020, sendo 4 deles com duração maior de 1,5 ano. O de maior severidade nesse período foi o ocorrido entre 2014 até meados de 2017 (mais perceptível na região sul), sucedido pelo evento de 2018 até 2020

(mais perceptível na região norte), com esses dois últimos separados por poucos meses de excesso hídrico. O estudo avalia ainda que a recuperação do evento de 2014 não ocorreu antes do evento seco seguinte. Eventos secos anteriores a 2002 também foram identificados por meio da simulação hidrológica, alguns com magnitude, severidade e duração tão grande quanto a seca de 2014. Embora sua avaliação não considere o comportamento futuro das secas frente às projeções climáticas, seus resultados ressaltam a ocorrência das secas no Estado, o aumento da magnitude delas e a necessidade de ações de mitigação e adaptação aos cenários climáticos futuros.

Com base nos estudos apresentados, verifica-se que diversos municípios do Estado do Espírito Santo se encontram em uma posição vulnerável em relação a eventos hidrológicos. O Estado pode apresentar uma significativa diminuição no volume de chuvas, com tendência de aumento do percentual do número máximo de dias secos consecutivos no ano (CDD). Períodos secos mais intensos tendem a comprometer setores da economia, principalmente a irrigação e o abastecimento de água do Estado, especialmente considerando que esse abastecimento depende, prioritariamente, da captação em mananciais superficiais.

Percebe-se, com clareza, a exposição das diferentes regiões do Espírito Santo em relação a eventos hidrológicos (perigo) que têm sido afetados (vulnerabilidade) pelos efeitos das mudanças climáticas. É necessário buscar medidas de mitigação e adaptação aos impactos de uma redução da vazão dos rios, agravada pela redução da precipitação total média no Estado. Uma das estratégias já previstas pelo governo do Estado consiste na construção de reservatórios por meio do Programa Estadual de Construção de Barragens (SEAG) que visa a ampliação da segurança hídrica para atividades agropecuárias e para usos múltiplos, como irrigação, abastecimento e contenção de cheias.

3.2.3. AGROPECUÁRIA E SILVICULTURA

O aumento da temperatura do ar, ondas de calor, secas severas e inundações mais frequentes poderão refletir em magnitude, direta e indireta na produção agropecuária e silvicultura no Espírito Santo, com impactos significativos na produtividade, na qualidade e na sustentabilidade das atividades agropecuárias.

O Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura (PEDEAG-4) (2023-2032) destaca que o setor agrícola pode contribuir para a redução das emissões de GEE e para o sequestro de carbono. O Plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono) foi incorporado ao Plano Estadual de Descarbonização e Neutralização de Gases de Efeito Estufa. O PEDEAG-4 também inclui ações para adaptação climática da agricultura, como: (i) Ampliação do monitoramento agrometeorológico no Estado. (ii) Pesquisa e desenvolvimento de novos materiais genéticos resilientes ao clima. (iii) Zoneamento climático para otimizar o uso de terras agrícolas considerando as mudanças climáticas. (iv) Estímulo ao desenvolvimento de tecnologias para eficiência no uso da água.

A versão 2023-2032 do PEDEAG é a primeira a tratar das mudanças climáticas e seus efeitos sobre a agricultura. Dentre os temas transversais, as mudanças climáticas foram pontuadas em termos de importância relativamente ao impacto na agricultura, atrás das temáticas "educação, pesquisas e extensão" e "agricultura familiar".

O Espírito Santo já enfrenta problemas com pastagens degradadas, especialmente nos municípios com características de região semiárida. Em 2021, foram redefinidos os limites do semiárido, incluindo municípios do norte do Espírito Santo, onde as projeções climáticas indicam aumento dos períodos de seca. A nova delimitação do Semiárido foi estabelecida pela Resolução nº 150/2021, do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). Posteriormente, a Resolução nº 176/2024 ratificou o Relatório Final da Delimitação do Semiárido de 2021, mantendo na região os municípios capixabas de Baixo Guandu, Ecoporanga, Itaguaçu, Itarana, Mantenópolis e Montanha.

O PEDEAG-4 identifica a necessidade e apresenta metas para diminuir significativamente a quantidade de pastagens degradadas, recuperar as áreas de preservação permanente e aumentar as áreas de floresta plantada, bem como a integração de plantios com árvores e culturas ou pastagens. Ao mesmo tempo, o PEDEAG-4 tem como meta sair dos 43,3% para 55% das propriedades com agricultura irrigada, portanto, há necessidade a curto e médio prazo de aumentar significativamente as reservas de água. Entretanto, as projeções climáticas apontam para menor disponibilidade hídrica no Espírito Santo.

3.2.3.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA AGROPECUÁRIA E SILVICULTURA NO ESPÍRITO SANTO

Considerando o Censo Agropecuário de 2017, existem aproximadamente 110 mil propriedades rurais no Estado, tendo uma média de 30,1 hectares por propriedade. Destaca-se que 88% apresentam áreas iguais ou inferiores a 50 hectares (IBGE, 2024), portanto, é notória a importância das pequenas propriedades e da agricultura familiar no Espírito Santo.

A agropecuária e a silvicultura representam aproximadamente 6% do PIB capixaba (IJSN, 2024) e empregam 13,1% da mão de obra do Estado, tendo, nos últimos anos, crescimento significativamente acima da média nacional. Por sua vez, o agronegócio representa um terço das riquezas do Espírito Santo, sendo a principal atividade econômica em 80% dos municípios capixabas (PEDEAG-4, 2024), deixando evidente a importância econômica e social do agronegócio para os agricultores e seus respectivos municípios. Nesse cenário, uma das metas descritas no PEDAG-4 é o aumento de 45% do valor bruto da produção agropecuária em 2032, comparativamente a 2022 (de R$ 24,2 para 35 bilhões reais). Outra meta importante é aumentar em pelo menos 40% a produção/produtividade, no mesmo período para a maioria das culturas.

O Espírito Santo apresenta condições favoráveis para produção de diversas espécies, possui recursos humanos qualificados e tecnologias disponíveis, que deixam o Estado no topo da produção e exportação de algumas commodities agrícolas e produtos agroindustriais. Em 2022, o café representou mais de 50% do PIB agropecuário (e silvicultura), 34,49% relativos ao café conilon (Figura 22a), 16,32% ao café arábica (Figura 22b), 8,66% ao tomate e outros produtos da olericultura (Figura 22c), 6,93% a avicultura de postura, 4,82% ao mamão, 4,06% a pecuária de corte, 4,02% a pimenta do reino e cerca de 2% a avicultura de corte, pecuária de leite, banana e silvicultura.



(a)



(b)



(c)

Figura 22. (a) Lavoura de café conilon/robusta (*Coffea canephora*) cultivada no Espírito Santo. (b) Lavoura de café arábica (*Coffea arabica*) cultivada no Espírito Santo. (c) Olericulturas diversas cultivadas no Espírito Santo.

Portanto, o café é ainda o produto agropecuário mais importante em termos do PIB agropecuário no Estado. Assim, a influência das mudanças climáticas na produção de café

é objeto de interesse particular em estudos científicos. As mudanças climáticas estão associadas ao aumento de temperatura, ondas de calor, secas e inundações com riscos sobre a disponibilidade hídrica para a agricultura, entretanto, paradoxalmente, Martins et al. (2024) e Ramalho et al. (2025) identificaram que alguns genótipos de elite do café apresentam uma resiliência ambiental maior que se acreditava.

Foi demonstrado que o CO_2 elevado atenua os prejuízos associados a condições estressantes em níveis fisiológicos e bioquímicos, melhorando o funcionamento do aparelho de fotossíntese, aumentando a eficiência do uso da água e fortalecendo alguns mecanismos de proteção (Rodrigues et al., 2016, Semedo et al., 2021, Silva et al., 2025). O CO_2 elevado também pode promover mudanças arquitetônicas e morfológicas, com ajustes alométricos vinculados à partição de biomassa dentro dos órgãos da planta e à estimulação do crescimento e, finalmente, maiores rendimentos das colheitas (Marques et al., 2022; Ramalho et al., 2018; Rodrigues et al., 2024).

3.2.3.2. ESTRESSE TÉRMICO E HÍDRICO SOBRE A AGROPECUÁRIA E SILVICULTURA NO ESPÍRITO SANTO

As plantas e animais necessitam de uma faixa adequada de temperatura para seu crescimento e desenvolvimento, pois essa variável influencia diretamente o metabolismo dos seres vivos. Quando expostas a temperaturas extremas, as plantas apresentam estresse térmico que pode afetar significativamente a produtividade (Taiz et al., 2014, Rodrigues et al., 2016, Martins et al., 2024). Por exemplo, em 2017, devido as ondas de calor, houve abortamento significativo de flores em pimenta do reino e, consequentemente, queda da produção no Espírito Santo (G1, 2024c). A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define ondas de calor como eventos que ocorrem quando a temperatura máxima diária é 5°C superior àquela do período de referência por tempo superior a 6 dias na mesma região. Fato similar ocorreu no final de 2023, quando ondas de calor provocaram queda da produção esperada do café conilon em aproximadamente 30% (Cafeicultura, 2024).

Grande parte das espécies cultivadas evoluíram em condições de sombra. Contudo, a maioria dos plantios no Espírito Santo são em sistema a pleno sol, onde as plantas crescem quase inteiramente sob luz solar plena, com grande sucesso e alto rendimento. No entanto, o cultivo de sombreamento pode ser usado como uma alternativa para adaptação ao aumento da temperatura ocasionado pelas mudanças climáticas (Jawo et al., 2022, Salvador et al., 2024). Esse tipo de cultivo favorece ainda a diversificação e conservação dos recursos naturais. Outra tecnologia que pode ser utilizada é o uso de “protetor solar” as quais podem reduzir o efeito a alta radiação (Bernardo et al., 2024).

O cultivo de café em sistemas agroflorestais (Figura 23) aumenta a abundância e diversidade no ambiente (Pezzopane et al., 2010; Araújo et al., 2014, 2015, 2016; Dobo et

al., 2018; Oliveira et al., 2018; Tapaça et al., 2024), atenua a alta temperatura e melhora a qualidade do solo (Partelli et al., 2014; Oliosi et al., 2016), portanto, pode ser uma alternativa promissora para adaptação às frequentes ondas de calor, somadas a outras alternativas como plantas mais tolerantes ao estresse térmico. Entretanto, ainda há necessidade de investigações científicas sobre o nível de sombreamento para as diferentes culturas e diferentes árvores e sobre genótipos ou variedades mais tolerantes, entre outras.

Toda planta, bem como todos os animais necessitam de água para o seu crescimento e desenvolvimento e, até mesmo para sobreviver. A água está envolvida em diversos processos metabólicos e sua falta provoca danos e até mesmo morte das folhas e plantas (Figura 24)(Marques et al., 2024, Rodrigues et al., 2024, Ramalho et al., 2025). A tecnologia mais utilizada, principalmente no norte do Espírito Santo para superar o estresse hídrico é o uso da irrigação, que depende de investimento financeiro, energia e disponibilidade hídrica.

Historicamente, o Estado passou por várias secas importantes, como por exemplo, a que durou do segundo semestre de 2014 ao início de 2016, causando gigantescos danos econômicos e sociais. A agropecuária foi a mais atingida, com a produção de café sofrendo uma queda de 25% na safra 2014/2015 e de 50% nas duas safras seguintes (2015/2016 e 2016/2017), fazendo com que a produção só retornasse aos níveis pré-crise (acima de 10 milhões de sacas) na safra 2018/2019 (ALES, 2024; G1, 2024a; G1, 2024b; CONAB, 2025). Nesse período, grande parte das lavouras de café conilon, bem como de pimenta do reino eram irrigadas e muitos agricultores tinham barragens em suas propriedades. Contudo, com grande uso e falta de chuva por quase dois anos, houve o secamento de muitas barragens e leitos de córregos e rios (Figura 25). Assim, muitos agricultores fizeram drenagens profundas em leitos de córregos, poços rasos e artesianos em busca de água subterrânea. Essa seca provocou uma perda superior a 3,5 bilhões de reais devido, principalmente, à queda da produção do café conilon (G1, 2024a). Atualmente, por exemplo, se ocorresse uma queda de 50% da produção de café, ponderando os bons preços praticados em 2024, a perda direta seria de em torno de 10 bilhões de reais. Esse fato, dentre outros, mostra o imenso prejuízo ocasionado pela seca e a evidente necessidade de captar e armazenar água, bem como conhecer o potencial das reservas de água superficiais e subterrâneas, mas, principalmente, otimizar o uso da água e melhorar as espécies para enfrentamento da escassez hídrica.

Por outro lado, as enchentes podem ocasionar o estresse hídrico por afogamento das culturas (Figura 26), uma vez que a grande maioria das plantas não suporta mais de dois ou três dias com solo submerso em água e, portanto, sem oxigênio disponível para o metabolismo respiratório de raízes. As enchentes podem também ocasionar danos físicos estruturantes nas áreas produtivas, desde a interdição de estradas, desmoronamentos e erosões, até a danificação de estruturas prediais, morte de animais e de pessoas.



(a)



(b)



(**c)**

Figura 23. (a) Lavoura de café com mogno africano em Pinheiros (ES). (b) Lavoura de café com cedro australiano em São Mateus (ES). Fileiras simples de cedro australiano entre 5 carreiras de café. (c) Lavoura de café com seringueira em Jaguaré (ES). Fileiras duplas de seringueira entre 10 carreiras de café.



(a)



(b)

Figura 24. (a) Planta e (b) lavoura durante a seca extrema de 2014/2015.



Figura 25. Barragens sem água, condição ocasionada pelo uso da irrigação durante a seca de 2014/2015 em Vila Valério (ES).



(a) (b)

Figura 26. (a) Áreas agrícolas de (a) manga e banana e (b) banana e pastagem (e rodovia) alagadas em início de 2020 em Alegre (ES).

O Espírito Santo ao longo de sua história tem enfrentado diversas enchentes que trazem grandes prejuízos nos campos e nas cidades. Medidas de prevenção estão associadas a aprimoramentos para melhoria da absorção de água no solo e da sua capacidade de armazenamento, impedindo ou diminuindo o escoamento superficial das águas. Para isso, deve-se buscar constantemente o manejo sustentável das lavouras, com práticas conservacionistas, plantio de árvores, cultivares melhoradas, construção de caixas secas, terraços, barraginhas e barragens.

3.2.4. SAÚDE

A identificação de problemas de saúde relacionados às mudanças climáticas é crucial para melhorar a atenção à saúde e a segurança dos pacientes. Essa abordagem proativa permite que as instituições de saúde se preparem e antecipem as necessidades da população,

garantindo a oferta dos serviços principalmente em cenários que sejam diferentes das ações usuais.

A Política Nacional de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2018) estabelece que as ações de vigilância devem ser integradas em toda a rede do Sistema Único de Saúde (SUS) e abranger toda a população do território nacional, com foco prioritário em áreas e grupos com maior risco e vulnerabilidade. O objetivo é combater desigualdades sociais e de saúde, buscando equidade na atenção, inclusive por meio de intervenções intersetoriais.

Diante dos efeitos das mudanças climáticas na saúde, o Ministério da Saúde criou, em 2024, a Coordenação-Geral de Mudanças Climáticas e Equidade em Saúde (CGCLIMA), dentro do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, além de estabelecer uma Sala Nacional de Situação de Emergências Climáticas em Saúde. O ministério também lançou um guia prático para profissionais de saúde, baseado no livro "Mudança do Clima: Guia de Bolso", desenvolvido pela Organização Pan-Americana da Saúde, com o intuito de informar e orientar profissionais de saúde sobre doenças e agravos relacionados a eventos climáticos extremos, cabendo aos Estados extraírem as informações do guia, adaptando-as às diferentes realidades encontradas nas diferentes regiões do país.

Os impactos à saúde provocados por eventos climáticos extremos, como desastres hidrológicos e geológicos, por exemplo, estão frequentemente ligados a traumas físicos, como lesões e mortes acidentais. Entretanto, grande parte dos impactos se deve a condições não traumáticas, principalmente em pessoas vulneráveis com condições pré-existentes.

O Ministério da Saúde, no seu Guia de bolso sobre os efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde apresentou uma revisão dos problemas de saúde associados de forma direta ou indireta a um ou mais dos eventos climáticos, sendo que a relação de alguns problemas de saúde com certos eventos climáticos ainda não estão definidas ou possuem mecanismos desconhecidos. Em resumo, os eventos climáticos extremos (associados à poluição do ar, secas, calor, frio e inundações, por exemplo) têm sido associados a problemas de saúde classificados por áreas clínicas, incluindo: cardiovasculares (hipertensão, hipotensão e síncope, arritmia e insuficiência cardíaca, angina e infarto, miocardiopatia, insolação, sinais e sintomas cardiovasculares do colapso do calor), respiratórias (alergias, dispneia, asma e hiper-reatividade crônica, infecções de vias éreas, câncer de pulmão, sinais de sintomas respiratórios do colapso do calor), renais (nefrolitíase, insuficiência renal aguda e crônica, distúrbios hidroeletrolíticos devido ao calor), oftalmológicas (irritação nos olhos, foto conjuntivite e foto ceratite, pterígio e catarata), cutâneas (eritema solar, queimadura de sol, câncer, dermatomicoses, leishmaniose cutânea), zoonoses e doenças transmitidas por vetores (dengue, Chikungunya, Zica, malária, febre amarela, leishmaniose e malária placentária, borreliose, doença de Lyme ou eritema migratório crônico, leptospirose e

hantavirose), gastrointestinais (sintomas e infecções gastrointestinais, intoxicação alimentar, disfunção hepática) neurológicas (AVC, mal de Parkinson, doença de Alzheimer e outras demências, alterações de aprendizagem, epilepsia, esclerose múltipla sintomas neurológicos, síndrome de Guillan-Barré e meningite meningocócica), problemas de saúde mental (ansiedade e depressão, estresse pós-traumático, problemas psicossociais) e saúde materno-infantil (desnutrição materna, parto prematuro, microcefalia, baixo peso ao nascer, mortalidade súbita infantil, mortalidade perinatal, descolamento da placenta).

No Espírito Santo, os desastres hidrológicos (enxurradas e inundações) causam o maior número de óbitos e de desabrigados e desalojados. Outros tipos de desastres, como desastres geológicos (deslizamentos), meteorológicos (chuvas intensas), climatológicos (incêndios e estiagem) e biológicos (expansão de arboviroses) são igualmente importantes. O desastre biológico ligado, principalmente, à expansão da dengue e os desastres climatológicos ligados às ondas de calor que causam doenças cardiovasculares, respiratórias, renais etc. estão detalhados a seguir. Além desses problemas, os desastres geológicos e hidrológicos causadores de traumas físicos também necessitam de um aparelhamento do sistema de saúde no Espírito Santo para o enfrentamento do aumento das demandas devidos às mudanças climáticas.

3.2.4.1. A REGULAÇÃO TÉRMICA NATURAL DOS SERES HUMANOS

A espécie humana é uma das que conseguiu maior capacidade de adaptação a temperaturas extremas, pois existem populações vivendo de forma permanente em locais com temperatura média anual próxima a zero graus no polo norte, até outras vivendo no deserto do Saara, onde a temperatura média anual diurna é superior a 33ºC, com picos térmicos superiores a 50ºC em alguns dias. Essa capacidade adaptativa advém tanto de mecanismos fisiológicos (neurais e hormonais) de regulação térmica, como do desenvolvimento de tecnologias, tais com a fabricação de vestimentas próprios e a construção de habitações adequadas para manter o equilíbrio térmico frente às variações da temperatura externa.

Entretanto, os humanos, como os demais mamíferos e aves, são homeotérmicos, isto é, são programados para manter a temperatura interna dentro de limites estreitos de variação (geralmente da ordem de 0,5ºC no ciclo circadiano). A temperatura interna média é, aproximadamente, igual a 36,5ºC, enquanto, a temperatura média da pele situa-se em torno de 28ºC. A redução da temperatura corporal reduz gradualmente o metabolismo que é seriamente comprometido abaixo de 35ºC. A partir dessa temperatura, os batimentos cardíacos, a respiração e a atividade elétrica do sistema nervoso central decaem advindo sonolência, torpor e coma que, se não revertido, evolui para morte. No lado oposto, as consequências são similares. O aumento da temperatura interna (que é comum na ocorrência de febre) tem um limite superior da ordem de 41ºC, mas os primeiros sintomas

começam a aparecer quando um indivíduo exposto a temperaturas externas elevadas, tem sua temperatura interna superior a 38-39ºC. Nessas condições ocorre intensa vasodilatação com queda da pressão arterial e dificuldade de manter raciocínios. Acima dos 40ºC de temperatura interna o raciocínio se torna desordenado, podem aparecer convulsões e morte por desorganização da atividade elétrica cerebral ou cardíaca.

A aclimatação ao frio envolve basicamente reações hormonais, com aumento da produção de hormônios da tireoide que acelera o metabolismo e aumenta a produção de calor. A eficiência energética do corpo humano é da ordem de 40%, ou seja, de todo o conteúdo calórico existente nos alimentos, cerca de 40% é transformado em energia química acumulada em moléculas de adenosina trifosfato (ATP) para uso nos processos celulares (transporte de substâncias para dentro e fora das células, contração muscular, neurotransmissão etc.). O restante é transformado em calor para manter a temperatura interna constante. Em temperaturas ambientes mais baixas do que 28 ºC há uma contínua perda desse calor para o meio ambiente.

A aclimatação ao calor se dá basicamente pelo aumento da capacidade de produção de suor. O suor é uma secreção produzida pelas glândulas sudoríparas e modulada pela temperatura interna. Quando há ameaça de aumento da temperatura interna (exposição ao calor externo excessivo, por exemplo), a descarga do sistema nervoso nas glândulas faz aumentar a produção de suor. O suor, ao evaporar, retira calor da pele, transferindo assim calor interno para o ambiente. A perda de calor se faz pela produção e, principalmente, pela evaporação do suor. Essa é a razão pela qual a defesa contra a hipertermia também depende da umidade relativa do ar. No ar saturado de vapor de água a evaporação é menos eficiente. Ou seja, o indivíduo sua, mas não dissipa com eficiência o calor interno. Portanto, nas ondas de calor com ar de alta umidade, há maior risco de hipertermia. Se a umidade relativa do ar for baixa, a evaporação é mais eficiente e, portanto, o risco de hipertermia é menor. Por outro lado, cresce o risco de desidratação, um dos grandes problemas de saúde na vigência de ondas de calor.

Resumindo, a manutenção da temperatura interna do corpo nas situações de onda de calor se dá basicamente por dois mecanismos: (i) vasodilatação cutânea, notadamente nas áreas onde a troca de calor é mais intensa, como mãos, face e pés; e (ii) produção de suor que, ao evaporar, retira calor corporal contribuindo para dissipar o calor interno produzido no metabolismo. Esses dois mecanismos, entretanto, ocorrem à custa de perda de água e sais (principalmente sódio) e diminuem a pressão arterial. Portanto, desidratação e hipotensão arterial são consequências previsíveis de eventos climáticos associados às ondas de calor. Se a temperatura ambiente se situar acima de 37 ºC, haverá transferência de calor do ambiente para os indivíduos e, nesse caso, a manutenção da temperatura interna abaixo de 37 ºC dependerá essencialmente da sudorese. Caso isso não seja suficiente, o aumento da temperatura interna (hipertermia) desencadeará um quadro de colapso cardiovascular

dependente de hipotensão arterial que, nos casos mais graves pode levar à redução do fluxo sanguíneo cerebral, coma e morte.

3.2.4.2. ONDAS DE CALOR E POPULAÇÕES VULNERÁVEIS

O aumento da temperatura ambiente máxima diária no ES pode, no pior cenário (SSP5 8.5), atingir 6,5 ºC em 2100 (relativamente ao período 1995 e 2015). Isso significa que podem ocorrer temperaturas máximas médias anuais superiores a 43 ºC o que implica, possivelmente, em temperaturas médias horárias (picos de temperatura) bastante superiores em determinadas regiões.

Embora ondas de calor sejam definidas como condições climáticas quando a temperatura máxima diária é superior em 5 ºC ao valor médio diário no período de referência, num intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, os impactos na saúde pública podem ser observados em um período mais curto dependendo do valor da temperatura máxima diária.

Ondas de calor podem ocorrer em qualquer época do ano, entretanto, produzem maiores riscos à saúde quando ocorrem nos meses de verão quando as temperaturas máximas são bastante elevadas produzindo consequências mais severas e graves para os seres vivos de modo geral, incluindo plantas e animais.

Existem cinco grupos de indivíduos mais vulneráveis às ondas de calor:

i. A população de menor renda, especialmente aquelas que vivem em ilhas urbanas de calor, ou seja, o segmento que dispõe de menor acesso a equipamentos de controle de temperatura no ambiente de trabalho ou doméstico (ar-condicionado, ventiladores etc.); além disso, nas ilhas de calor as residências usualmente são construídas com tetos mais baixos e com uso de materiais que determinam menor isolamento térmico e são também menos capazes de dissipar o calor ambiental. O subgrupo da população de menor renda que corresponde aos trabalhadores que laboram em climas muito quentes ou realizam atividades de grande esforço físico expostos ao sol são também altamente vulneráveis às ondas de calor, independentemente da renda;

ii. A população de idosos, pois têm maior dificuldade para controle da temperatura interna por apresentarem menor redução da sudorese (envelhecimento das glândulas sudoríparas). Além disso, a sensação de sede é diminuída em idades mais avançadas. Estes dois processos fazem com que idosos tenham mais dificuldade de manter a hidratação e temperatura interna na vigência de ondas de calor, e, consequentemente, têm maior risco de apresentarem hipotensão arterial e evoluírem para um Estado de colapso cardiocirculatório que pode levar à morte. A desidratação e a hipotensão arterial são dois mecanismos que aumentam a necessidade de atendimento médico a idosos em prontos atendimentos e hospitais durante as ondas de calor. O risco é maior para a população idosa que vive sozinha fato que vem preocupando as autoridades sanitárias em todo o mundo dado o aumento no número de mortes domiciliares neste segmento da população.

iii. Pessoas acamadas ou com mobilidade reduzida;

iv. Crianças em geral, particularmente as menores de 3 anos pois até essa idade é ainda incipiente a adoção de comportamentos essenciais para evitar a desidratação e elevação da temperatura corporal na vigência de aumento importante na temperatura ambiente (busca de locais mais ventilados e frescos, ingerir água e uso de roupas mais leves).

v. Povos e comunidades tradicionais e indígenas, que, por serem grupos culturalmente diferenciados, possuem formas próprias de organização social, ocupando e usando territórios e recursos naturais como condição para reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica.

A preparação para enfrentamento de ondas de calor depende de vários setores e fatores, cabendo destaque aos seguintes:

- A existência de instituições que monitorem a temperatura de forma contínua e que, com base em dados históricos e meteorológicos, possam prever com alguma precisão a chegada de ondas de calor, incluindo sua intensidade e duração. Cabe destacar que essa previsão deve ser feita dentro de um território específico pois, dadas a diversidade de relevo do Espírito Santo e influência de ventos oceânicos, uma onda de calor pode ter uma extensão maior ou menor dependendo de muitos fatores físicos e geográficos;
- A existência de órgãos que tenham competência legal para emitir alertas e determinar medidas específicas de proteção, principalmente para grupos mais vulneráveis, incluindo trabalhadores que atuam em locais sem qualquer tipo de proteção (ruas, praias, trabalhadores do campo etc.);
- O treinamento específico de certos setores da economia (creches, pronto atendimentos, instituições de longa permanência para idosos e crianças, instituições de acolhimento para pessoas com deficiência etc.) para adoção de medidas preventivas contra a desidratação e hipotensão, ou seja, profissionais que detectem precocemente sinais de perda excessiva de água e redução da pressão para que sejam tomadas as providências em tempo hábil para prevenir ou mitigar eventos concomitantes com as ondas de calor;
- Emissão de alertas para os hospitais e pronto atendimentos para o previsível aumento das demandas para atendimentos a grupos específicos mais vulneráveis (idosos e crianças), com necessidade de reforço em estoque de insumos mais utilizados nesses casos (soro fisiológico, compressas com gelo etc.);
- Reforço de alertas e estoques de soro fisiológico em pronto atendimentos para eventuais necessidades de reidratação de maior número de pessoas, com protocolos pré-definidos para crianças e idosos;
- Realizar levantamento prévio de idosos que vivem sozinhos aumentando a frequência de contato remoto (telefone, mensagens etc.) com eles para evitar episódios de desidratação e colapso circulatório durante as ondas de calor;

- Orientações para a população em geral sobre quem são os grupos de maior risco na ocorrência de ondas de calor e as medidas que devem ser tomadas preventivamente para evitar consequências ou para mitigação de efeitos;
- Esclarecimento da população referente à necessidade de manter hidratação adequada, uso de roupas mais leves e de cores claras (para refletir a irradiação infravermelha do meio ambiente) e de atentar para os sinais de desidratação. Cabe destacar que o suor contém elevado conteúdo de sais, principalmente de sódio (Na) e potássio (K). A perda desses elementos predispõe à perda de água e facilita ou agrava a desidratação, sendo recomendável nesses casos além da ingestão de água, aumento do consumo de frutas e legumes frescos;
- Aumentar a disponibilidade de água potável para a população em geral que não está em domicílios ou locais de trabalho, com instalação de bebedouros públicos em locais onde houver maior fluxo de pessoas (praças, terminais rodoviários etc.);
- Emitir alertas no caso de ocorrência de grandes aglomerações (shows, eventos esportivos, religiosos etc.) com legislação específica para limitação de pessoas por área, acesso água e, se for o caso, suspensão de eventos desde que condições mínimas de segurança não possam ser atendidas;
- Fomento à adoção de materiais de construção, notadamente em áreas normalmente muito quentes, que reduzam o impacto da temperatura externa no ambiente interno das residências e locais de trabalho.

3.2.4.3. EXPANSÃO DAS ARBOVIROSES: A DENGUE E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Arboviroses são doenças transmitidas por uma classe de artrópodes (os insetos), sendo os mosquitos os mais abundantes e importantes para a saúde. As principais arboviroses endêmicas no Brasil e no Espírito Santo são a dengue, chikungunya, zika, febre amarela e, mais recentemente, a febre oropouche. No momento, a dengue vem trazendo maior preocupação dada sua elevada e crescente incidência.

A dengue é endêmica no Espírito Santo desde sua primeira notificação em 1995. Desde então, ocorreram vários surtos da doença, com 50 mil a 100 mil casos anuais. Mais recentemente (2023 e 2024), houve uma explosão de casos, com mais de 300 mil casos confirmados anualmente, ou seja, mais de 10 mil casos por 100 mil habitantes por ano. Isso representa uma enorme sobrecarga para o setor de saúde com grande impacto na força de trabalho, gastos de previdência e outros gastos indiretos.

A transmissão da dengue é feita pelo mosquito *Aedes aegypti*, que atua como vetor na cadeia de transmissão da doença onde a fêmea apresenta papel essencial. Esses insetos têm o hábito de se alimentar com sangue pela manhã e ao final da tarde. Ao sugarem sangue contaminado com o vírus, ocorre proliferação do vírus no intestino do mosquito que se espalha por todo o corpo do animal, incluindo glândulas salivares e ovário. O mosquito infectado, ao sugar uma pessoa sadia pode inocular o vírus diretamente na corrente sanguínea ocorrendo nova infecção. Além disso, a fêmea infectada pode depositar

ovos infectados no meio ambiente (locais com água parada) o que faz com que nasçam dezenas de mosquitos já infectados com o vírus que passam a amplificar o ciclo de transmissão originando os surtos. Mas, o que torna mais difícil o controle da proliferação, é que os ovos podem se manter viáveis em ambientes secos por meses. Na ocorrência de condições climáticas favoráveis (água e calor) eclodem novos mosquitos já infectados. Essas são algumas das razões pelas quais o controle da doença tem sido tão difícil.

O controle das arboviroses em geral, e da dengue em particular, deve ser feito simultaneamente em vários pontos da cadeia de transmissão de cada doença, havendo para isso necessidade de conhecer em detalhes a biologia do vetor, seus hábitos de vida, reprodução etc. No caso da dengue podem ser citadas várias medidas:

i. Impedir ou dificultar a proliferação dos mosquitos. A oviposição das fêmeas ocorre em qualquer lugar onde exista água parada. A eclosão dos ovos ocorre em cerca de 7 dias. Portanto, os recipientes (garrafas, copos etc.) que contenham água parada precisam ser limpos pelo menos uma vez por semana;
ii. Limpar esses recipientes mesmo depois de secos, pois os ovos depositados anteriormente podem ficar viáveis por até 1 ano e eclodirem quando se tornarem úmidos novamente (após chuvas, por exemplo). Terrenos baldios onde existam recipientes com capacidade de acumular água precisam ser limpos periodicamente e os recipientes descartados de forma adequada;
iii. Monitorar focos de transmissão da doença. Pessoas infectadas precisam ser protegidas para não serem picadas pelo mosquito ampliando a rede de transmissão. Assim, locais onde ocorrem casos da doença precisam ser monitorados para intensificação das ações de combate ao mosquito naquela área específica;
iv. Realizar o diagnóstico e a transmissão das informações para a vigilância sanitária de forma ágil. Pacientes infectados precisam ter diagnóstico rápido para alimentar, no menor tempo possível, a cadeia de transmissão de informações possibilitado a tomada de decisão para os setores responsáveis pelo controle das endemias.

Insetos são animais com grande capacidade de adaptação a diferentes ecossistemas. A reprodução desses animais é fortemente influenciada pela temperatura ambiental, sendo as taxas de reprodução fortemente aumentadas com a elevação da temperatura. Assim, com o aumento da temperatura pode-se esperar expansão da população de insetos em todos os ecossistemas com impactos na agricultura, saúde animal em geral e, especificamente, para a saúde humana. Desse modo, o aumento da temperatura irá causar expansão das arboviroses que estão se deslocando gradualmente das áreas mais quentes para as outrora mais frias. A expansão de áreas ocupadas por mosquitos e a facilitação de sua reprodução são dois fatores que predizem aumento da incidência das arboviroses de modo geral, mesmo sem considerar outros fatores.

Dentre as ações que podem ser implementadas ou otimizadas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas na expansão das arboviroses, tem-se:

i. Reforçar o papel das vigilâncias municipais de endemias que devem ser capacitadas a usarem com agilidade os dados de monitoramento de casos suspeitos/confirmados em seus municípios para tomada de decisões rápidas em relação ao combate aos focos onde haja aumento de notificações;
ii. Descentralizar o local onde são feitos os exames sorológicos (hoje concentrados no Lacen-Vitória) para permitir a confirmação rápida do diagnóstico de casos suspeitos possibilitando agilizar a atualização do Painel de Dengue para uso mais eficaz dos dados pelas vigilâncias municipais (equipar e capacitar equipes para essa tarefa);
iii. Monitorar a circulação dos sorotipos do vírus da dengue (bem como de outras arboviroses) no Espírito Santo (por meio de diagnóstico molecular) permitindo detectar precocemente a introdução de novas variantes em circulação (possibilitar melhor planejamento de campanhas de vacinação e condução de casos);
iv. Realizar monitoramento de sorotipos dos casos mais graves (que exigem internação hospitalar) visando treinamento de equipes assistenciais para reduzir a morbidade e a mortalidade decorrentes da doença;
v. Realizar cursos continuados de capacitação de equipes tanto das vigilâncias epidemiológicas municipais como das equipes da linha de frente para monitoramento de casos, diagnóstico precoce e prevenção de complicações nos casos;
vi. Reforçar a necessidade de proteção contra os mosquitos nos locais onde forem identificados os focos de propagação da doença (bairros, quadras, ruas etc.) por meio do uso de repelentes, telas de proteção etc.), ou seja, melhorar a educação da população em relação aos mecanismos de transmissão da doença.

3.2.4.4. ENFRENTAMENTO DO SETOR DA SAÚDE AOS VÁRIOS DESASTRES AMBIENTAIS

Desastres constituem eventos nos quais a população atingida não mais dispõe de recursos suficientes para mitigar os efeitos imediatos do evento, havendo necessidade urgente de socorro externo. Nesses eventos, o setor de saúde representa um dos componentes de atendimento às pessoas atingidas e o modo de atuação depende da natureza do sinistro.

No Espírito Santo, os desastres hidrológicos (enxurradas e inundações) causam o maior número de óbitos e de desabrigados e desalojados no Estado. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC) prevê a existência de um comitê estadual de articulação institucional e, proteção e defesa civil com representantes de vários órgãos do Estado, dentre eles, a Secretaria Estadual de Saúde (SESA) com o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192). Entretanto, deve haver uma equipe da SESA que atue em estreita colaboração com a defesa civil e corpo de bombeiros.

No PEPDEC está previsto que a SESA deve orientar as secretarias municipais de saúde para que usem os mapas de risco de deslizamento e inundação elaborados pelo Serviço Geológico Nacional nas ações de prevenção com responsabilidade na garantia dos direitos das crianças e adolescentes, pessoas idosas e pessoas com deficiência. Outra atribuição

importante da SESA, conforme listado no PEPDED, é a elaboração de Plano de Preparação e Resposta da Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo frente aos desastres com orientação às secretarias municipais de saúde para que elaborem planos de contingência para os desastres associados às inundações.

Entretanto, o Plano Estadual de Saúde 2024-2027 indica que o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192) da Rede de Atenção às Urgências e Emergências está preparado, principalmente para atendimentos, não necessariamente relacionados aos desastres ambientais. O Plano Estadual de Saúde menciona o programa VIGIDESASTRES do Ministério da Saúde criado em 2022 sob a responsabilidade da Coordenação-Geral de Preparação para as Emergências em Saúde Pública, do Departamento de Emergências em Saúde Pública, vinculado à Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. O principal objetivo do VIGIDESASTRES é desenvolver e implementar ações de vigilância em saúde voltadas para a gestão de riscos associados a emergências em saúde pública decorrentes de desastres. No Estado, o VIGIDESASTRES está associado à Unidade de Vigilância Ambiental da SESA.

É importante que haja uma coordenação e/ou integração entre os órgãos estaduais, bem como entre estes e os órgãos federais e municipais para o efetivo preparo do sistema de saúde para o enfrentamento dos desastres ambientais que serão mais frequentes e mais intensos com as alterações climáticas em marcha.

As ações de saúde no caso de desastres devem ser concentradas, pelo menos, nos seguintes aspectos:

i. Definição de instituições de saúde aptas a receber pacientes em estado grave, isto é, em que a vida se encontra em risco, na ocorrência de desastres;
ii. Treinamento de profissionais para atuarem nos atendimentos emergenciais nos locais dos eventos, notadamente nos casos de escorregamentos e desabamentos nos quais são necessários equipamentos para assistência ventilatória, analgésicos, sedativos, torniquetes, macas com equipamentos de contenção e proteção etc.;
iii. Planejamento de estoque emergencial de medicamentos de primeira necessidade (analgésicos/antitérmicos, antidiabéticos (incluindo insulina), anti-hipertensivos, anticoagulantes, entre outros) visando atender aos pacientes que usam cronicamente medicamentos cujo uso não pode ser interrompido;
iv. Vigilância continuada dos surtos de doenças infectocontagiosas que ocorrem com maior frequência após desastres ambientes, notadamente nos casos de inundações, quando o espalhamento de bactérias (coliformes fecais, por exemplo) e parasitas (ameba, entre outros) aliado às dificuldades para abastecimento de água potável, determinam surtos de distúrbios gastrointestinais, leptospirose, hepatite A, dentre outros.

Algumas situações podem ultrapassar a capacidade dos sistemas de saúde de responder às demandas da sociedade em situações de desastres ambientais. Abaixo são descritas aquelas situações mais facilmente identificáveis que merecem especial atenção:

- Incapacidade dos serviços de saúde de responder adequadamente ao constante aumento da demanda por atendimento devido aos efeitos das mudanças climáticas na saúde da população;
- Quedas de energia devido a eventos climáticos extremos podem comprometer a prestação de serviços nas unidades de saúde;
- Durante eventos climáticos extremos, o sistema de ar-condicionado das unidades de saúde pode parar de funcionar;
- Certas unidades de saúde não são construídas para resistir a eventos relacionados às mudanças climáticas, como ventos fortes, calor interno excessivo ou inundações.

3.2.5. INFRAESTRUTURA

Os riscos associados à infraestrutura devido às mudanças climáticas estão diretamente ligados a impactos que afetam tanto o transporte de bens e serviços quanto a mobilidade dos cidadãos, além do fornecimento e transmissão de energia elétrica. Eventos como precipitações intensas, ventos fortes, incêndios florestais, deslizamentos e inundações podem comprometer a integridade de estradas, ferrovias, portos e aeroportos, além de causar interrupções no fornecimento de energia e danos às redes de transmissão.

A intrusão salina em rios, resultante da elevação do nível do mar, dificulta o abastecimento de água doce nas regiões costeiras nos períodos de estiagem. O processo de sobrelevação do mar, em conjunto com o elevado consumo de água nas bacias hidrográficas, tende a amplificar o assoreamento nas desembocaduras fluviais que impede o trânsito das embarcações, afetando diretamente as comunidades tradicionais da pesca. Além disso, a erosão costeira, intensificada pela alteração no regime de ondas e pela subida do nível do mar, provoca uma reconfiguração das praias e zonas costeiras, ameaçando infraestruturas localizadas nessas áreas, como portos, estradas e instalações industriais.

Esses impactos ressaltam a necessidade de adaptação e planejamento de longo prazo, visando à resiliência da infraestrutura frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

3.2.5.1. DANOS À INFRAESTRUTURA ASSOCIADOS A DESASTRES CLIMÁTICOS

Dados sobre perdas humanas e econômicas decorrentes de desastres confirmam a hipótese de que eventos naturais extremos têm impacto negativo na infraestrutura e no desenvolvimento do Estado. No cenário atual, em que se observa um aumento gradual na frequência desses desastres, identificar onde essas perdas ocorrem é crucial para planejar de forma mais eficaz as intervenções necessárias na infraestrutura.

O Banco Mundial em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina realizou um estudo com o objetivo de quantificar os danos materiais e prejuízos causados por desastres naturais no Brasil (Banco Mundial et al., 2020). O estudo mostrou que os maiores danos e

prejuízos para o país, cerca de R$ 199,83 bilhões, estão associados a estiagem e seca. Entretanto esses gastos não estão inteiramente relacionados com infraestrutura (apenas 0,16% ou cerca de R$ 323 milhões). Os maiores gastos na área de infraestrutura estão associados principalmente a enxurradas (R$ 18 bilhões) e inundações (R$ 9 bilhões), seguidos por chuva intensa (R$ 4 bilhões) e movimentos de massa (R$ 2 bilhões). Os gastos com alagamentos, granizo e vendavais/ciclones também são significativos, cerca de R$ 1 bilhão cada um.

O ES ocupa a 10ª posição no ranking de danos materiais em infraestrutura. É importante notar, que ao normalizar os danos materiais em infraestrutura pelo PIB dos Estados, o ES passa a ocupar a 5ª posição no ranking, sendo o Estado com maiores danos materiais em infraestrutura em relação PIB da região sudeste. Proporcionalmente ao PIB, o ES (0,91%) teve mais que o dobro dos danos materiais em infraestrutura que o RJ (0,42%) ou mais de 6 vezes os gastos de SP.

3.2.5.2. FATORES E EVENTOS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA INFRAESTRUTURA NO ESPÍRITO SANTO

A infraestrutura do Espírito Santo encontra-se crescentemente exposta aos efeitos das mudanças climáticas, que se manifestam de maneira direta por meio de fenômenos como a sobrelevação do nível médio do mar, a erosão costeira, as chuvas extremas e os deslizamentos de terra. Esses fatores não apenas afetam a integridade física de sistemas críticos — como transporte, energia, saneamento e abastecimento de água —, mas também comprometem a continuidade dos serviços essenciais para a população. A análise dos eventos climáticos relevantes permite identificar de que forma esses riscos interagem com a vulnerabilidade existente das cidades capixabas, oferecendo subsídios para o planejamento e a priorização de medidas de adaptação. Assim, compreender a magnitude e as implicações desses fenômenos é um passo fundamental para o fortalecimento da resiliência da infraestrutura estadual diante de cenários climáticos futuros cada vez mais desafiadores.

SOBRELEVAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

Para o abastecimento de água, a elevação do nível médio do mar gera problemas críticos, pela intrusão salina em aquíferos e mananciais próximos ao litoral. Causando o aumento da salinização do trecho final de rios, com a cunha salina alcançando trechos mais a montante nos estuários em períodos de estiagem prolongada.

A entrada de água salgada torna a água doce inadequada para consumo sem tratamento adicional, o que exige a instalação de sistemas caros de dessalinização ou a exploração de novas fontes em áreas mais distantes. A infraestrutura de captação e distribuição também sofre com a intrusão salina, que pode danificar tubulações e reduzir a eficiência dos

sistemas de bombeamento e reservatórios. Em casos extremos, a escassez de água potável pode forçar a realocação de comunidades e exigir altos investimentos para assegurar o abastecimento. Atualmente, em períodos de estiagem prolongada de alguns meses, São Mateus (Rio Cricaré/São Mateus), Serra (Rio Reis Magos), Marataízes e Itapemirim (Rio Itapemirim) já sofrem com a salinização do manancial.

Em alguns casos, tanto usuários quanto o poder público recorrem à perfuração de poços como alternativa para a obtenção de água potável. No entanto, quando essa prática é realizada sem os devidos cuidados, pode resultar em sérias consequências para a saúde pública, especialmente em áreas sem sistema de coleta e tratamento de esgoto, onde o risco de contaminação das águas subterrâneas é significativamente maior.

Os sistemas de esgoto também são fortemente impactados pela elevação do nível do mar. Redes de esgoto subterrâneas em áreas costeiras ficam sujeitas a inundações, que podem provocar o transbordamento de esgoto e a contaminação de vias públicas, rios e praias. A sobrecarga dos sistemas de esgoto durante marés altas compromete a capacidade de tratamento adequado, aumentando o risco de surtos de doenças relacionadas à falta de saneamento. Além disso, a intrusão salina pode corroer tubulações e reduzir a capacidade de bombeamento nas estações de tratamento.

A sobrelevação do mar e o consumo exacerbado de água nas bacias hidrográficas tendem a amplificar o assoreamento nas desembocaduras fluviais, chegando ao ponto de serem bloqueadas pela ação de ondas e marés, devido à construção de barras arenosas. Esta situação prejudica enormemente as comunidades pesqueiras que dependem do mar para seu sustento. Em alguns casos, como nos rios Riacho (Aracruz), Reis Magos (Serra/Fundão), Mariricu (São Mateus) e Itapemirim (Marataízes) obras de dragagem e fixação da foz já se mostram extremamente necessárias.

A sobrelevação do Nível Médio do Mar (NMM) também interfere no escoamento da água da chuva através dos sistemas de drenagem, intensificando o risco de enchentes e de alagamentos crônicos em áreas urbanas costeiras. Haverá um aumento da frequência com que níveis mais altos de maré estarão presentes em estuários e em canais de drenagem, aumentando a ocorrência de inundações durante chuvas intensas. A combinação mais danosa para a drenagem é quando da ocorrência de chuva muito intensa em horários de maré alta.

Outro aspecto relacionado à sobrelevação do NMM é o aumento da erosão nas margens estuarinas, podendo provocar perdas de solo e danos a construções ribeirinhas, principalmente durante episódios de cheia. Esse processo foi observado no Rio Doce em Linhares e no Rio Cricaré em Conceição da Barra, sendo relatadas perdas de residências inteiras e ameaças de muitas outras.

Nas planícies litorâneas, onde o solo é essencialmente arenoso e de fácil penetração da cunha salina, a sobrelevação do mar interfere diretamente no nível d'água do subsolo,

fazendo-o se elevar, limitando a absorção da drenagem superficial e reduzindo a vida útil das infraestruturas enterradas, como fundações prediais, dutos e equipamentos públicos junto às orlas.

O Espírito Santo possui diversos núcleos urbanos na região costeira que são susceptíveis a inundações ocasionadas pela sobrelevação do NMM, pois seus canais de drenagem são influenciados pela maré e contam com extensas áreas urbanas vulneráveis a inundação, o que ainda pode impedir o fornecimento de energia elétrica.

Cidades costeiras do Espírito Santo, de diferentes portes, estão instaladas ou tem parte de sua zona urbana sobre a planície costeira, em baixa altitude e com muita pouca inclinação para escoamento da drenagem. As maiores são Vitória, Vila Velha e Cariacica, nas quais há trechos de ruas onde atualmente a maré de sizígia já atinge sarjetas de algumas ruas. Mas, praticamente todos os núcleos urbanos ao longo da costa têm problemas de drenagem em suas áreas mais baixas, e com chuvas mais intensas e sobrelevação do NMM, as inundações tendem a ser mais constantes e severas.

Os municípios de Vitória e Vila Velha atualmente vem recebendo significativos aportes de recursos voltados a instalação de estações de bombeamento de águas pluviais (EBAP) (Figura 27) e comportas automatizadas, que atuam para diminuir os efeitos das inundações quando da ocorrência de chuvas intensas em períodos de marés altas. Obras de ampliação da capacidade dos canais de macrodrenagem que alimentam as EBAPs têm aumentado a eficácia desses sistemas.



(a) (b)

Figura 27. Localização das Estações de Bombeamento de Águas Pluviais (EBAP) em (a) Vitória e (b) Vila Velha. Fonte: Google Earth, adaptado.

A elevação do nível do mar representa uma ameaça significativa para a infraestrutura de transporte, especialmente para estradas e rodovias costeiras, que muitas vezes são as principais rotas de acesso a comunidades e centros urbanos. Com a subida das águas, esses corredores enfrentarão inundações frequentes durante marés altas e eventos de tempestade. A água invade e enfraquece o asfalto e o solo de fundação, comprometendo

a estabilidade e acelerando a erosão sob as vias, aumentando o risco de colapso parcial ou total. Pontes costeiras também são altamente vulneráveis, uma vez que a intrusão de água salina pode corroer suas fundações submersas, exigindo manutenção constante para preservar a segurança estrutural.

A infraestrutura elétrica enfrenta desafios igualmente graves com a elevação do nível do mar, sobretudo em subestações, linhas de transmissão e cabos subterrâneos nas áreas litorâneas. Subestações elétricas, muitas vezes situadas perto do litoral para atender as cidades costeiras, ficam sujeitas a inundações que podem danificar equipamentos, causar curtos-circuitos e interromper o fornecimento de energia. A intrusão de água salgada é especialmente corrosiva e acelera a degradação dos equipamentos elétricos, o que eleva os custos de manutenção e reduz a vida útil de componentes essenciais. Além disso, as linhas de transmissão que cruzam áreas costeiras correm o risco de queda se o solo for erodido ou se tornar instável devido à intrusão do mar, comprometendo a confiabilidade do fornecimento de energia e criando desafios técnicos para o posicionamento seguro de equipamentos.

A mudança climática altera a distribuição de calor na atmosfera, e consequentemente o padrão de ventos e tempestades no Oceano Atlântico, onde são geradas as ondas que atingem a costa do Espírito Santo (Neves & Muehe, 2005). Assim, a mudança climática modifica dois fatores que impactam a forma das praias: ondas incidentes e a sobrelevação do NMM, podendo alterar significativamente a forma das praias, causando erosão em alguns trechos da linha de costa e crescimento (acreção/progradação) em outros.

EROSÃO COSTEIRA

A erosão costeira desloca sedimentos e reduz a capacidade natural da costa de se recuperar, uma vez que os sistemas de deposição de sedimentos são alterados. Isso leva à perda progressiva de terra e à diminuição das zonas de praia, afetando não apenas os ecossistemas, mas também as comunidades humanas que dependem dessas áreas.

Outro evento climático exacerbado pelas mudanças climáticas são as tempestades. Tempestades tropicais cada vez mais potentes trazem ventos fortes e ondas altas, que causam erosão acelerada em áreas costeiras. As ondas intensificadas retiram grandes quantidades de areia e sedimentos das praias, o que pode resultar na perda de faixas costeiras inteiras, além de danos às infraestruturas costeiras, como estradas, prédios e diques. Em muitos casos, a erosão causada por tempestades é tão severa que as praias não conseguem se regenerar naturalmente entre um evento extremo e outro, agravando a perda de solo.

O Espírito Santo tem casos de erosão costeira de norte a sul (Albino et al. 2018), sendo que alguns trechos de praias junto a regiões urbanizadas receberam obras de proteção ao longo dos últimos anos (Figura 28). Atualmente, há demanda por proteção das praias centrais de Anchieta e Piúma (erosão de calçadas e ruas), e de trecho de praia imediatamente ao norte

da desembocadura do Rio Itapemirim (erosão pode atingir a ES 060) (Figura 29). Além de Anchieta e Piúma, há demanda por proteção das praias centrais de Guaxindiba (Conceição da Barra), Areia Preta (Guarapari), Nova Marataízes e outras menos imediatas. Os processos de erosão costeira têm impactos profundos sobre a infraestrutura de transporte, energia, abastecimento de água e saneamento nas regiões litorâneas.



Conceição da Barra em 2010 | Meaípe em 2022 | Marataízes em 2010

Conceição da Barra em 2024 | Meaípe em 2024 | Marataízes em 2024

Figura 28. Trechos de praias no Espírito Santo que receberam obras de proteção. Fonte: Google Earth.

Na infraestrutura de transportes, a erosão costeira pode causar danos severos, atingindo estradas e rodovias localizadas próximas ao litoral. Com o avanço do mar, as fundações dessas vias são comprometidas, levando ao colapso de trechos de estradas e pontes. Em muitas áreas costeiras, rodovias que margeiam o oceano são vitais para a mobilidade de pessoas e mercadorias, e a erosão nessas áreas pode isolar comunidades inteiras, além de gerar elevados custos de reparo e realocação



Anchieta em 2024 | Piúma em 2024 | Desembocadura do Rio Itapemirim em 2024

Figura 29. Trechos de praias no Espírito Santo que demandam obras de proteção. Fonte: Google Earth.

A malha rodoviária litorânea, em especial as ES-010 e ES-060 apresentam pontos com processos erosivos marinhos, que necessitam de atenção. Em 2023 um trecho de 1.200 m da ES-060 em Meaípe (Guarapari) que estava em meia pista, foi totalmente reabilitado. Na ES-010 existem 4 pontos preocupantes que incorporam trechos nos municípios de Serra e Aracruz. A ES-060 possui um trecho sob erosão no município de Anchieta e um trecho bastante preocupante no município de Marataízes, localizado imediatamente ao norte da desembocadura do Rio Itapemirim.

A infraestrutura elétrica é igualmente afetada pela erosão costeira. Linhas de transmissão e torres de energia instaladas perto da costa correm risco de desestabilização e colapso devido à retirada de sedimentos, enquanto subestações localizadas em áreas costeiras estão suscetíveis à inundação pela intrusão do mar. Este tipo de inundação pode provocar curtos-circuitos e interrupções no fornecimento de energia em larga escala. A restauração dessas estruturas é frequentemente dificultada pela contínua instabilidade do solo e pela necessidade de reposicioná-las em áreas mais seguras, o que pode se tornar economicamente inviável.

No abastecimento de água, a erosão costeira compromete diretamente os sistemas de captação e distribuição de água potável. Muitas redes dependem de reservatórios e tubulações próximas à costa, que são afetadas pela proximidade do mar. Tubulações próximas à costa também estão sujeitas a rupturas e deslocamentos, o que interrompe o fornecimento e exige reparos complexos e dispendiosos.

Os sistemas de esgoto e drenagem sofrem igualmente com a erosão costeira. Redes de esgoto em áreas litorâneas podem ser danificadas ou destruídas à medida que o solo costeiro é removido pela ação do mar. Isso pode causar o vazamento de esgoto no meio

ambiente, contaminando praias, rios e oceanos, o que gera sérios riscos à saúde pública e danos ambientais. A destruição de estações de tratamento localizadas em zonas costeiras pode levar à paralisação dos serviços de saneamento, expondo a população a doenças transmitidas pela água contaminada. A erosão também afeta os sistemas de drenagem urbana, reduzindo sua capacidade de lidar com a água da chuva e levando a inundações mais frequentes em áreas urbanas.

CHUVAS EXTREMAS

Chuvas extremas podem ser definidas como eventos de precipitação com grande volume acumulado, longa duração (em dias) e abrangência territorial significativa (Teixeira e Pietro, 2020). Embora muitas vezes empregados como sinônimos, os termos chuvas extremas, volumosas e intensas possuem distinções importantes: as chuvas volumosas correspondem a precipitações de longa duração com elevado acumulado total; as chuvas intensas referem-se a precipitações concentradas em curtos períodos de tempo, com altas taxas de precipitação; já o termo chuvas extremas engloba ambos os fenômenos, representando episódios de grande impacto hidrológico e socioambiental. Nesse sentido, as chuvas extremas que têm atingido o Espírito Santo podem ser caracterizadas em dois tipos principais:

i. As chuvas volumosas, geralmente associadas à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que se forma entre o fim da primavera e o verão, especialmente entre novembro e fevereiro, com episódios que duram em média de quatro a dez dias e podem ocorrer diversas vezes nesse período.
ii. As chuvas intensas, de curta duração (poucas horas), frequentemente influenciadas pela orografia, ocorrem principalmente no verão em áreas voltadas para o mar, sobretudo no centro-sul do estado, na face das montanhas a barlavento. Essas precipitações podem ultrapassar 200 mm em menos de 24 horas, provocando rápida elevação do nível de rios em pequenas bacias hidrográficas com forte declividade, resultando em enxurradas de grande velocidade e impacto.

O Espírito Santo tem muitos núcleos urbanos situados em fundos de vales à beira de rios, onde muitas habitações, infraestruturas e equipamentos públicos estão sujeitos a inundação decorrentes de chuvas extremas.

Chuvas extremas causam impactos severos em infraestruturas de transporte, elétrica, abastecimento de água e esgoto, provocando danos físicos, interrupções de serviços e grandes prejuízos econômicos.

As áreas urbanas localizadas nas planícies litorâneas são muito susceptíveis a inundações, principalmente em ocasiões de chuvas volumosas e extremas, pois combinam grande volume de água superficial com lençol freático pouco profundo, tornando a absorção ineficiente. Em Pontal do Ipiranga (Linhares), por exemplo, esse problema vem ocorrendo com certa frequência, tendo sido relatados episódios nos verões de 2013, 2017, 2022 e

2023. O Balneário de Guriri (São Mateus) por ser mais densamente ocupado e impermeabilizado, é certamente o local fora da Região da Grande Vitória que mais sofre com alagamentos recorrentes devido à chuva, sendo atualmente alvo de investimentos maciços em infraestrutura por parte do Governo Estadual.

O problema identificado nessas áreas está diretamente relacionado à saúde pública, pois a água acumulada em regiões de relevo mais baixo, em muitos casos, precisa ser retirada mecanicamente, por meio da escavação de valas de drenagem ou bombeamento. Sem esses recursos, a água permaneceria acumulada por dias, tornando-se um ambiente propício para a reprodução de mosquitos e outros vetores de doenças.

No setor de transporte, chuvas extremas causam alagamentos em estradas, pontes e ferrovias, interrompendo o fluxo de veículos e mercadorias. As rodovias podem se tornar intransitáveis devido ao acúmulo de água, e os sistemas de drenagem muitas vezes falham em escoar o volume excedente, agravando as inundações. Além disso, chuvas fortes podem enfraquecer a estrutura de pontes e bueiros, ocasionando colapsos parciais ou totais, enquanto o transporte ferroviário é frequentemente interrompido pelo risco de erosão do leito das vias ou deslizamentos de terra nas áreas adjacentes. Essa interrupção afeta diretamente a logística de suprimentos, gera atrasos no transporte de bens essenciais e causa grandes prejuízos à economia.

A infraestrutura elétrica também é fortemente afetada por chuvas extremas. Alagamentos danificam subestações de energia e equipamentos de transmissão, resultando em falhas no fornecimento de eletricidade. Linhas de transmissão podem ser derrubadas por ventos fortes ou quedas de árvores durante tempestades. Em áreas urbanas, transformadores expostos correm o risco de curtos-circuitos, resultando em blecautes que afetam milhares de consumidores, incluindo hospitais e serviços essenciais. A restauração do fornecimento de energia em meio a inundações é desafiadora, pois o solo encharcado e as áreas alagadas dificultam o acesso das equipes de manutenção, além de aumentarem os riscos de acidentes.

No abastecimento de água, chuvas extremas sobrecarregam os sistemas de captação e tratamento. Durante tempestades, rios e reservatórios podem transbordar, comprometendo a infraestrutura de distribuição de água. A qualidade da água também se deteriora, pois, a enxurrada carrega grandes quantidades de sedimentos, detritos e poluentes, contaminando mananciais. Em regiões onde o abastecimento depende de fontes superficiais, a turbidez da água aumenta, dificultando o tratamento adequado e, em casos extremos, interrompendo o fornecimento. Além disso, chuvas intensas podem danificar redes de distribuição, provocando vazamentos e desperdícios.

Os sistemas de esgoto e drenagem urbana são particularmente vulneráveis a chuvas extremas. A sobrecarga dos sistemas de esgoto, especialmente em áreas com infraestrutura deficiente, pode resultar no transbordamento de esgoto para vias públicas

e rios, contaminando o meio ambiente e criando sérios riscos à saúde pública. Os sistemas de drenagem urbana, projetados para escoar volumes menores de água, muitas vezes não conseguem lidar com precipitações extremas, levando a enchentes em áreas urbanas. Esses alagamentos causam danos a residências, comércios e indústrias, aumentando os custos de reparo e limpeza. O entupimento de galerias pluviais com lixo e sedimentos agrava ainda mais o problema, reduzindo a capacidade de escoamento das águas da chuva.

DESLIZAMENTOS DE TERRA

Deslizamentos de terra estão diretamente relacionados a chuvas extremas. Essencialmente, os deslizamentos ocorrem quando o equilíbrio entre a força gravitacional que age sobre o solo e a resistência do terreno é rompido. As chuvas extremas alteram a estabilidade do solo e, muitas vezes, provocam sua movimentação. Quando a precipitação é intensa ou prolongada, o solo absorve grandes quantidades de água, levando-o à saturação. À medida que a água penetra nos poros do solo, o peso da massa de terra aumenta, enquanto a coesão entre as partículas e a resistência ao cisalhamento diminuem. Essa saturação faz com que o solo perca sua capacidade de resistir à gravidade, tornando-se muito mais suscetível a escorregamentos.

Em encostas íngremes, o impacto da chuva pode desagregar a camada superficial do solo, removendo partículas e acumulando detritos no pé das encostas, o que aumenta o risco de futuros deslizamentos e contribui para a instabilidade dessas áreas. Chuvas prolongadas também desempenham um papel importante: a exposição do solo a períodos contínuos de precipitação, mesmo que de baixa intensidade, causa uma saturação gradual. Isso significa que, ao longo de dias ou semanas, o solo vai perdendo sua estabilidade, ficando mais vulnerável a deslizamentos que podem ser desencadeados até por chuvas de menor intensidade em eventos subsequentes.

Os deslizamentos de terra têm impactos significativos sobre as infraestruturas de transporte, redes elétricas, abastecimento de água e saneamento, gerando consequências econômicas e sociais expressivas. No caso da infraestrutura de transporte, os deslizamentos podem bloquear estradas, ferrovias e pontes, impedindo a circulação de pessoas e mercadorias. Esse bloqueio, além de provocar atrasos e prejuízos econômicos, pode isolar comunidades inteiras, dificultando o acesso a serviços essenciais e operações de socorro em emergências. A reconstrução dessas vias, muitas vezes danificadas ou destruídas, é um processo caro e demorado, que pode levar meses ou até anos, dependendo da magnitude do desastre e da complexidade do terreno.

As redes de transmissão de energia elétrica também são fortemente impactadas. Linhas de transmissão e torres localizadas em áreas montanhosas ou encostas podem ser derrubadas pela movimentação de terra, resultando em interrupções no fornecimento de eletricidade para grandes regiões. Essas falhas afetam residências, indústrias e serviços críticos, como

hospitais e estações de tratamento de água. Em alguns casos, a recuperação das redes elétricas é dificultada pela instabilidade do solo, prolongando as interrupções de energia e agravando os prejuízos econômicos e sociais.

O abastecimento de água também sofre significativamente com deslizamentos. Tubulações e reservatórios podem ser destruídos, interrompendo o fornecimento de água potável para áreas urbanas e rurais. Além disso, a movimentação de grandes volumes de terra pode contaminar rios e mananciais, comprometendo a qualidade da água e exigindo maiores esforços de tratamento. Em muitas regiões rurais, o desvio ou soterramento de nascentes e rios provoca escassez de recursos hídricos, dificultando o acesso à água.

Os sistemas de esgoto e drenagem são igualmente vulneráveis aos deslizamentos de terra. Tubulações de esgoto que cruzam áreas de encostas podem ser rompidas ou bloqueadas, resultando em vazamentos que contaminam o solo e a água, criando sérios riscos sanitários para a população. Além disso, os sistemas de drenagem urbana, projetados para canalizar a água da chuva, podem ser obstruídos pelos detritos dos deslizamentos, aumentando o risco de inundações em áreas habitadas. O colapso desses sistemas não só compromete a infraestrutura de saneamento, mas também expõe as populações a doenças, exacerbando as condições de vida.

3.2.6. CIDADES

Os impactos das mudanças climáticas nas cidades variam conforme a sua localização geográfica, porte, capacidade econômica, perfil socioeconômico e condições de moradia da sua população, bem como a natureza e robustez de suas infraestruturas.

A vulnerabilidade das cidades capixabas varia de acordo com a proximidade do mar, rios ou encostas, a qualidade da infraestrutura, a densidade populacional, o nível de pobreza, o desenvolvimento econômico e a existência de políticas públicas para melhoria da capacidade de resposta aos desastres climáticos.

A vulnerabilidade social se revela como um grande problema nas cidades do Espírito Santo, especialmente para populações de baixa renda que vivem em áreas de risco de ocorrência de desastres, como encostas e margens de rios que são mais suscetíveis a desastres naturais como deslizamentos de terra e enchentes, intensificados pela ocupação desordenada e pela falta de infraestrutura adequada.

O impacto das mudanças climáticas afeta a população de forma desigual, considerando fatores tais como idade (idosos e crianças são mais vulneráveis) e condições habitacionais (domicílios precários em áreas de risco são mais suscetíveis, por exemplo). Deve se atentar para a capacidade das populações de evitarem os riscos, anteciparem-se a eles e adotarem medidas para mitigar os efeitos. Essa capacidade inclui não apenas evitar o perigo, mas também se recuperar dos danos sofridos.

3.2.6.1. HETEROGENIDADE INTRAURBANA E PADRÕES DIFERENCIADOS DE VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade climática nas cidades capixabas não se distribui de forma homogênea no território urbano. Diferentes zonas intraurbanas apresentam padrões distintos de exposição e sensibilidade às ameaças climáticas, bem como de sua capacidade adaptativa, exigindo uma análise diferenciada que subsidie a formulação de políticas públicas territorialmente sensíveis.

As zonas intraurbanas são categorizadas como: (*i*) Centros urbanos consolidados, (*ii*) áreas de expansão periférica, (*iii*) assentamentos informais e favelas e (*iv*) zonas costeiras urbanas.

Centros urbanos consolidados caracterizam-se por maior densidade construída, infraestrutura urbana mais desenvolvida e concentração de serviços públicos e privados. Nessas áreas, as principais ameaças climáticas relacionam-se a ilhas de calor urbanas, decorrentes da impermeabilização do solo, da verticalização e da escassez de áreas verdes. A substituição de superfícies naturais por materiais como asfalto e concreto reduz a evapotranspiração e aumenta a absorção de radiação solar, elevando as temperaturas locais em até 5°C em relação às áreas periféricas. Esse fenômeno intensifica o desconforto térmico, eleva o consumo energético para climatização e agrava problemas de saúde, especialmente entre idosos e crianças durante ondas de calor (ONU-Habitat, 2020).

Além disso, a impermeabilização compromete a drenagem natural, aumentando o escoamento superficial e a frequência de alagamentos pontuais em eventos de chuvas intensas. Embora os centros urbanos consolidados geralmente disponham de sistemas de drenagem, esses foram dimensionados para padrões pluviométricos históricos que não contemplam a intensificação dos eventos extremos projetada pelos cenários climáticos. A saturação desses sistemas resulta em inundações que afetam o comércio, os serviços e a mobilidade urbana, gerando perdas econômicas significativas.

Áreas de expansão periférica representam as franjas urbanas em processo de ocupação, frequentemente caracterizadas por loteamentos recentes, autoconstrução e infraestrutura urbana incompleta ou inexistente. Nessas zonas, a vulnerabilidade climática é agravada pela fragilidade da infraestrutura e pela ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, como encostas íngremes, fundos de vale e planícies de inundação.

A ausência ou precariedade dos sistemas de drenagem pluvial torna essas áreas especialmente suscetíveis a enxurradas e inundações bruscas. A ocupação de encostas sem contenção adequada, associada à remoção da vegetação, eleva o risco de deslizamentos de terra durante períodos de chuvas intensas, ameaçando vidas e patrimônio. A falta de pavimentação e de redes de esgoto contribui para a contaminação de corpos d'água e para a degradação ambiental, criando um ciclo de vulnerabilidade socioambiental.

Do ponto de vista socioeconômico, as áreas de expansão periférica concentram populações de baixa renda, com menor acesso a serviços públicos, menor capacidade de investimento em medidas de proteção individual (como seguros ou melhorias habitacionais) e maior dependência de políticas públicas de assistência. Essas populações enfrentam maior dificuldade para se recuperar de eventos extremos, perpetuando ciclos de pobreza e vulnerabilidade.

Assentamentos informais e favelas constituem a expressão mais aguda da vulnerabilidade urbana. Localizados predominantemente em áreas de risco geológico e hidrológico, esses assentamentos caracterizam-se por moradias precárias, ausência de regularização fundiária e carência absoluta de infraestrutura urbana básica.

A insegurança da posse dificulta o investimento em melhorias habitacionais e impede o acesso a financiamentos e programas públicos de habitação. As construções, geralmente realizadas sem assistência técnica, utilizam materiais inadequados e não observam critérios de segurança estrutural, tornando-se extremamente vulneráveis a deslizamentos, inundações e vendavais.

A ausência de sistemas de drenagem e de coleta de resíduos sólidos agrava os riscos de inundação, uma vez que o lixo acumulado obstrui canais naturais e sistemas de escoamento. A falta de saneamento básico expõe os moradores a doenças de veiculação hídrica, que tendem a se intensificar em cenários de eventos climáticos extremos, como enchentes que contaminam fontes de água e disseminam vetores de doenças.

Do ponto de vista da justiça climática, os assentamentos informais concentram as populações mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico, étnico-racial e de gênero. Mulheres chefes de família, idosos, crianças e pessoas com deficiência enfrentam barreiras adicionais para acessar informações sobre riscos, participar de processos de tomada de decisão e se deslocar em situações de emergência.

Zonas costeiras urbanas apresentam vulnerabilidades específicas relacionadas à elevação do nível do mar, à erosão costeira e à intrusão salina. Cidades como Vitória, Vila Velha, Guarapari, Marataízes e Conceição da Barra possuem extensas áreas urbanas em cotas baixas, sujeitas a inundações periódicas durante marés de sizígia, que tendem a se agravar com a elevação do nível médio do mar.

A erosão costeira ameaça infraestruturas críticas, como rodovias litorâneas (ES-060, ES-010), redes de energia elétrica, sistemas de abastecimento de água e edificações residenciais e comerciais. A perda de faixas de praia compromete o turismo, atividade econômica fundamental para muitos municípios costeiros, e reduz a proteção natural contra ressacas e tempestades.

A intrusão salina em aquíferos costeiros e em corpos d'água superficiais representa uma ameaça crescente à segurança hídrica, podendo comprometer o abastecimento urbano e

afetar atividades econômicas dependentes de água doce, como a agricultura irrigada e a aquicultura.

Essa heterogeneidade intraurbana exige uma abordagem territorialmente diferenciada, reconhecendo que as estratégias de adaptação devem ser ajustadas às especificidades de cada zona urbana. Intervenções em centros consolidados devem priorizar a criação de infraestrutura verde, a despavimentação seletiva e a modernização dos sistemas de drenagem. Nas áreas de expansão periférica, o foco deve recair sobre o controle do uso do solo, a provisão de infraestrutura básica e a contenção de encostas. Nos assentamentos informais, a regularização fundiária, a urbanização integrada e a relocação assistida de famílias em áreas de risco extremo são medidas prioritárias. Nas zonas costeiras, investimentos em proteção costeira, sistemas de bombeamento e planejamento de recuo estratégico devem ser considerados.

3.2.6.2. TIPOLOGIAS URBANAS E SUAS VULNERABILIDADES

Os 78 municípios do Espírito Santo apresentam grande diversidade em termos de porte populacional, perfil econômico, localização geográfica e capacidade institucional. Essa heterogeneidade implica em desafios e oportunidades distintas para a adaptação climática, exigindo que o PEAMC reconheça e responda a essas diferenças de forma estratégica.

Para fins de planejamento da adaptação climática, os municípios capixabas podem ser categorizados em quatro tipologias principais, considerando critérios de porte populacional, função urbana, perfil de risco e capacidade institucional. São elas: (*i*) Região Metropolitana da Grande Vitória, (*ii*) cidades médias (polos regionais), (*iii*) pequenos municípios do interior e (*iv*) municípios costeiros de pequeno e médio porte (Figura 30).

A **Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV)** é composta por sete municípios (Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica, Viana, Guarapari e Fundão) e concentra aproximadamente 40% da população estadual e a maior parte do PIB do Espírito Santo. Essa concentração demográfica e econômica confere à RMGV características únicas em termos de vulnerabilidade e capacidade adaptativa.

A RMGV enfrenta desafios típicos de grandes aglomerações urbanas, como ilhas de calor intensas, impermeabilização extensiva do solo, saturação dos sistemas de drenagem e ocupação de áreas de risco (encostas e manguezais). A proximidade com o litoral expõe a região à elevação do nível do mar e à erosão costeira, com impactos diretos sobre infraestruturas críticas e atividades econômicas portuárias e turísticas.

A alta densidade populacional amplifica os impactos de eventos extremos, como ondas de calor e inundações, afetando simultaneamente um grande número de pessoas e gerando pressão sobre os sistemas de saúde e assistência social. A desigualdade socioespacial é marcante, com bairros de alta renda dotados de infraestrutura resiliente coexistindo com assentamentos precários em áreas de risco elevado.

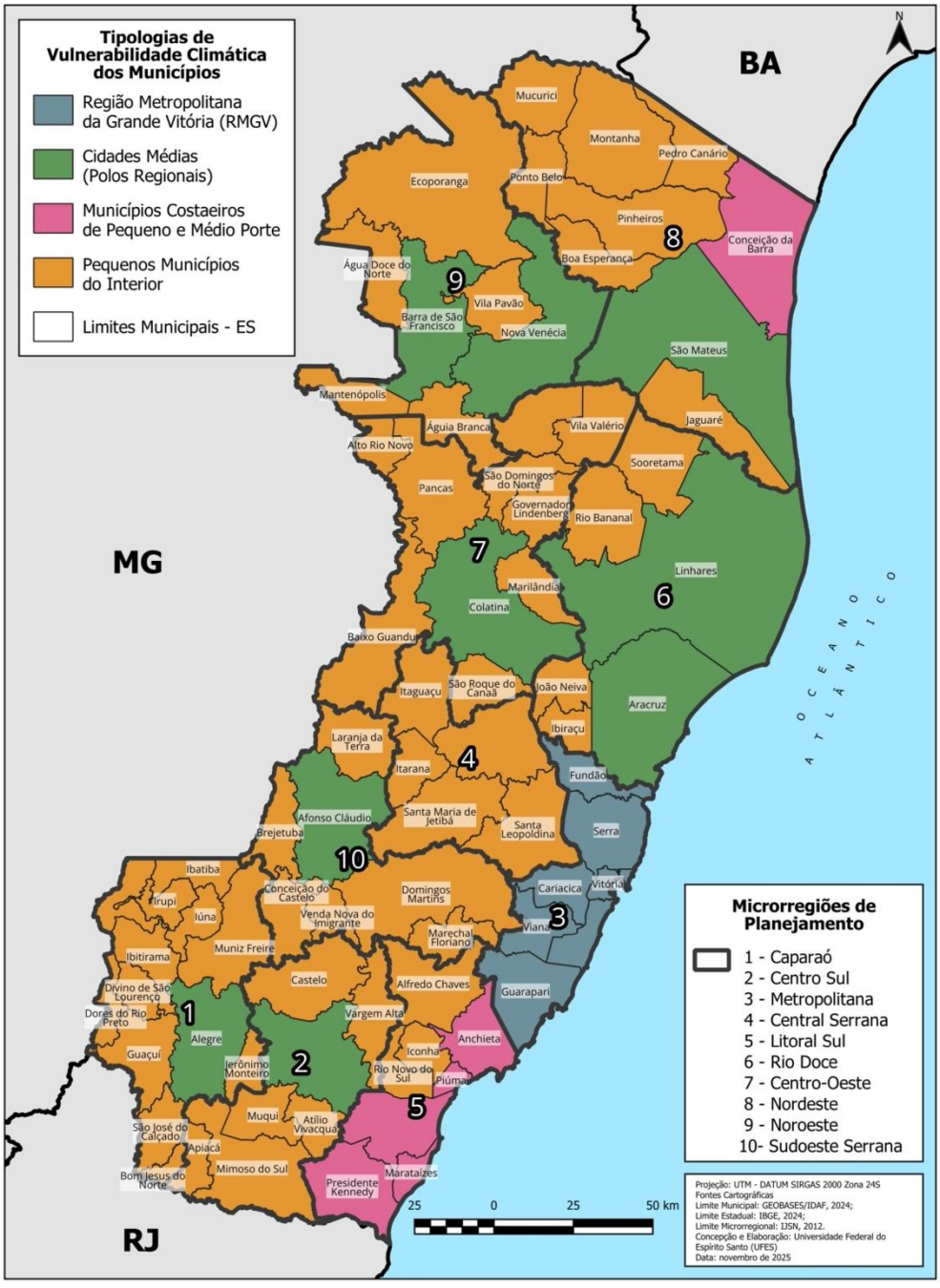


Figura 30. Microrregiões de planejamento e classificação dos municípios do Espírito Santo por tipologia de vulnerabilidade climática.

Com relação à capacidade adaptativa, observa-se que a RMGV dispõe de maior capacidade institucional, com equipes técnicas mais qualificadas, acesso a recursos financeiros (próprios e de transferências) e infraestrutura de planejamento consolidada. Municípios

como Vitória possuem Planos Diretores atualizados, sistemas de monitoramento ambiental e programas de gestão de risco já implementados.

A existência do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) representa uma oportunidade para a coordenação metropolitana de ações de adaptação, permitindo abordagens integradas para questões que transcendem limites municipais, como a gestão de bacias hidrográficas compartilhadas, sistemas de transporte e infraestrutura de saneamento.

As estratégias de adaptação, na RMGV, devem focar em infraestrutura verde metropolitana (parques lineares, corredores ecológicos), modernização dos sistemas de drenagem com soluções baseadas na natureza, proteção costeira integrada, planejamento de recuo estratégico em áreas de risco de inundação permanente e fortalecimento da governança metropolitana para coordenação de ações entre os municípios.

Cidades médias como Cachoeiro de Itapemirim, Linhares, Colatina, São Mateus e Aracruz são polos regionais que concentram serviços, comércio e equipamentos públicos e atendem a uma hinterlândia mais ampla. Essas cidades possuem populações entre 50 mil e 200 mil habitantes e desempenham papel estratégico na rede urbana estadual.

As cidades médias enfrentam vulnerabilidades relacionadas ao crescimento urbano acelerado, frequentemente sem planejamento adequado, resultando em expansão periférica desordenada e ocupação de áreas de risco. Municípios localizados em vales fluviais, como Cachoeiro de Itapemirim e Colatina, são especialmente suscetíveis a inundações ribeirinhas durante eventos de chuvas intensas.

A dependência econômica de setores vulneráveis ao clima, como a agropecuária (no entorno rural) e o comércio (afetado por interrupções logísticas durante desastres), amplifica os impactos socioeconômicos de eventos extremos. A infraestrutura urbana é geralmente menos robusta que na RMGV, com sistemas de drenagem subdimensionados e menor cobertura de saneamento básico.

Do ponto de vista da capacidade adaptativa, as cidades médias possuem capacidade institucional intermediária, com equipes técnicas menores e mais sobrecarregadas, mas ainda assim superiores às dos pequenos municípios. Muitas dispõem de Planos Diretores, embora nem sempre atualizados ou efetivamente implementados.

A arrecadação própria é mais significativa que nos pequenos municípios, permitindo algum grau de investimento em infraestrutura, mas ainda insuficiente para grandes obras de adaptação sem apoio estadual ou federal. A presença de institutos federais de ensino e pesquisa, bem como universidades em algumas dessas cidades (como a UFES em Alegre e em São Mateus) representa uma oportunidade para parcerias técnico-científicas.

Com relação às principais estratégias, para as cidades médias as prioridades incluem atualização de Planos Diretores com incorporação de critérios climáticos, zoneamento de

risco e restrição de ocupação em áreas vulneráveis, investimento em drenagem urbana sustentável, programas de arborização e criação de parques urbanos, além de fortalecimento das defesas civis municipais e sistemas de alerta precoce para inundações.

Pequenos municípios do interior representam a maioria dos municípios capixabas (aproximadamente 60 dos 78). Possuem população inferior a 50 mil habitantes, caracterizando-se como pequenos municípios predominantemente rurais ou com núcleos urbanos de pequeno porte. Esses municípios apresentam economias baseadas na agricultura familiar, pecuária e turismo rural, com baixa diversificação econômica.

Os pequenos municípios enfrentam vulnerabilidades relacionadas à dependência econômica de atividades climato-sensíveis (agricultura, pecuária), tornando-os especialmente suscetíveis a secas, estiagens e eventos extremos de precipitação. Muitos estão localizados em regiões montanhosas, com núcleos urbanos em fundos de vale, expostos a enxurradas e deslizamentos. As condições climáticas adversas reduzem a produtividade agropecuária, resultando em perdas econômicas, afetando a subsistência de comunidades rurais (PINHO, 2021).

A infraestrutura urbana é frequentemente precária, com sistemas de drenagem inexistentes ou rudimentares, baixa cobertura de saneamento e pavimentação limitada. A pobreza rural e urbana é mais acentuada, com populações vulneráveis residindo em áreas de risco sem alternativas habitacionais.

A capacidade institucional é a principal limitação desses municípios no que se refere à capacidade adaptativa. As prefeituras dispõem de equipes técnicas reduzidas, frequentemente sem servidores especializados em planejamento urbano, meio ambiente ou defesa civil. A alta rotatividade de gestores e técnicos, associada à descontinuidade administrativa, compromete a implementação de políticas de longo prazo.

A arrecadação própria é baixa, tornando esses municípios altamente dependentes de transferências estaduais e federais. A maioria não possui planos diretores urbanos (obrigatórios apenas para municípios acima de 20 mil habitantes) e carece de instrumentos básicos de planejamento territorial.

As estratégias prioritárias para os pequenos municípios devem focar em apoio técnico estadual para elaboração de instrumentos de planejamento (planos de redução de riscos, planos de contingência), capacitação continuada de gestores e técnicos municipais, transferências financeiras vinculadas a metas de adaptação (via Fundo Cidades e PROESAM), consórcios intermunicipais para compartilhamento de recursos e expertise, e soluções de baixo custo baseadas na natureza (recuperação de matas ciliares, contenção de encostas com bioengenharia).

Municípios costeiros e de pequeno e médio porte como Marataízes, Piúma, Anchieta, Conceição da Barra e Presidente Kennedy combinam características de cidades pequenas

ou médias com a exposição específica a riscos costeiros. Muitos têm economias fortemente dependentes do turismo de veraneio e da pesca artesanal, atividades diretamente ameaçadas pelas mudanças climáticas. Os 56 municípios classificados como "Pequenos Municípios do Interior" formam o grupo mais numeroso e territorialmente disperso no território capixaba. Embora heterogêneos, compartilham um conjunto de vulnerabilidades estruturais que os tornam particularmente suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas.

A erosão costeira e a elevação do nível do mar representam ameaças existenciais para esses municípios, comprometendo praias (principal ativo turístico), infraestruturas urbanas e habitações. A sazonalidade econômica (concentração de receitas no verão) torna essas cidades financeiramente frágeis e pouco resilientes a choques econômicos decorrentes de eventos climáticos (IJSN, 2021).

A intrusão salina ameaça aquíferos costeiros e corpos d'água superficiais, comprometendo o abastecimento de água, especialmente durante a alta temporada turística, quando a demanda aumenta significativamente. A salinização dos rios pode comprometer o abastecimento de água urbano e rural e afetar a biodiversidade local. É sabido que as mudanças nos ecossistemas marinhos estão impactando negativamente a pesca artesanal, que é uma fonte vital de sustento para muitas comunidades litorâneas (FREITAS et al., 2022).

A capacidade adaptativa do ponto de vista institucional é geralmente limitada, similar à dos pequenos municípios do interior, mas com o agravante da pressão sazonal sobre serviços públicos. A arrecadação, embora possa ser significativa durante o verão (via IPTU e ISS), é insuficiente para financiar obras de proteção costeira, que demandam investimentos elevados.

Para os municípios costeiros, dentre as estratégias prioritárias se incluem estudos de vulnerabilidade costeira e planos de proteção integrada (com soluções de engenharia e baseadas na natureza, como restauração de dunas e manguezais), planejamento de recuo estratégico e restrição de novas ocupações em áreas de risco, diversificação econômica para reduzir dependência do turismo de praia, sistemas de monitoramento costeiro e gestão integrada da zona costeira em articulação com o governo estadual.

A análise aprofundada dessas vulnerabilidades pode ser organizada em três eixos interdependentes:

- Vulnerabilidades fisiográficas e ambientais. As características naturais do relevo e do sistema hídrico desses municípios são a fonte primária de seus riscos climáticos.
  - √ Relevo Acidentado e Suscetibilidade a Movimentos de Massa: Grande parte desses municípios, especialmente nas microrregiões Central Serrana, Sudoeste Serrana e Caparaó, está assentada sobre uma topografia de "mares de morros". Encostas

com alta declividade, combinadas com solos muitas vezes rasos e a ocorrência de chuvas intensas e concentradas, criam um cenário de alta suscetibilidade a deslizamentos de terra, corridas de lama e quedas de blocos. A intensificação de eventos de precipitação extrema agrava exponencialmente este risco.

- √ Dependência de Pequenas Bacias Hidrográficas: Diferente dos grandes eixos fluviais, esses municípios dependem de pequenas bacias hidrográficas de resposta rápida. Isso gera uma dupla vulnerabilidade hídrica:
- √ Secas e Estiagens: A capacidade de armazenamento de água é limitada. Períodos de estiagem prolongada esgotam rapidamente as nascentes e córregos, impactando diretamente o abastecimento humano e, de forma crítica, a irrigação da produção agrícola.
- √ Enxurradas e Inundações Rápidas: Em eventos de chuva extrema, o pequeno tempo de concentração dessas bacias resulta em elevações súbitas e violentas do nível dos rios, provocando inundações rápidas (flash floods) que atingem as sedes urbanas localizadas nos vales.
- √ Degradação do Solo e Cobertura Vegetal: O histórico de uso do solo para agricultura (cafeicultura, pastagens) sem práticas conservacionistas adequadas resultou em áreas de solo compactado e degradado. Isso reduz a capacidade de infiltração da água no solo, o que aumenta o escoamento superficial (agravando inundações) e diminui a recarga de aquíferos (intensificando os efeitos das secas).

- Vulnerabilidades da configuração urbana. A morfologia das pequenas sedes municipais e distritos reflete e amplifica as vulnerabilidades fisiográficas.
  - √ Ocupação de Planícies de Inundação: As sedes municipais, por razões históricas, estão quase invariavelmente localizadas nas áreas mais planas e baixas do relevo acidentado: os vales e as planícies aluviais dos rios principais. Essa localização as torna intrinsecamente expostas a inundações periódicas.
  - √ Expansão Urbana para Áreas de Risco: O crescimento, mesmo que lento, das sedes urbanas empurra a população de menor renda para as únicas áreas disponíveis: as encostas íngremes no entorno do centro. Essa ocupação desordenada, sem infraestrutura de contenção ou drenagem, cria novos e perigosos setores de risco geológico.
  - √ Infraestrutura Subdimensionada e Precária: Os sistemas de drenagem pluvial, saneamento e abastecimento de água são, em geral, antigos e subdimensionados. Não foram projetados para a intensidade dos eventos climáticos atuais e futuros, entrando em colapso com frequência e agravando os impactos de chuvas e secas.
  - √ Isolamento e Perda de Funcionalidade: A sede municipal funciona como uma "ilha de serviços" que concentra toda a infraestrutura essencial (hospital, escolas, prefeitura, comércio). Um único evento que destrua uma ponte ou interdite a

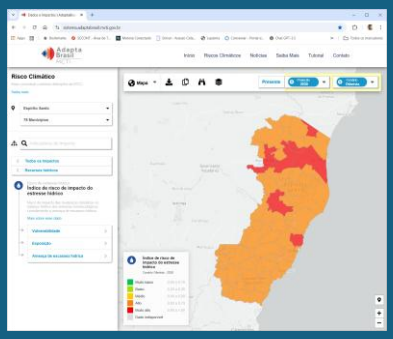
principal via de acesso pode isolar completamente o município, paralisando a economia e o acesso a serviços básicos por dias ou semanas.

- Vulnerabilidades socioespaciais: As condições sociais e econômicas limitam a capacidade de resposta e aumentam a sensibilidade da população aos impactos climáticos.
  - √ Alta Dependência da Agricultura Familiar: A economia da vasta maioria desses municípios é fortemente dependente da agropecuária, com destaque para a cafeicultura de montanha, olericultura e pecuária leiteira. Este setor é extremamente sensível ao clima, onde secas, geadas, granizo ou chuvas excessivas podem dizimar a produção de um ano, comprometendo a renda de milhares de famílias e a arrecadação municipal.
  - √ Baixa Capacidade Institucional e Financeira: Esta é a vulnerabilidade mais crítica. As prefeituras possuem orçamentos restritos, baixa arrecadação própria e equipes técnicas extremamente reduzidas (poucos ou nenhum engenheiro, geólogo, arquiteto ou biólogo). Essa carência limita severamente a capacidade de planejar, executar e manter ações de adaptação, como obras de contenção, revisão de planos diretores, monitoramento de riscos e elaboração de projetos para captação de recursos externos.
  - √ Êxodo Rural e Envelhecimento Populacional: A migração de jovens em busca de oportunidades nos polos regionais ou na RMGV resulta em um envelhecimento da população no campo e nas pequenas sedes. A população idosa é frequentemente mais vulnerável aos impactos diretos (dificuldade de evacuação em desastres, maior sensibilidade a doenças) e indiretos (menor capacidade de recuperação econômica).
  - √ Capital Social e Percepção de Risco: Embora muitas vezes exista um forte capital social (redes de ajuda mútua), a percepção de risco pode ser baixa ou fatalista, dificultando a implementação de medidas preventivas que exijam mudança de comportamento ou realocação, como a saída de áreas de risco consolidadas historicamente.

3.3 VULNERABILIDADE SOCIAL E CAPACIDADE ADAPTATIVA

As ameaças climáticas descritas no item 3.2 podem causar danos ou impactos conforme a presença de pessoas, bens, ecossistemas, infraestrutura ou atividades econômicas em áreas suscetíveis a esses eventos. A magnitude dos potenciais danos depende do grau de vulnerabilidade das populações expostas, que é determinado por fatores sociais, econômicos, ambientais e institucionais, bem como por sua capacidade de adaptação e recuperação após os impactos causados.

Adapta Brasil



O Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças do Clima (AdaptaBrasil MCTI) foi instituído pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, por meio da Portaria nº 3.896, de 16 de outubro de 2020, tem como objetivo consolidar, integrar e disseminar informações que possibilitem o avanço das análises dos impactos da mudança do clima, observados e projetados no território nacional, dando subsídios às autoridades competentes pelas ações de adaptação.

Para detalhes sobre os modelos e métodos empregados pelo Sistema AdaptaBrasil no cálculo dos índices de ameaça, exposição e vulnerabilidade que compõem o risco climático, recomenda-se a consulta direta à sua plataforma (https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/).

3.3.1 VULNERABILIDADE SOCIAL E JUSTIÇA CLIMÁTICA

Segundo o IBGE, em 2022, 28,7% da população capixaba vivia com menos de meio salário-mínimo per capita, principalmente nas áreas urbanas pobres e no interior. Alegre, Mucurici e Ponto Belo são exemplos de municípios com baixa renda média per capita no interior, em contraste com a capital e áreas industriais. Cidades litorâneas como Guarapari e São Mateus enfrentam alta informalidade habitacional, com famílias vivendo em assentamentos irregulares expostas a riscos ambientais, como enchentes e erosão costeira. Municípios do interior do Estado como Baixo Guandu e Itarana também enfrentam habitações precárias, com falta de saneamento básico.

A Região Metropolitana da Grande Vitória, de um modo geral, tem mais acesso a oportunidades econômicas, enquanto o interior ainda depende da agricultura familiar, com economias mais frágeis e menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o que aumenta a vulnerabilidade social. Entretanto, a própria Região Metropolitana, que concentra 40% da população do Estado, apresenta desigualdades acentuadas devido à rápida urbanização e ocupação desordenada do solo (IJSN, 2022). Cidades como Vila Velha, Serra e Cariacica têm elevada vulnerabilidade social, com grande parte da população vivendo em áreas periféricas ou favelas. A Serra, por exemplo, possui um crescimento urbano acelerado, mas sofre com problemas relacionados à habitação irregular e acesso limitado a serviços básicos.

A origem racial e étnica também influencia os padrões de vulnerabilidade. A população negra e parda (aproximadamente 60% da população capixaba, segundo o IBGE (2022)) está desproporcionalmente concentrada em áreas de maior risco social, como periferias urbanas e zonas rurais de baixa renda. Esse fenômeno está relacionado ao legado histórico de exclusão social e econômica dessas populações, que enfrentam maiores dificuldades no acesso a emprego formal, educação de qualidade e serviços de saúde.

É importante ressaltar que as mudanças climáticas têm impactos significativos e desproporcionais sobre as mulheres, especialmente as mais pobres e marginalizadas. Esses impactos são amplificados pelas desigualdades sociais, culturais e econômicas já existentes que limitam o acesso das mulheres a recursos, educação e participação política. Há de se aumentar a resiliência das mulheres e lhes permitir aproveitar novas oportunidades, "reconhecendo sua liderança e capacidade de impulsionar a transformação" (ONU Mulheres.p.1, 2024).

Sabe-se também que as desigualdades de gênero e étnico-raciais amplificam as disparidades sociais, afetando especialmente as mulheres negras e pardas. As desigualdades de gênero e étnico-raciais somam-se entre si, expondo a forma mais severa das disparidades sociais, afetando de maneira ainda mais intensa as pessoas em situação de maior vulnerabilidade. Com relação aos extremos climáticos, a população afrodescendente, especialmente mulheres e crianças, enfrenta seus piores efeitos (GELEDES, 2024).

Embora a pobreza tenha múltiplas dimensões e seus efeitos na vida dos indivíduos sejam variados, é fundamental que as políticas públicas estabeleçam critérios claros para sua mensuração. Isso permite que as políticas de combate à pobreza sejam desenhadas, acompanhadas e avaliadas com base em objetivos bem definidos. Nesse contexto, o uso de linhas de pobreza monetária, calculadas a partir da renda per capita, tornou-se uma prática comum para mensurar a pobreza nas políticas públicas.

De acordo com o documento "Perfil da Pobreza no Espírito Santo: Famílias Inscritas no CadÚnico[3]" publicado pelo Instituto Jones dos Santos Neves, no Espírito Santo, no ano de 2023, o percentual de pobreza[4] entre as pessoas cadastradas no CadÚnico foi de 73,2%, enquanto a estimativa de pobreza na população geral foi de 30,1%. As microrregiões Central Serrana (25,6%) e Metropolitana (26,9%) apresentaram as menores estimativas, ao passo que a microrregião Nordeste registrou a maior, com 43,4%. A Figura 31 apresenta o percentual de pobreza no CadÚnico e estimativa de pobreza na população – por município, em 2023 para cada um dos municípios capixabas (IJSN, 2025). É possível notar que municípios com menores estimativas de pobreza são Santa Teresa (19,3%), Vila Velha (20,5%), Castelo (20,7%), Iconha (20,8%), Marechal Floriano (21,3%), Vitória (22,2%), Colatina (22,4%), Santa Maria de Jetibá (22,7%) e Domingos Martins (22,8%). Já os municípios com maiores índices foram Ibitirama (62,1%), Ponto Belo (58,2%), Boa

[3] O Cadastro Único – CadÚnico é um instrumento coordenado pelo Ministério da Cidadania que tem como objetivo identificar e caracterizar as famílias brasileiras de baixa renda, sendo também pré-requisito para participação em mais de 30 programas e serviços disponibilizados.

[4] Para a pobreza foi utilizada a linha de US$6,85 per capita dia (paridade de poder de compra, PPC), sugerida para países de renda média-alta como o Brasil, e equivale a R$ 670,58 per capta mês a valores de 2023 para o ES.

Esperança (54,5%), Alto Rio Novo (53,5%), Conceição da Barra (51,6%), Apiacá (49,3%), Brejetuba (48,6%), Água Doce do Norte (48,5%), Montanha (48,0%), Pedro Canário (47,6%), Itapemirim (47,4%) e São José do Calçado (47,0%).

No caso da extrema pobreza[5], o percentual entre pessoas cadastradas foi de 45,0%, enquanto a estimativa para a população geral alcançou 18,5%. As microrregiões Central Serrana (13,9%) e Centro-Oeste (14,2%) registraram os menores percentuais, enquanto a Nordeste (27,6%) e o Litoral Sul (25,8%) apresentaram os maiores índices. A Figura 32 apresenta o percentual de extrema pobreza no CadÚnico e a estimativa de extrema pobreza na população por município em 2023 (IJSN, 2025). Entre os municípios com menores estimativas de extrema pobreza destacam-se Marechal Floriano (7,1%), Domingos Martins (8,5%), Colatina (8,8%), Ibatiba (9,1%), São Roque do Canaã (9,5%), Iconha (9,8%), Santa Teresa (10,2%) e Santa Maria de Jetibá (10,4%). Por outro lado, os maiores percentuais foram observados em Ibitirama (49,5%), Ponto Belo (42,1%), Alto Rio Novo (39,1%), Boa Esperança (39,1%), Apiacá (37,4%), Água Doce do Norte (35,8%), Itapemirim (35,1%), Muqui (34,1%), Mimoso do Sul (33,9%), Conceição da Barra (33,4%), São José do Calçado (33,1%), Brejetuba (31,9%), Mantenópolis (31,8%), Pedro Canário (31,5%), Presidente Kennedy (31,0%), Montanha (31,2%) e Marataízes (31,0%).

[5] Para a extrema pobreza a linha de US$ 2,15 per capita dia, estabelecida pelo Banco Mundial tomando como base os países extremamente pobres. O objetivo do Banco Mundial de acabar com a extrema pobreza até 2030 e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas 1.1, são estabelecidos e monitorados por meio dessa linha. Equivale a R$ 210,48 per capta mês a valores de 2023 para o ES.

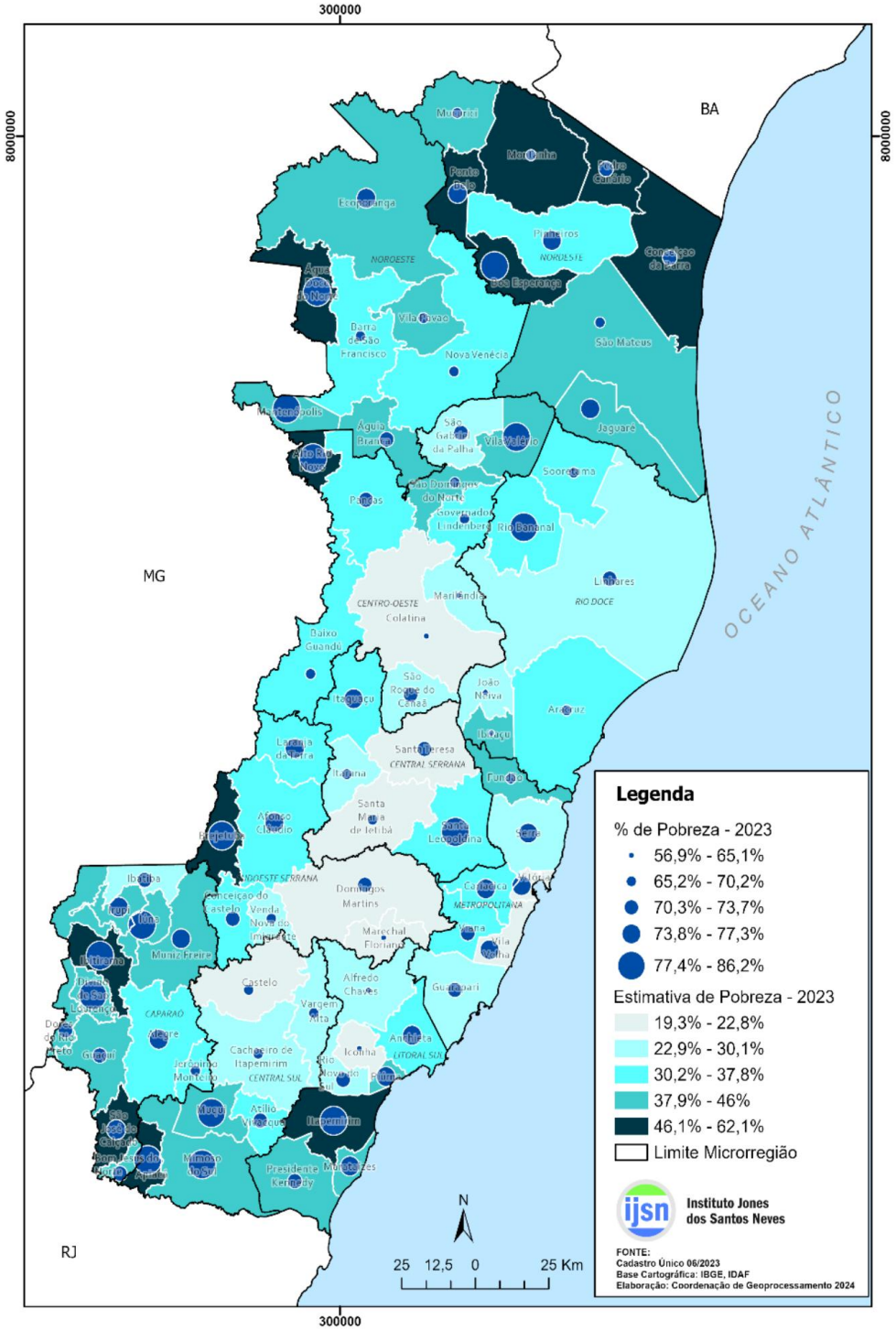


Figura 31. Percentual de pobreza no CadÚnico e estimativa de pobreza na população – por município, em 2023 (IJSN, 2025).

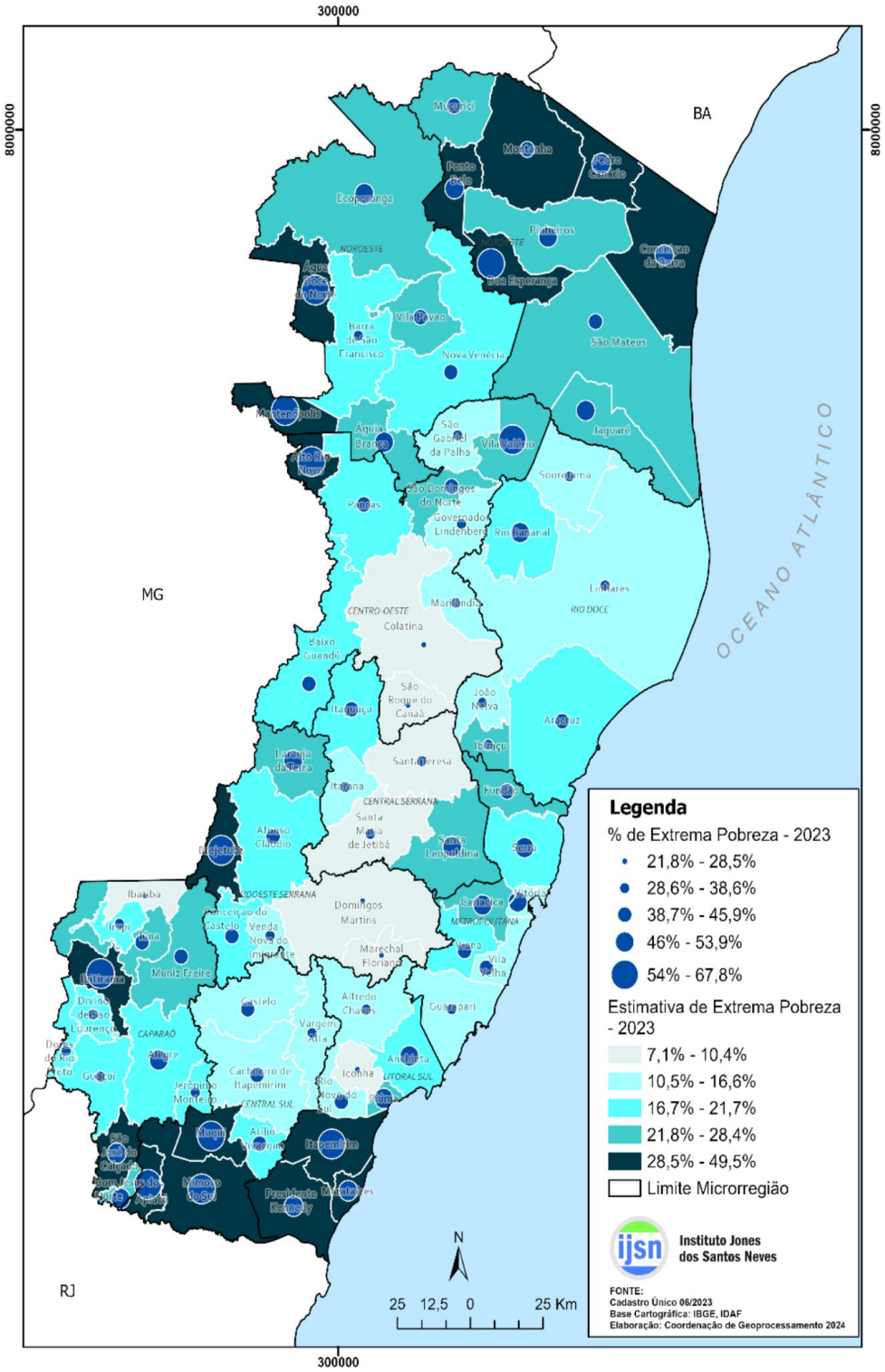


Figura 32. Percentual de extrema pobreza no CadÚnico e estimativa de extrema pobreza na população – por município, em 2023 (IJSN, 2025).

Índice de Desenvolvimento Família (IDF)

O Índice de Desenvolvimento da Família (IDF) é um indicador sintético que busca medir o nível de desenvolvimento social que uma família possui em relação a diversas necessidades básicas, medido o desenvolvimento social a partir de 6 dimensões: ausência de vulnerabilidade, acesso ao conhecimento, acesso ao trabalho, disponibilidade de recurso, desenvolvimento infantil e condições habitacionais. Seu valor varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 0 mais vulnerável a família é. Sua metodologia original, produzida pelo IPEA, utilizava dados da PNAD contínua e foi adaptada pelo IJSN a partir de dados do Cadastro Único.
O IDF vem sendo utilizado como subsídio para a construção de políticas públicas desenvolvidos pela Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social (SETADES) e está disponível para consulta pública na aba de monitoramento das políticas no site da SETADES: https://setades.es.gov.br/IDF

A partir do Índice de Desenvolvimento da Família (IDF) pode se avaliar a vulnerabilidade socioeconômica das famílias capixabas inscritas no CadÚnico para além dos dados relativos à pobreza e à extrema pobreza. O IDF é composto por seis dimensões: ausência de vulnerabilidade, acesso ao conhecimento, acesso ao trabalho, disponibilidade de recursos, desenvolvimento infantil e condições habitacionais. As variáveis associadas a cada uma dessas dimensões estão descritas no Anexo III. Quanto mais alto o valor do IDF, menor é a sensibilidade socioeconômica do município.

Com base em dados de dezembro de 2024, o IDF médio do Espírito Santo foi de 0,734, em uma escala de 0 a 1. A Figura 33 apresenta o IDF para os municípios capixabas e suas seis dimensões. Para fins de comparação entre os municípios, foram definidos 5 níveis do IDF, com base no valor médio do IDF para o ES ($IDF_{médio}$) e seu desvio padrão (DP):

- **Muito baixo:** IDF muito abaixo da média estadual ($IDF \leq IDF_{médio} - 2\ DP$);
- **Baixo:** IDF abaixo da média estadual ($IDF_{médio} - 2\ DP < IDF \leq IDF_{médio} - 1\ DP$);
- **Médio:** IDF próximo à média estadual ($IDF_{médio} - 1\ DP < IDF \leq IDF_{médio} + 1\ DP$);
- **Alto:** IDF acima da média estadual ($IDF_{médio} + 1\ DP < IDF \leq IDF_{médio} + 2\ DP$),
- **Muito alto:** IDF um muito acima da média estadual ($IDF > IDF_{médio} + 2\ DP$).

Essa análise mostra que cerca de 66,7% dos municípios capixabas apresentam nível médio do IDF. Apesar desse predomínio de níveis médios, surgem disparidades importantes entre municípios e microrregiões. Municípios como Alto Rio Novo, Vila Valério, Brejetuba e Águia Branca registraram os menores valores, refletindo maior sensibilidade socioeconômica, enquanto Ibiraçu, Bom Jesus do Norte, Colatina e João Neiva apresentaram os melhores desempenho.

Na Grande Vitória, todos os municípios apresentam nível médio, embora Viana e Cariacica registrem valores relativamente menores. O mesmo comportamento se repete entre os municípios da microrregião Nordeste. As microrregiões Metropolitana e Nordeste reúnem, respectivamente, cerca de 49,4% e 7,1% da população do estado.

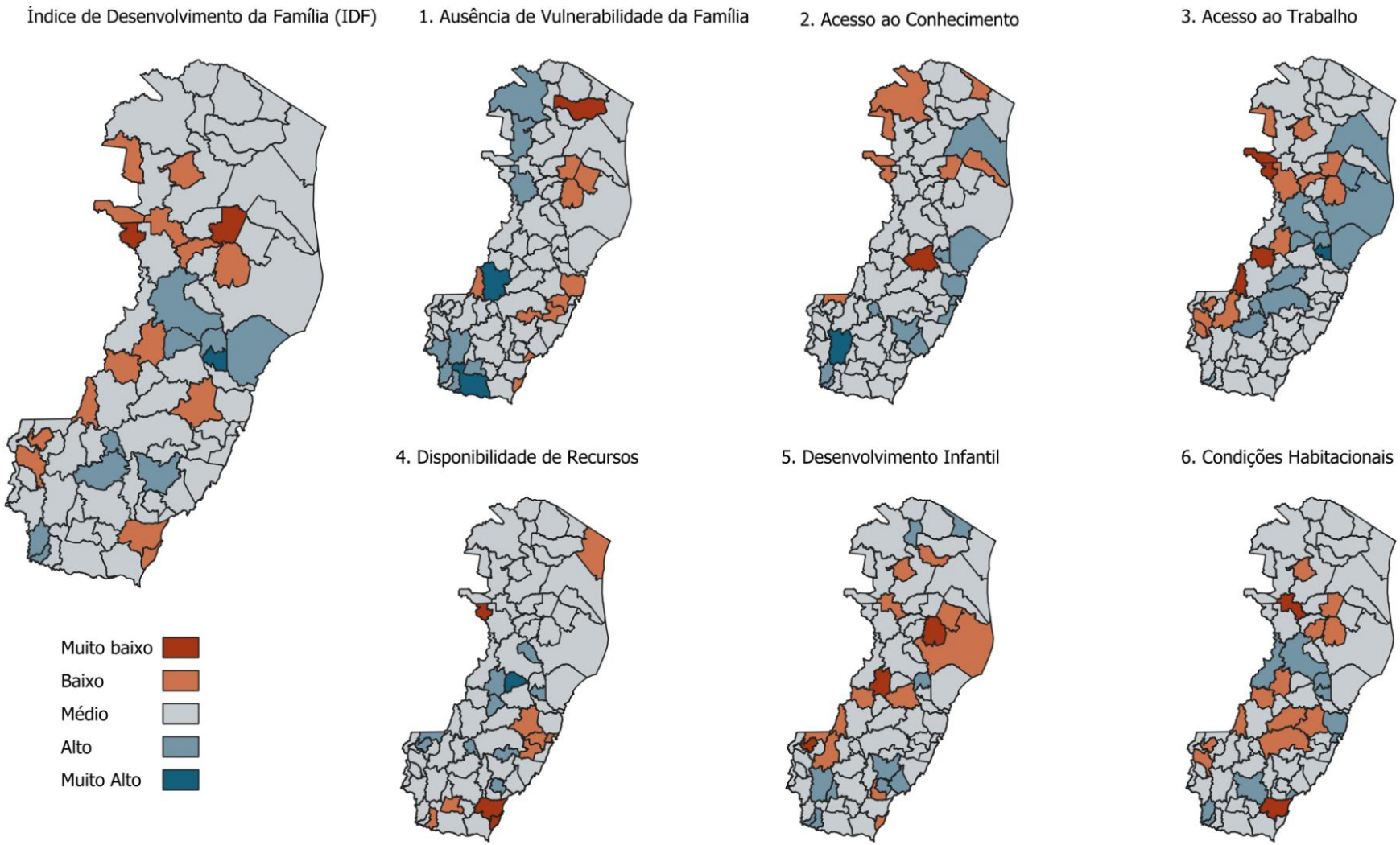


Figura 33. Índice de desenvolvimento da Família (IDF) dos municípios do Espírito e suas dimensões nos municípios do Espírito Santo.

Na microrregião Central Sul, que reúne 8,2% da população capixaba, todos os municípios apresentam nível médio, exceto Castelo, que se destaca com nível alto. A microrregião Noroeste, responsável por 7,3% da população, apresenta mais da metade de seus municípios com nível baixo do IDF. Já a microrregião Centro-Oeste, que concentra 3,8% da população do estado, registra dois municípios com nível muito baixo (Vila Valério e Alto Rio Novo) e um com nível baixo (São Domingos do Norte). As microrregiões Centro-Serrana e Sudoeste-Serrana, que juntas representam 6,5% da população capixaba, apresentam quatro municípios com nível baixo do IDF, sendo dois em cada uma, ambas compostas por cinco municípios.

A análise dos municípios com menor IDF mostra que Alto Rio Novo apresentou nível muito baixo nas dimensões acesso ao trabalho e disponibilidade de recursos, além de nível baixo em acesso ao conhecimento. Vila Valério registrou nível baixo nas dimensões ausência de vulnerabilidade da família, acesso ao conhecimento, acesso ao trabalho e condições habitacionais. Brejetuba apresentou nível muito baixo em acesso ao trabalho e nível baixo nas demais dimensões, exceto em disponibilidade de recursos, que alcançou nível médio. Águia Branca, por sua vez, apresentou níveis muito baixos em condições habitacionais e nível baixo em desenvolvimento infantil.

Na dimensão acesso ao trabalho, que considera ocupação formal e informal dos membros da família, qualidade dos postos de trabalho e remuneração, quatro municípios apresentaram nível comparativo muito baixo: Mantenópolis, Alto Rio Novo, Laranja da Terra e Brejetuba. Outros onze municípios registraram nível baixo. Na dimensão acesso ao conhecimento, que avalia a escolaridade dos membros da família, Santa Teresa apresentou o pior desempenho, seguida por Mantenópolis, que se somou a outros sete municípios com nível baixo nessa dimensão.

Na dimensão disponibilidade de recursos, que considera os níveis de pobreza e extrema pobreza, além dos tipos e montantes de despesas familiares, Itapemirim, Alto Rio Novo e Marataízes apresentaram nível muito baixo. Em seguida aparece Viana, que, juntamente com Vitória, Cariacica e outros quatro municípios, registrou desempenho inferior. Na dimensão condições habitacionais, que avalia densidade domiciliar, estabilidade de permanência, qualidade das moradias e acesso a serviços básicos, Itapemirim e Águia Branca apresentaram os menores níveis, com valores mínimos de 0,601 e 0,738. Outros doze municípios registraram nível baixo nessa dimensão.

De modo geral, Brejetuba, Vila Valério e Rio Bananal, além de Mantenópolis e Laranja da Terra, destacam-se entre os municípios com piores resultados em dois ou mais aspectos de sensibilidade socioeconômica. Vila Valério apresenta fragilidades acentuadas em alimentação e condições sociais; Alto Rio Novo se distingue pelo baixo desempenho em acesso ao trabalho; e Águia Branca revela forte vulnerabilidade no indicador de

alimentação. Esses municípios se consolidam entre os mais sensíveis socioeconomicamente no Espírito Santo.

As mudanças climáticas não afetam todos da mesma forma. Tornar os municípios mais resilientes exige reconhecer essas contradições e desigualdades e, a partir delas, desenvolver ações afirmativas que ampliem a capacidade de resposta das pessoas e comunidades diante dos eventos extremos.

3.3.2. CAPACIDADES INSTITUCIONAIS MUNICIPAIS PARA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

A capacidade de um município implementar políticas de adaptação climática depende não apenas de recursos financeiros, mas fundamentalmente de sua capacidade institucional, entendida como o conjunto de recursos humanos, técnicos, normativos e organizacionais que habilitam a administração pública a planejar, executar, monitorar e avaliar políticas públicas de forma eficaz.

No contexto dos municípios capixabas, observa-se uma heterogeneidade acentuada nas capacidades institucionais, que se manifesta em múltiplas dimensões e que constitui um dos principais determinantes da efetividade do PEAMC no nível local.

As dimensões da capacidade institucional municipal são: (i) Capacidade técnica e de recursos humanos, (*ii*) capacidade de planejamento e instrumentos normativos, (*iii*) capacidade financeira e de gestão orçamentária, (*iv*) capacidade de coordenação e articulação intersetorial e (*v*) capacidade de monitoramento, avaliação e gestão da informação.

A **capacidade técnica e de recursos humanos** refere-se à disponibilidade de servidores públicos qualificados e estáveis, capazes de conduzir processos de planejamento, gestão de projetos e execução de políticas complexas. Nos municípios capixabas, essa dimensão apresenta grandes disparidades. Municípios da RMGV e cidades médias geralmente dispõem de equipes com profissionais formados em áreas relevantes (engenharia, arquitetura e urbanismo, geografia, ciências ambientais). Em contraste, pequenos municípios frequentemente carecem de qualquer servidor com formação específica em planejamento urbano ou gestão ambiental, dependendo de técnicos generalistas ou de consultores externos. Outro aspecto importante diz respeito à estabilidade das equipes. A alta rotatividade de servidores comissionados e a descontinuidade administrativa comprometem a memória institucional e a implementação de políticas de longo prazo. Municípios com maior proporção de servidores concursados apresentam maior continuidade e acúmulo de expertise.

Por outro lado, a oferta de programas de capacitação em temas como gestão de riscos, adaptação climática e planejamento urbano sustentável é limitada, especialmente para municípios do interior. A ausência de formação específica resulta em dificuldades para

acessar recursos de programas federais e estaduais, que exigem a elaboração de projetos técnicos complexos.

A **capacidade de planejamento e instrumentos normativos** refere-se a existência e a qualidade de instrumentos de planejamento territorial e ambiental que constituem indicadores fundamentais da capacidade institucional. Embora obrigatórios para municípios acima de 20 mil habitantes, observa-se que muitos Planos Diretores estão desatualizados (elaborados há mais de 10 anos) ou são pouco efetivos, funcionando como documentos formais sem aplicação prática. A incorporação de diretrizes de adaptação climática é rara, mesmo em municípios de maior porte. Com relação aos Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR), embora eventualmente se aponte que 23 municípios capixabas possuem esses planos, parte deles está desatualizado ou inaplicado, observando-se apenas 18 dos 78 municípios capixabas com PMRR ativos, reconhecidos e utilizados na gestão de riscos e mesmo nesses casos, a implementação das medidas propostas é frequentemente limitada por falta de recursos e de acompanhamento sistemático. No que se refere à legislação urbanística e ambiental, a existência de códigos de obras, leis de zoneamento e códigos ambientais municipais varia significativamente entre os municípios. Pequenos municípios frequentemente carecem de legislação própria, aplicando apenas normas estaduais e federais, o que limita a capacidade de controle do uso do solo e de proteção de áreas ambientalmente sensíveis.

A **capacidade financeira e de gestão orçamentária** não se resume ao volume de recursos disponíveis, mas também à capacidade de planejar, executar e prestar contas de investimentos. Municípios com maior base econômica (RMGV, cidades médias) possuem arrecadação própria mais significativa, permitindo algum grau de autonomia para investimentos. Pequenos municípios dependem quase inteiramente de transferências constitucionais (FPM) e voluntárias. Mesmo quando recursos estão disponíveis (via convênios ou transferências), muitos municípios apresentam baixa capacidade de execução, devido a deficiências em processos licitatórios, gestão de contratos e prestação de contas. Nota-se também que a elaboração de projetos para captação de recursos junto a agências de fomento, bancos de desenvolvimento e fundos climáticos internacionais exige expertise técnica e capacidade de contrapartida financeira, frequentemente ausentes em pequenos municípios.

A **capacidade de coordenação e articulação intersetorial** é fundamental para uma agenda transversal de adaptação às mudanças do clima que exige coordenação entre diferentes setores da administração municipal (planejamento, meio ambiente, saúde, assistência social, obras). No entanto, poucos municípios dispõem de instâncias formais de coordenação intersetorial, como comitês ou grupos de trabalho dedicados à agenda climática. A fragmentação setorial resulta em ações descoordenadas e perda de sinergias. A capacidade de dialogar e coordenar ações com o governo estadual, consórcios intermunicipais e órgãos federais varia significativamente. Municípios com maior

capacidade institucional participam ativamente de fóruns, programas e redes de cooperação.

A **capacidade de monitoramento, avaliação e gestão da informação** permite a gestão baseada em evidências depende de sistemas de informação e de rotinas de monitoramento. A disponibilidade de bases cartográficas atualizadas e de ferramentas de geoprocessamento é limitada, especialmente em pequenos municípios. Isso dificulta o mapeamento de áreas de risco, o planejamento territorial e o monitoramento de mudanças no uso do solo. Poucos municípios dispõem de sistemas estruturados de indicadores para monitorar a implementação de políticas e avaliar resultados. A ausência de dados sistematizados compromete a tomada de decisão e a prestação de contas.

3.4 RISCOS CLIMÁTICOS NOS DIFERENTES EIXOS TEMÁTICOS DE ADAPTAÇÃO

A definição de risco climático segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), Órgão das Nações Unidas, parte de uma concepção que ultrapassa a ideia tradicional de perigo físico. O IPCC entende o risco climático como o resultado da interação entre três componentes: ameaça ou perigo climático (*hazards*), exposição e vulnerabilidade.

A ameaça climática refere-se à ocorrência potencial de eventos físicos relacionados ao clima — como secas, inundações, ondas de calor, elevação do nível do mar, tempestades, entre outros — que podem causar danos ou impactos. A exposição diz respeito à presença de pessoas, bens, ecossistemas, infraestrutura ou atividades econômicas localizadas em áreas suscetíveis a esses eventos climáticos. Já a vulnerabilidade expressa a suscetibilidade desses elementos expostos aos danos, determinada por fatores sociais, econômicos, ambientais e institucionais, incluindo tanto a sensibilidade quanto a capacidade adaptativa frente às mudanças do clima (Figura 34).

Desta forma, o IPCC conceitua o risco climático como a probabilidade de ocorrência de impactos adversos em sistemas humanos ou naturais decorrentes de eventos climáticos perigosos, considerando tanto a magnitude e a frequência desses eventos quanto a exposição e vulnerabilidade das populações e ecossistemas afetados. Essa conceituação é expressa formalmente no AR6 (*Sixth Assessment Report*), em que o risco é entendido como uma função da **ameaça climática** (*hazard*) combinada com as condições de **exposição** e **vulnerabilidade** determinada pela sensibilidade e capacidade adaptativa do sistema aos impactos. Matematicamente, essa relação é frequentemente representada de forma simplificada como:

$$Risco = f(\text{Perigo,Exposição,Vulnerabilidade})$$

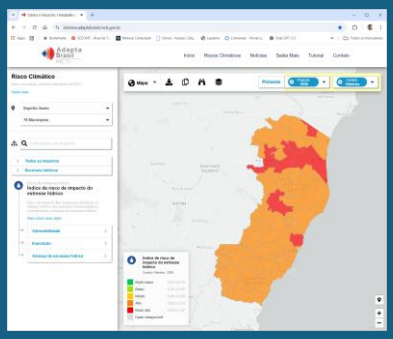


Figura 34. Risco climático e suas três dimensões: Ameaça, exposição e vulnerabilidade (Brasil, 2025a)

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), em cooperação com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Rede Nacional de Pesquisa e Ensino (RNP), criou em 2020 o Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas (AdaptaBrasil MCTI - https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/) com o objetivo de consolidar, integrar e disseminar informações que possibilitem o avanço das análises dos impactos das mudanças climáticas, observados e projetados no território nacional, fornecendo subsídios às autoridades competentes para as ações de adaptação, representando os índices de riscos climáticos com base definição proposta pelo IPCC.

A **ameaça climática**, no contexto do AdaptaBrasil, refere-se à possibilidade de ocorrência de eventos extremos — como chuvas intensas, enchentes, secas ou variações extremas de temperatura — que podem resultar em perdas econômicas, danos ambientais ou até ameaçar vidas, obtidos com base nos cenários climáticos futuros derivados dos modelos CMIP5 e CMIP6, que são discutidos na Seção 3.1. A **exposição**, por sua vez, representa a presença de elementos passíveis de serem afetados por essas ameaças, como populações, ecossistemas, espécies e infraestruturas, sendo estimada a partir de levantamentos do IBGE e de outras bases oficiais. Já a **vulnerabilidade** corresponde ao grau de predisposição de uma área aos impactos das mudanças climáticas e é composta por dois fatores: a **sensibilidade**, que expressa o quanto a área pode ser diretamente afetada pela ameaça, e

Adapta Brasil



O Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças do Clima (AdaptaBrasil MCTI) foi instituído pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, por meio da Portaria nº 3.896, de 16 de outubro de 2020, tem como objetivo consolidar, integrar e disseminar informações que possibilitem o avanço das análises dos impactos da mudança do clima, observados e projetados no território nacional, dando subsídios às autoridades competentes pelas ações de adaptação.

Para detalhes sobre os modelos e métodos empregados pelo Sistema AdaptaBrasil no cálculo dos índices de ameaça, exposição e vulnerabilidade que compõem o risco climático, recomenda-se a consulta direta à sua plataforma (https://adaptabrasil.mcti.gov.br/).

a **capacidade adaptativa**, que indica a habilidade de se preparar, reagir e se adaptar, seja por meio da prevenção dos riscos ou pela mitigação dos impactos após sua ocorrência.

Os índices de risco, de vulnerabilidade, de exposição e de capacidade adaptativa variam, numericamente, desde zero a unidade, pois as variáveis envolvidas são normalizadas para permitir a comparação entre municípios. Para facilitar a interpretação, o índice é também categorizado em cinco faixas: muito baixo (0 ≤ índice < 0,2), baixo (0,2 ≤ índice < 0,4), médio (0,4 ≤ índice < 0,6), alto (0,6 ≤ índice < 0,8) e muito alto (0,8 ≤ índice ≤ 1,0). A construção desse índice segue uma estrutura hierárquica em múltiplos níveis. Nos níveis inferiores, são utilizadas variáveis brutas e indicadores temáticos, derivados de bases estatísticas nacionais e definidos de forma padronizada para todo o país. Essas variáveis alimentam as dimensões principais do risco — ameaça, exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa — que, por sua vez, se combinam para compor o índice agregado de risco climático. Essa abordagem assegura a comparabilidade entre regiões, embora apresente limitações, uma vez que nem todas as especificidades locais são captadas.

É importante destacar que, no AdaptaBrasil, a dimensão da capacidade adaptativa é construída a partir de indicadores que expressam potencial de resposta — e não necessariamente ação efetiva. Por exemplo, variáveis como renda municipal ou o Índice FIRJAN de Gestão Fiscal[6] refletem a aptidão financeira e administrativa para lidar com riscos, mas não comprovam que o município invista, de fato, em políticas ou medidas de adaptação. De modo análogo, a existência de instrumentos de controle urbano ou planos de gestão de risco indica a presença formal de mecanismos de prevenção, mas não assegura sua implementação prática.

[6] O Índice Firjan de Gestão Fiscal é um estudo que analisa a situação fiscal de cada um dos mais de 5 mil municípios brasileiros, através de quatro indicadores: Autonomia, Gastos com pessoal, Liquidez e Investimentos. Disponível em: https://www.firjan.com.br/ifgf/

Dessa forma, o índice de risco climático do Sistema AdaptaBrasil deve ser interpretado como uma medida do potencial de risco, isto é, da condição que o município poderia apresentar caso utilizasse plenamente os recursos e capacidades disponíveis em resposta às ameaças climáticas. A principal virtude desse sistema é possibilitar a análise comparativa e o acompanhamento da evolução dos riscos ao longo do tempo, especialmente diante do agravamento das ameaças projetadas em cenários futuros. Assim, o sistema pode não refletir integralmente as dinâmicas institucionais, políticas e territoriais específicas de cada município, as quais podem amplificar ou reduzir, na prática, os níveis reais de vulnerabilidade e capacidade de adaptação. Além disso, a qualidade e a disponibilidade dos dados utilizados muitas vezes são restritas, especialmente porque a adequada representação da sensibilidade e da capacidade adaptativa depende de informações locais que, ocasionalmente, encontram-se disponíveis de forma fragmentada ou incompleta em bases estaduais e municipais. Isso pode gerar desvios e imprecisões nos resultados, que, embora não comprometam o uso do sistema, podem limitar a precisão das análises. Nesse contexto, é recomendável que o Estado do Espírito Santo mantenha sua própria base de dados para o cálculo e atualização desses indicadores, assegurando maior consistência e representatividade das condições locais nos diagnósticos de risco climático, ou desenvolva mecanismos de integração e atualização da Plataforma Nacional AdaptaBrasil, de modo a aprimorar continuamente a qualidade e a aplicabilidade das informações utilizadas na avaliação dos riscos climáticos.

Os impactos decorrentes das ameaças climáticas variam conforme o setor analisado, bem como em função dos níveis de exposição e vulnerabilidade associados. Nesse contexto, apresentam-se a seguir os riscos climáticos estimados com base no Sistema AdaptaBrasil, referentes aos eixos temáticos de adaptação do *Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo* — Recursos Hídricos, Saúde e Proteção e Defesa Civil.

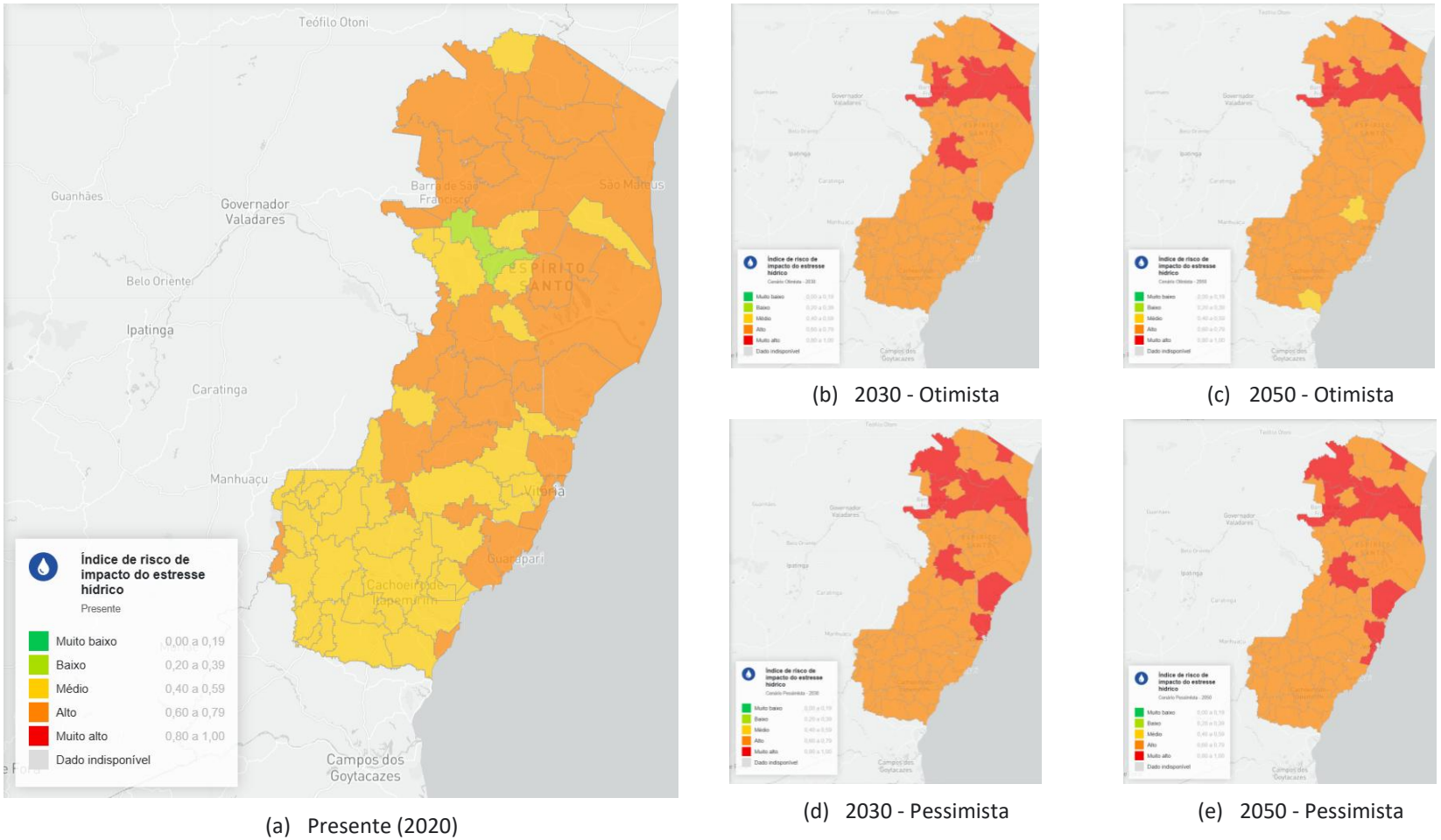
3.4.1. RISCO CLIMÁTICO ASSOCIADO AOS RECURSOS HÍDRICOS

O risco climático associado aos recursos hídricos está relacionado ao estresse hídrico resultante da ameaça de escassez de água e da exposição tanto da população em geral quanto dos diversos usuários setoriais — urbanos, rurais, industriais, de mineração, agropecuários e outros. A vulnerabilidade desses grupos decorre de fatores que influenciam sua sensibilidade, como a insegurança no abastecimento humano, o balanço hídrico das atividades produtivas, os efeitos sobre a saúde da população, a pressão antrópica sobre o uso e a ocupação do solo, a distribuição da água entre os diferentes usos e a segurança de barragens. Já a capacidade adaptativa depende da eficácia da gestão e do planejamento dos recursos hídricos, do fortalecimento da resiliência hídrica, da capacidade de adaptação dos setores produtivos e das condições socioeconômicas das famílias.

A ameaça de escassez hídrica foi estimada em função das mudanças percentuais da vazão média (m^3/s) de longo termo de cada bacia hidrográfica devido às mudanças na precipitação e evapotranspiração potencial, correspondendo à oferta hídrica de uma bacia baseada no balanço hídrico. O nível do índice de risco de estresse hídrico no Espírito Santo pode ser descrito, de forma geral como alto e médio em todo o estado (Figura 35). Com exceção dos municípios vizinhos São Domingos do Norte e Águia Branca ao norte do Rio Doce que apresentam baixo risco de impacto do estresse hídrico, pois possuem baixa ameaça de escassez hídrica, baixa sensibilidade e alta capacidade de adaptação ao mesmo tempo que apresentam médio índice de exposição da população em geral e muito baixo índice de exposição dos outros usuários. Finalmente, os municípios com médio índice de risco de estresse hídrico, em sua maioria, correspondem aqueles localizados nas microrregiões Caparaó, Central Sul e Litoral Sul.

É importante notar que a ameaça de escassez hídrica não é a mesma entre os municípios como médio e alto índice de risco climático. Alguns municípios com alto risco climático apresentam média ameaça climática e outros com médio risco climático apresentam baixa ameaça climática. Isso decorre das condições de exposição e vulnerabilidade de cada município. Por exemplo, os municípios da Serra, Vila Velha e Guarapari na microrregião metropolitana e Anchieta no litoral sul apresentam alto risco de impacto do estresse hídrico com média a baixa ameaça de escassez hídrica, mas com alta e muito alta exposição combinada à média sensibilidade e baixa capacidade adaptativa.

Uma análise interessante pode ser efetuada quanto aos cenários futuros. No Sistema Adapta Brasil, os cenários futuros são afetados em relação ao cenário presente por meio da variação na projeção da ameaça climática futura. No cenário 2030 otimista (RCP 4.5), oito municípios apresentam muito alto índice de risco climático (são eles: Pedro Canário, São Mateus, Nova Venécia, Boa Esperança, Barra de São Francisco, Mantenópolis, Colatina e Serra), enquanto todos os outros apresentam alto risco. O aumento do risco climático corresponde ao aumento da ameaça de escassez hídrica. Já no cenário 2030 pessimista (RCP 8.5), Aracruz, Colatina, Ecoporanga e Vitória se tornam também municípios com alto índice de rico climático, os outros municípios apresentam variação do valor do índice, mas permanecem no mesmo nível de risco.



(a) Presente (2020)

(b) 2030 - Otimista

(c) 2050 - Otimista

(d) 2030 - Pessimista

(e) 2050 - Pessimista

Figura 35. Índice de risco de impacto de estresse hídrico: (a) presente (2020), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025b).

Quando se comparam as projeções otimistas para 2030 e 2050, os municípios de Presidente Kennedy e Santa Leopoldina apresentam leve redução da ameaça de escassez hídrica, alcançando níveis médios de risco. Boa Esperança, Colatina e Serra também apresentam diminuição da ameaça, passando de níveis muito altos de risco de estresse hídrico para níveis altos. Para que o Sistema Adapta Brasil estime a redução da ameaça de escassez hídrica associada às mudanças climáticas, é necessário que a vazão média dos rios que abastecem a região não sofra impactos negativos decorrentes da variação futura de temperatura, umidade relativa ou precipitação total. Como a tendência projetada para a temperatura é de aumento nessas localidades, o aumento da precipitação total deve ser o principal fator que explica a redução da ameaça nesses municípios entre os cenários otimistas de 2030 e 2050. Os demais municípios do estado apresentam pequenas variações nos índices, mas permanecem no mesmo nível de ameaça entre esses dois cenários. Nos cenários pessimistas de 2030 e 2050, os níveis de risco de escassez hídrica permanecem inalterados.

A Figura 36 apresenta a evolução do número de municípios classificados por índice de risco para escassez hídrica no Espírito Santo considerando as cenário de 2020 (presente) e as projeções para 2030 e 2050 nos cenários otimista (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5). Pode se notar que para o cenário otimista futuro mais próximo (em apenas 5 anos), 8 municípios têm seus níveis de risco elevados de alto para muito alto e os 41 municípios com nível baixo e médio no cenário presente passam a alto ou muito alto nível de risco. Para o cenário pessimista esta projeção é um pouco pior, passando para 11 municípios com risco muito alto e 67 municípios com risco alto.

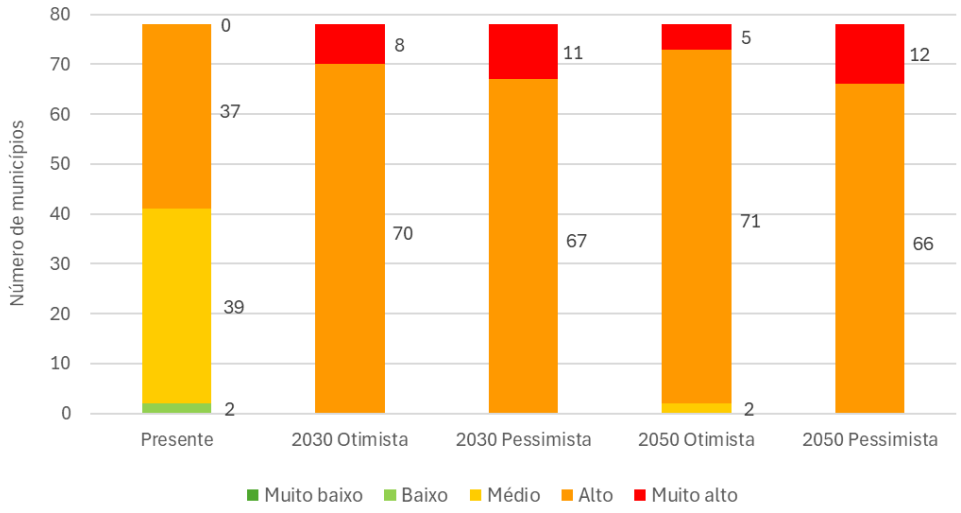


Figura 36. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para escassez hídrica no Espírito Santo

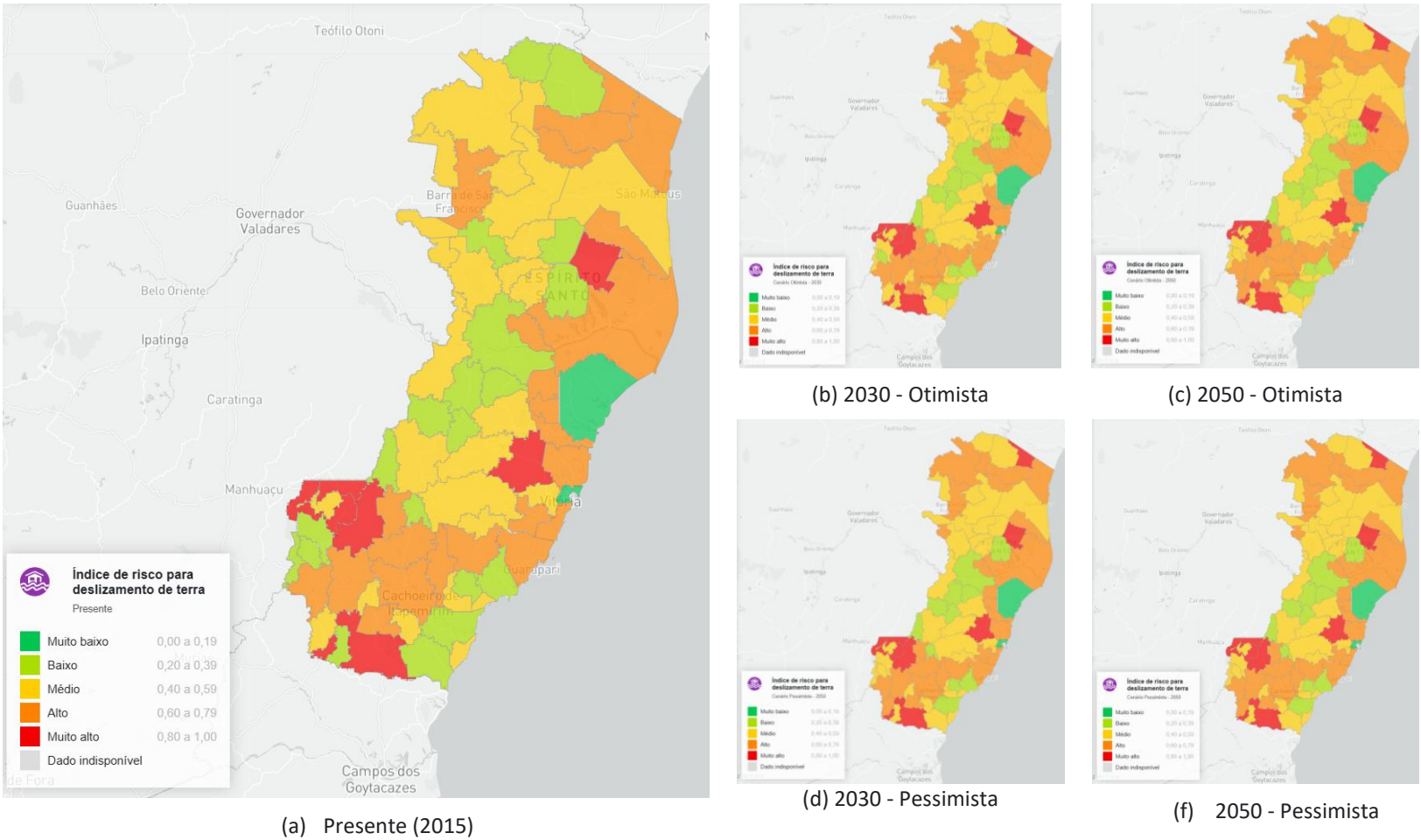
3.4.2. RISCO CLIMÁTICO ASSOCIADO AOS DESLIZAMENTOS DE TERRA

O risco climático para deslizamento de terra está relacionado a chuvas intensas (precipitação total em 5 dias consecutivos) e características geomorfológicas, uso do solo, geológicas. A exposição da população às ameaças está relacionada à existência de domicílios em áreas de risco e a densidade populacional das áreas urbanizadas. A vulnerabilidade é influenciada pela sensibilidade relacionada à deficiência da infraestrutura municipal e às condições socioeconômicas da população. A capacidade adaptativa está ligada à capacidade de investimento público, renda da população, capacidade de governança pública, nível de atendimento de saúde e plano de saneamento básico bem articulado e plenamente implementado, participação do município no programa cidades resilientes, gestão de resíduo e limpeza pública e existência de instituições no município que atuem em gestão de risco de desastres.

No Espírito Santo, 20 dos 78 municípios apresentam baixo índice de risco para deslizamento de terra, segundo a Figura 37. Esses municípios estão distribuídos por todas as microrregiões do estado. Apenas Vitória e Aracruz apresentam risco muito baixo. Aracruz registra risco muito baixo apesar de apresentar ameaça muito alta e exposição média, enquanto Vitória também apresenta risco muito baixo mesmo com ameaça e exposição muito altas. Nesses casos, o risco reduzido é explicado pela vulnerabilidade muito baixa, decorrente da alta capacidade adaptativa ligada sobretudo à gestão de desastres e de resíduos e limpeza pública. A vulnerabilidade reduzida também está associada à baixa sensibilidade relacionada a aspectos específicos da infraestrutura municipal.

Sete municípios apresentam índice de risco muito alto. Desses, seis estão ao sul das margens do Rio Doce. Sooretama, localizado ao norte das margens do Rio Doce, também apresenta risco muito alto e combina ameaça muito alta com vulnerabilidade e exposição que variam entre médias e altas. Mimoso do Sul e Bom Jesus do Norte apresentam vulnerabilidade de média a baixa em razão da baixa sensibilidade e da capacidade adaptativa de média a alta. Santa Leopoldina, Iúna, Muniz Freire e Ibatiba, situados na região do Caparaó, apresentam vulnerabilidade média, exposição alta e ameaça muito alta.

A maior parte dos municípios do estado apresenta risco médio ou alto para deslizamento de terra. Na microrregião Metropolitana, Fundão, Serra, Viana, Vila Velha e Guarapari apresentam risco alto, enquanto Cariacica apresenta risco médio.



(a) Presente (2015)

(b) 2030 - Otimista

(c) 2050 - Otimista

(d) 2030 - Pessimista

(f) 2050 - Pessimista

Figura 37. Índice de risco para deslizamento de terra: (a) presente (2015), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025c).

Os municípios de Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Guarapari registram níveis muito altos de exposição e ameaça, mas vulnerabilidade baixa ou muito baixa. Vila Velha, por exemplo, apresenta baixa vulnerabilidade devido à sensibilidade reduzida e à capacidade adaptativa elevada. Essa capacidade adaptativa está associada à robustez econômica municipal, embora acompanhada de baixo investimento em políticas de adaptação, e ao desempenho em cidadania e políticas setoriais, ainda que com nível moderado de implementação e articulação do plano municipal de saneamento.

Para análise detalhada dos índices de risco de cada município, é importante compreender a metodologia AdaptaBrasil. Conforme discutido anteriormente, o risco resulta da interação dinâmica entre as ameaças relacionadas ao clima, a exposição e a vulnerabilidade (sensibilidade e capacidade adaptativa) dos sistemas humanos ou ecológicos afetados. Por isso, deve-se conhecer a composição do risco para identificar o componente que mais contribui para o valor do índice de risco de cada município. Lembrando, ainda, que o Sistema AdaptaBrasil é dependente das atualizações dos órgãos oficiais nacionais e das informações recebidas sobre as particularidades locais.

As projeções climáticas do cenário otimista para 2030 mostram que, na microrregião do Rio Doce, apenas João Neiva apresenta alteração no risco de deslizamento de terra em relação ao presente, reduzindo o risco de alto para médio. Essa redução decorre da diminuição do nível de ameaça de chuvas intensas associada ao aumento da ameaça de escassez hídrica no município. No norte da microrregião Nordeste, três municípios (Mucurici, Montanha e Pedro Canário) apresentam elevação do risco de deslizamento. Mucurici e Pedro Canário registram aumento do nível de ameaça para o cenário otimista de 2030, enquanto Montanha mantém ameaça baixa em ambos os cenários, mas apresenta elevação significativa do índice, de 0,25 para 0,35. Outras elevações de risco são observadas em Águia Branca e Ecoporanga na microrregião Noroeste, Alto Rio Novo e Vila Valério na microrregião Centro Oestem, Dores do Rio Preto e Ibitirama no Caparaó, Apiacá na Região Central Sul e Presidente Kennedy no Litoral Sul. Na microrregião Metropolitana, não há variação no risco para o cenário otimista de 2030. As diferenças entre os cenários otimista e pessimista para 2030 são pouco relevantes. As variações identificadas em Ponto Belo, Águia Branca e João Neiva são pequenas e não significativas. Também não se observam variações relevantes entre os cenários otimistas para 2030 e 2050, nem entre os cenários otimista e pessimista para 2050.

A Figura 38 apresenta a evolução do número de municípios classificados por índice de risco de deslizamento de terra no Espírito Santo considerando o cenário de 2015 e as projeções para 2030 e 2050 nos cenários otimista (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5). Observa-se que, no cenário futuro mais próximo, o município de Pedro Canário passa de risco alto para risco muito alto. Oito municípios têm seus níveis de risco elevados de baixo para médio.

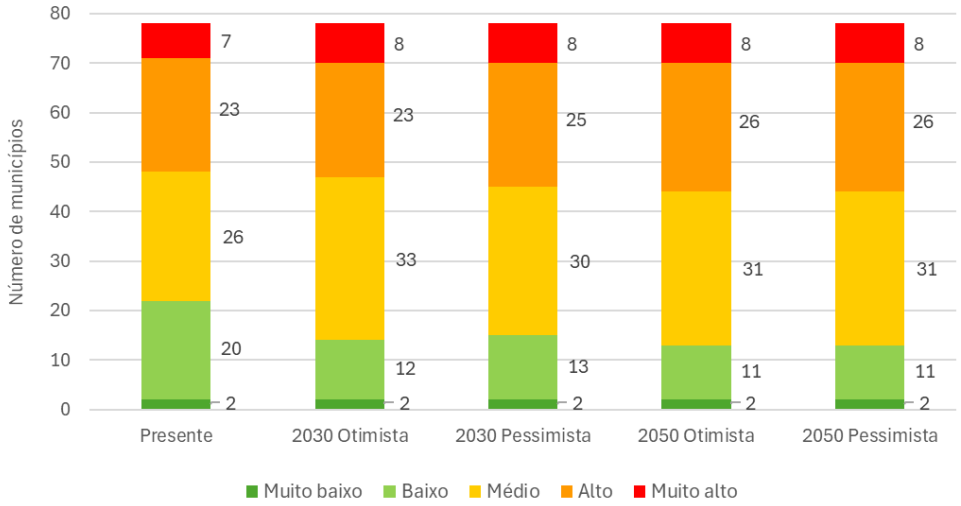
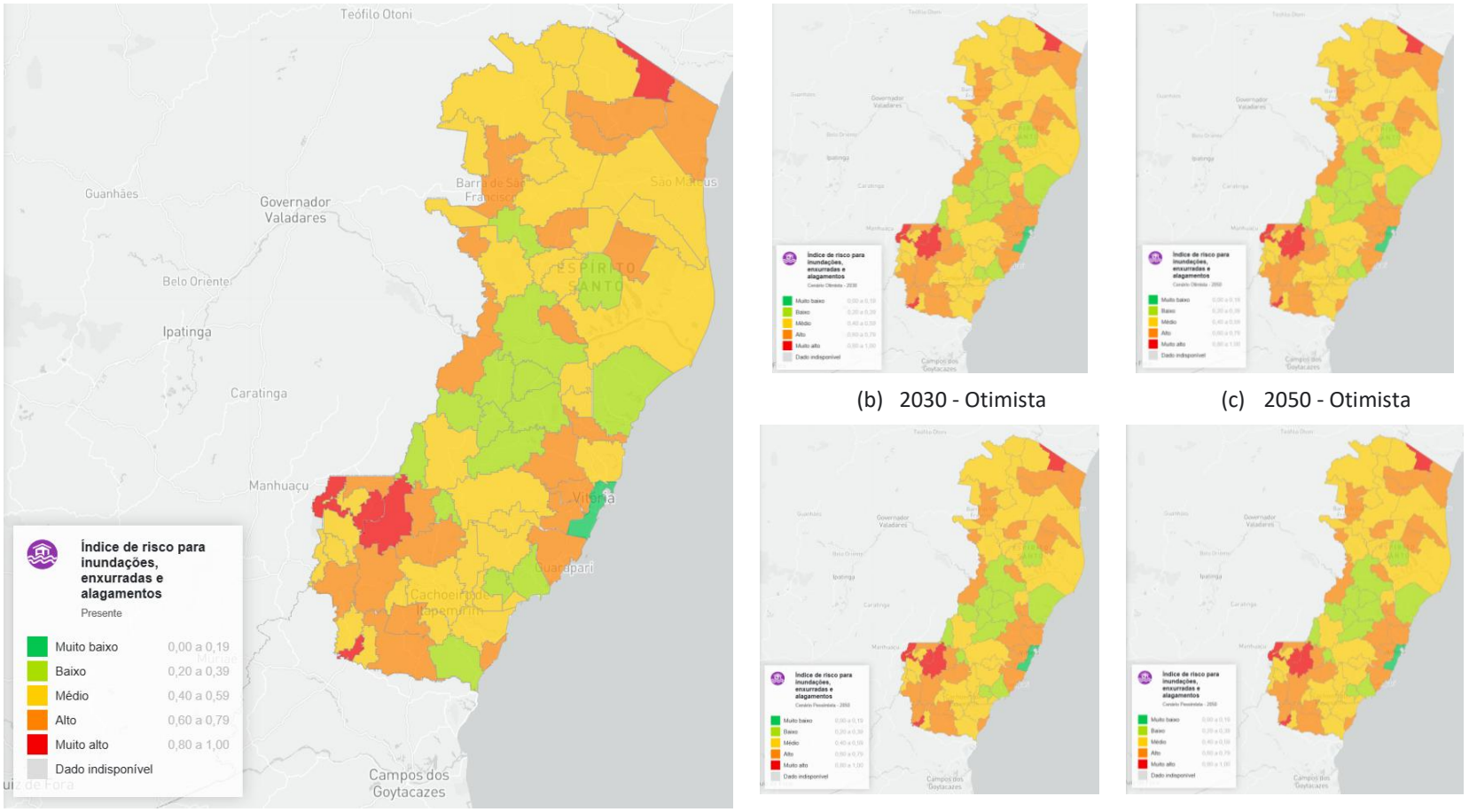


Figura 38. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para deslizamento de terra no Espírito Santo.

3.4.3. RISCO CLIMÁTICO ASSOCIADO A INUNDAÇÕES, ENXURRADAS E ALAGAMENTOS

O risco de inundações, enxurradas e alagamentos está associado a chuvas intensas, especialmente à precipitação total acumulada em um dia, além da capacidade de drenagem da região. Assim como no risco de deslizamento de terra, a exposição da população às ameaças depende da presença de domicílios em áreas suscetíveis e da densidade populacional das zonas urbanizadas. A vulnerabilidade também é influenciada pela sensibilidade resultante de deficiências na infraestrutura municipal e pelas condições socioeconômicas da população. A capacidade adaptativa está relacionada à capacidade de investimento público, à renda da população, à governança municipal, ao atendimento em saúde, à existência de plano de saneamento básico bem articulado e implementado, à participação no programa Cidades Resilientes, à gestão de resíduos e limpeza pública e à presença de instituições locais que atuem em gestão de risco de desastres.

A Figura 39 apresenta o índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos no cenário presente e as projeções para 2030 e 2050 nos cenários otimista (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5). A maior parte dos municípios do estado apresenta risco médio ou alto para esses eventos, que decorre da mesma ameaça climática associada ao risco de deslizamento de terra. Há risco muito alto de inundações, enxurradas e alagamentos nos municípios de Pedro Canário, na microrregião Nordeste, e nos municípios de Iúna, Muniz Freire e Bom Jesus do Norte, na microrregião do Caparaó. Em todos esses casos, a vulnerabilidade é média, a exposição varia de alta a muito alta e a ameaça também se encontra entre alta e muito alta, com Bom Jesus do Norte apresentando a combinação mais crítica de ameaça e exposição.



(a) Presente (2015)

(b) 2030 - Otimista

(c) 2050 - Otimista

(d) 2030 - Pessimista

(e) 2050 - Pessimista

Figura 39. Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos: (a) presente (2015), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025d).

Cinquenta e sete municípios apresentam risco médio ou alto, quinze apresentam risco baixo e apenas dois municípios apresentam risco muito baixo, que são Vitória e Vila Velha. Nesses dois casos, o risco reduzido se explica pela vulnerabilidade muito baixa, que compensa os níveis muito altos de ameaça e exposição.

Foram identificadas variações entre o cenário presente e o cenário otimista para 2030 nos municípios de Presidente Kennedy, na microrregião do Litoral Sul, que passa de 0,34 para 0,40, São José do Calçado, no Caparaó, que varia de 0,56 para 0,60, e Jaguaré, no Nordeste, que passa de 0,59 para 0,62. As diferenças observadas entre os cenários otimista e pessimista para 2030 nos municípios de Águia Branca, que varia de 0,40 para 0,39, e Ibiraçu, que varia de 0,59 para 0,60, não são significativas. De modo semelhante, as variações de risco entre os cenários otimistas e pessimistas projetados para 2030 e 2050 também não apresentam relevância estatística.

A Figura 40 apresenta a evolução do número de municípios classificados por índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos no Espírito Santo considerando as cenário de 2020 (presente) e as projeções para 2030 e 2050 nos cenários otimista (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5). Pode se notar que para o cenário futuro mais próximo, 4 municípios (Jaguaré, São José do Calçado, Presidente Kennedy e Ibiraçu) elevam seu nível de risco.

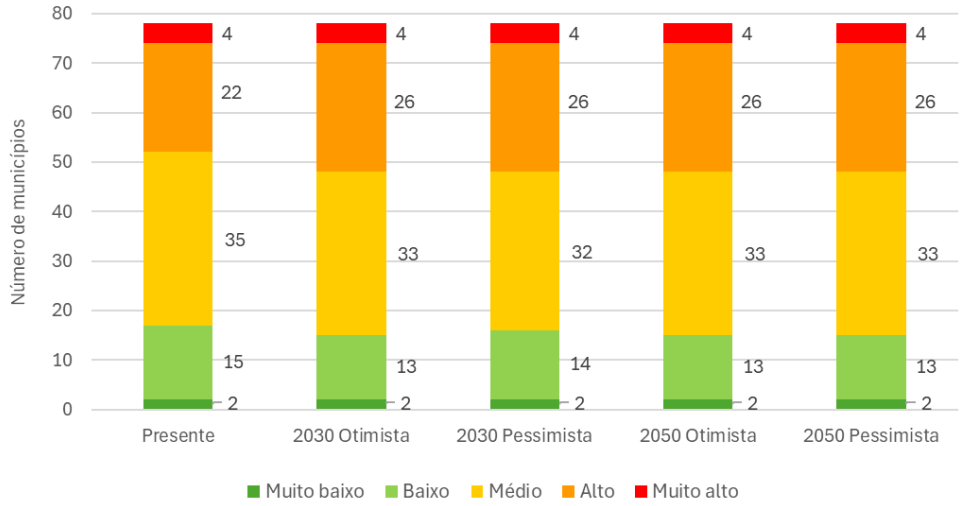
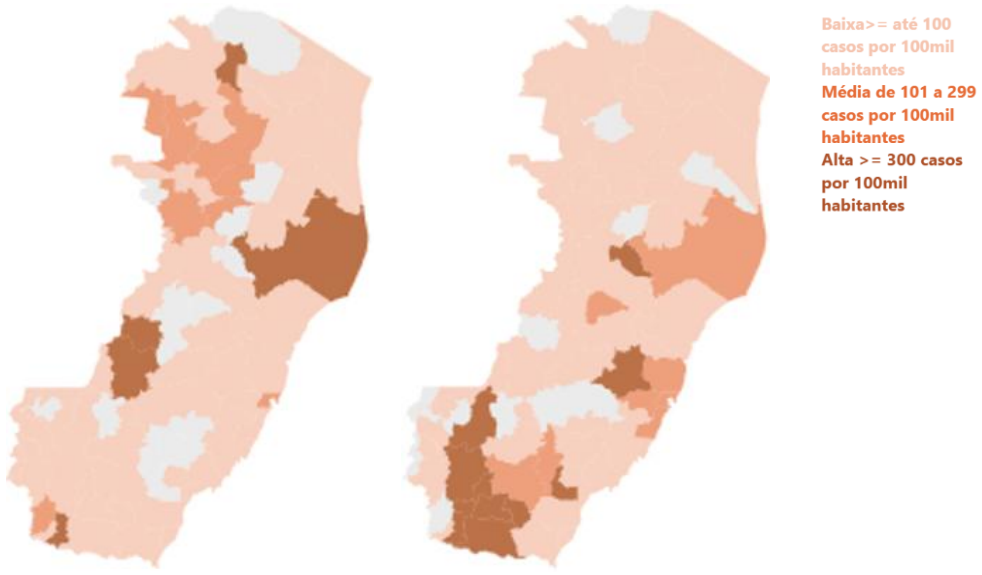


Figura 40. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos no Espírito Santo.

3.4.4. RISCO CLIMÁTICO ASSOCIADO A SAÚDE

O risco de ocorrência das arboviroses (dengue, zika e chikungunya) é determinado em função da ameaça relacionada a fatores climáticos, como a quantidade de chuvas, as variações de temperatura, o número de ondas de calor e a umidade do ar. Esses elementos

podem aumentar a frequência e a extensão das áreas que favorecem a presença do principal transmissor dessas doenças no Brasil: o mosquito *Aedes aegypti*. A exposição da população a essas ameaças depende de características territoriais e socioeconômicas, como a densidade populacional, a estrutura da malha urbana e o padrão de uso e ocupação do solo — por exemplo, em regiões densamente povoadas, desmatadas ou próximas a corpos d'água. Já a vulnerabilidade está relacionada às condições de vida da população, sendo mais elevada em locais com domicílios sem coleta regular de lixo, sem abastecimento contínuo de água, com baixo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e alta incidência prévia de casos dessas doenças (Figura 41). Além disso, a capacidade de resposta do município, medida pela cobertura da atenção básica em saúde, é uma variável essencial na estimativa do nível de vulnerabilidade populacional, uma vez que reflete a estrutura disponível para vigilância, prevenção e controle das arboviroses.



(a) 2023 (b) 2024

Figura 41. Taxa de incidência de casos confirmados de dengue. Monitoramento da dengue no Espírito Santo. Dados de (a) 2022; (b) 2023 e (c) 2024. Fonte: Secretaria de Estado da Saúde. Acesso em 24 de outubro de 2025 ao link: https://mosquito.saude.es.gov.br/).

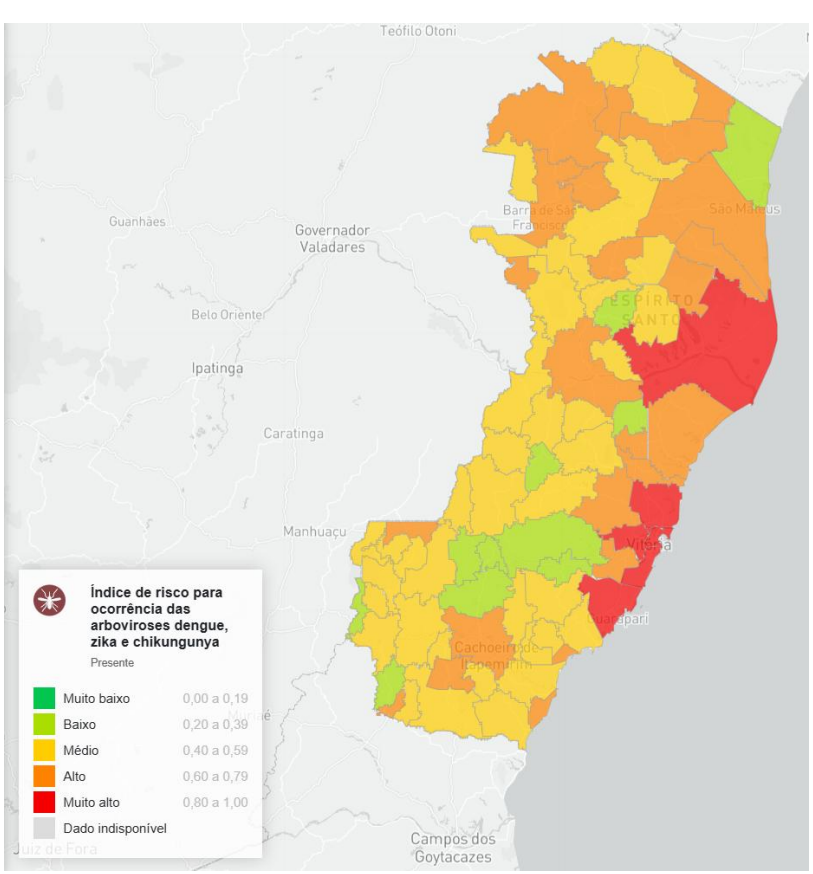
No Espírito Santo, o cenário presente indica que 38 municípios apresentam nível médio de risco para ocorrências das arboviroses, 24 municípios apresentam alto risco, 11 municípios baixo risco e 5 municípios apresentam muito alto risco (Figura 42). Os 5 municípios com muito alto risco são: Linhares na microrregião do Rio Doce e Serra, Cariacica, Vitória, Vila Velha e Guarapari na microrregião metropolitana. Esses municípios variam entre diferentes

níveis de vulnerabilidade, exposição e ameaça. Todos esses municípios têm como principal ameaça o aumento da temperatura mínima anual e a umidade relativa que apresentam correlação positiva com a ocorrência de arboviroses. Adicionalmente em Vitória, aparecem as ondas de calor e em Cariacica a intensidade de precipitação. Devido, principalmente, a densidade populacional e o uso e ocupação do solo, o nível de exposição às ameaças nesses municípios é média e alta, exceto em Guarapari onde a exposição é muito alta. Adicionalmente em Vitória, contribuem para a exposição, a existência de grande área de cobertura da superfície por corpos d'água e a malha rodoviária complexa e em Linhares a existência de grande área de cobertura da superfície por corpos d'água e de aglomerados urbanos. A vulnerabilidade é média e alta em Serra, Cariacica e Vitória devido a deficiência na cobertura de atenção básica à saúde e em Vitória e Serra adiciona se a expansão da ocorrência de arboviroses.

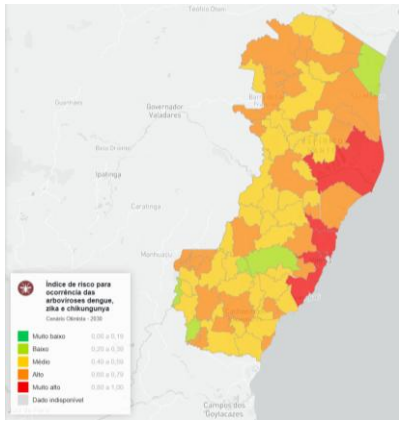
Os municípios com baixo risco são: João Neiva no Rio Doce, Itarana na microrregião central serrana, Domingos Martins, Marechal Floriano (mesmo com exposição média/alta devido a densidade populacional e a área desflorestada recente), Conceição da Barra na microrregião nordeste (mesmo com alta ameaça associada à temperatura mínima anual e a umidade relativa média), Governador Lindemberg no centro oeste (mesmo com nível médio de ameaça principalmente devido à umidade relativa), Conceição do Castelo, Venda Nova do Imigrante (mesmo com média exposição devido a densidade populacional e a área desflorestada recente) na sudoeste serrana, Castelo na central sul e Dores do Rio Preto (mesmo com média exposição devido à densidade populacional e áreas desflorestada recente) e São José do Calçado no Caparaó.

A Figura 43 apresenta a evolução do número de municípios classificados por índice de risco para ocorrência de arboviroses no Espírito Santo considerando as cenário de 2020 (presente), a projeções para 2030 e 2050, nos cenários otimista e pessimista. Pode se notar que para o cenário futuro mais próximo (em apenas 5 anos) e mais otimista, o percentual de municípios de alto e muito alto risco para ocorrência de arboviroses passam de 37% para 46%. Já em comparação com o cenário mais distante e mais pessimista, o percentual passa de 37% para 53%.

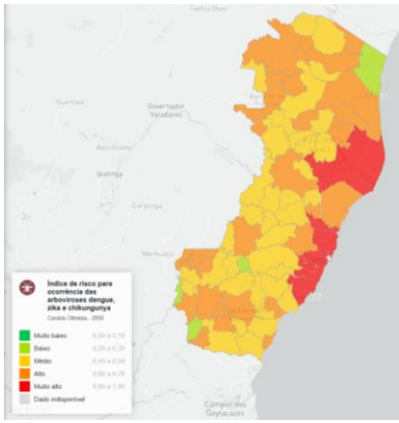
Entre os dados de 2020 e o cenário otimista para 2030, pode ser destacado, o aumento do nível de risco de ocorrência de arboviroses de baixo a médio nos municípios de João Neiva (0,39-0,43), Conceição do Castelo (0,37-0,45), Marechal Floriano (0,36-0,41), Governador Lindemberg (0,39-0,41), Itarana 0,38-0,44) e Castelo (0,39-0,45); e de médio para alto nos municípios de Mantenópolis (0,59-0,63), Alegre (0,57-0,65), Urupi (0,53-0,62), Iúna (0,57-0,65), Apiacá (0,57-0,62) e Iconha (0,58-0,60). Apesar, da vulnerabilidade variar entre baixa a muito baixa e a exposição entre baixa e média nesses municípios, o aumento no nível da ameaça ocasiona o aumento do risco. As principais ameaças nesses municípios são o aumento do número de ondas de calor e da umidade relativa.



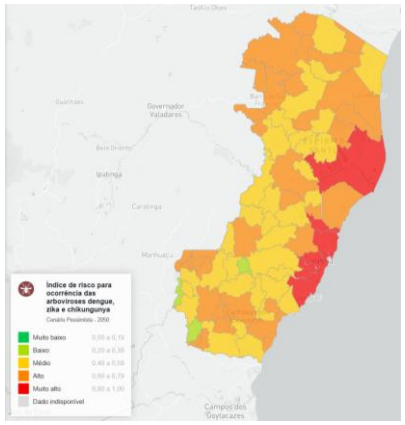
(a) Presente (2020)



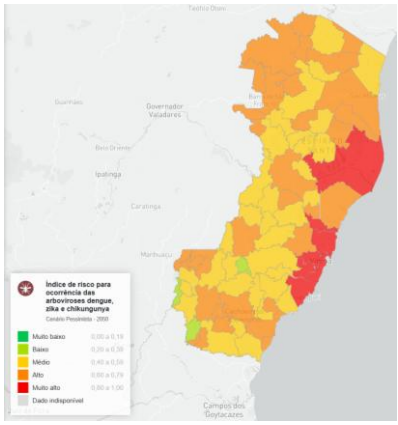
(b) 2030 - Otimista



(c) 2050 - Otimista



(d) 2030 - Pessimista



(e) 2050 - Pessimista

Figura 42. Índice de risco para ocorrência das arboviroses dengue, zika e chikungunya: (a) presente (2020), (b) 2030 com cenário otimista, (c) 2050 com cenário otimista, (d) 2030 com cenário pessimista e (e) 2050 com cenário pessimista (Brasil, 2025e).

Comparados os cenários otimistas para 2030 e 2050, os municípios de Domingos Martins (de 0,38 para 0,41), Viana (de 0,78 para 0,80) e Guaçui (de 0,58 para 0,60) apresentaram aumento no índice de risco. Já a comparação entre os cenários otimista e pessimista para o mesmo ano, revela que para 2030, a diferença de cenários indica piora no nível de risco em dois municípios, são eles: Conceição da Barra (de 0,38 baixo para 0,40 médio) e Viana (de 0,78 alto para 0,81 muito alto). Quando analisados ambos os cenários para 2025, dois municípios apresentaram piora no nível de risco, são eles: Conceição da Barra (de 0,39 para 0,41) na microrregião nordeste e Itapemirim (de 0,58 para 0,60) no litoral sul.

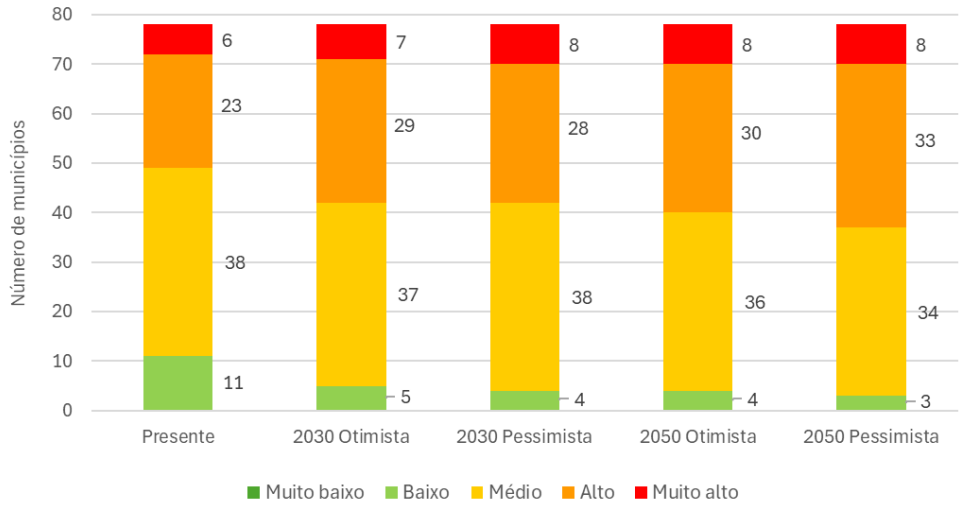


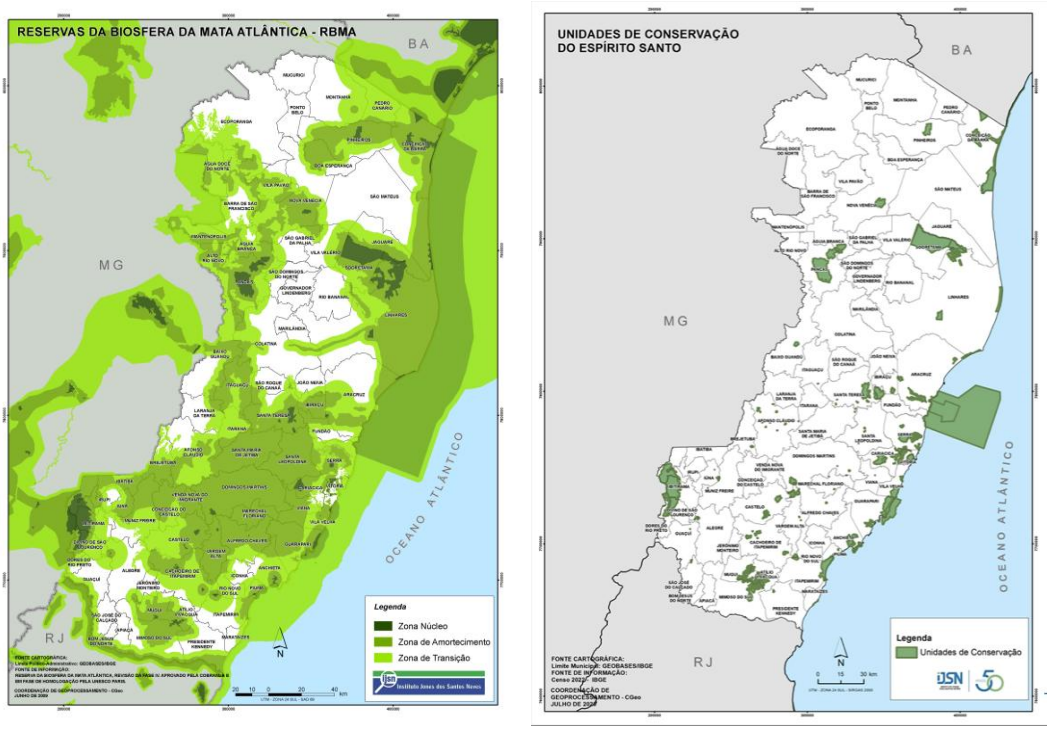
Figura 43. Evolução do número de municípios classificados por índice de risco para ocorrência de arboviroses no Espírito Santo.

3.4.5. RISCO CLIMÁTICO ASSOCIADO A BIODIVERSIDADE

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica estabelecida na ECO-92 e aprovada por decreto legislativo no Brasil em 1994 (https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/convencao-sobre-diversidade-biologica), a biodiversidade é definida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

No Espírito Santo, o principal bioma é a Mata Atlântica, com pequenas áreas de Cerrado localizadas nas microrregiões Noroeste e Nordeste. A Figura 44 apresenta a distribuição da Mata Atlântica no estado e as Unidades de Conservação existentes. O risco à integridade dos biomas está associado às ameaças decorrentes das mudanças do clima, especialmente às alterações na precipitação acumulada, na sazonalidade da chuva, na temperatura média anual e na amplitude térmica anual. A exposição dos biomas a essas ameaças está relacionada, sobretudo, ao baixo percentual de áreas protegidas por Unidades de

Conservação e ao reduzido percentual de vegetação nativa remanescente nos municípios. A vulnerabilidade resulta da sensibilidade do bioma a pressões como uso intensivo de agrotóxicos, ausência de agricultura familiar ou de práticas agrícolas sustentáveis, existência de passivos ambientais relacionados à perda de cobertura vegetal, pastagens degradadas, mineração e elevada densidade populacional ou de estabelecimentos agropecuários. Também é influenciada pela capacidade adaptativa dos municípios, que depende da existência e implementação de instrumentos de conservação da biodiversidade em nível local.



(a) Reservas da biosfera da mata atlântica

(b) Unidades de conservação

Figura 44. Mata atlântica como principal bioma do Espírito Santo. (a) Reservas da Mata atlântica Fonte: IJSN acessado em 20/10/2025 no link: https://ijsn.es.gov.br/publicacoes/mapas/caracterizacao-regional) e (b) Unidades de conservação no Espírito Santo (Fonte: IJSN acessado em 20/10/2025 no link: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/Sínteses/IJSN%20no%20Censo%202022%20-%20Unidades%20de%20Conservação.pdf).

A Figura 45 apresenta o risco à integridade do bioma no Espírito Santo tanto nas condições atuais quanto nas projeções associadas aos cenários SWL 1.5 e SWL 2.0. Esses cenários utilizam o conceito de Nível de Aquecimento Específico (*Specific Warming Level*) e representam a variação da anomalia da temperatura média global em relação ao período pré-industrial, aproximadamente de 1870 a 1899, considerando aquecimentos globais de 1,5 °C no cenário SWL 1.5 e de 2 °C no cenário SWL 2.0.

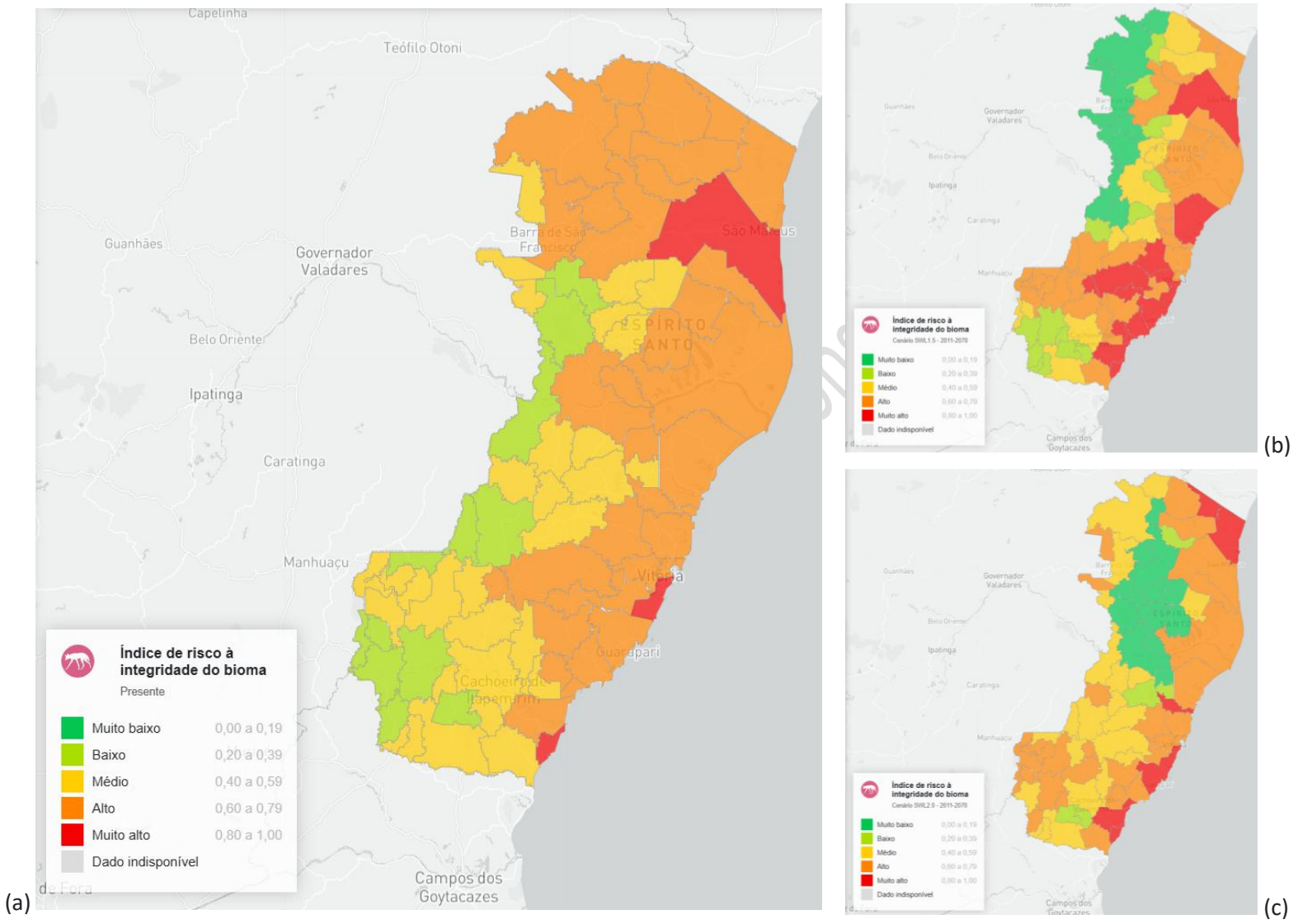


Figura 45. Índice de risco à integridade do bioma: (a) presente (2017), (b) 2011-2070 com cenário SWL 1.5 e (c) 2011-2070 com cenário SWL 2.0 (Brasil, 2025f).

No Espírito Santo, o risco à integridade do bioma é alto na maioria dos municípios, principalmente nos municípios das microrregiões noroeste, nordeste, Rio Doce, metropolitana, grande parte do litoral sul, uma parte do centro oeste e da sudoeste serrana. Os níveis de ameaça médio e alto estão presentes nos municípios mais próximos ao litoral. As ameaças principais são relativas à amplitude anual de temperatura, a precipitação acumulada anual e a sazonalidade da precipitação. Na maioria dos outros municípios, a ameaça é baixa. Mas, apesar do baixo nível de ameaça, a vulnerabilidade e a exposição dos municípios são altas a média a essas ameaças.

Três municípios apresentam muito alto risco, são eles: São Mateus, Vila Velha e Marataízes. São Mateus apresenta alta vulnerabilidade devido a alta sensibilidade do município relativamente ao elevado uso de agrotóxico, baixo nível de agricultura familiar e focos de fogo e ao muito baixo nível da sua capacidade adaptativa devido ao baixo número de estabelecimentos agropecuários que recebem orientação técnica (independente da origem da orientação técnica recebida) relativamente ao número total de estabelecimentos agropecuários no município e ao muito baixo número de unidades de conservação com comitê gestor e plano de manejo. São Mateus tem nível alto de exposição às ameaças relativas, principalmente, à precipitação acumulada anual e amplitude de temperatura anual. A exposição é devida ao baixo percentual de área protegida e de cobertura natural do solo.

Vila Velha e Marataízes também apresentam alta vulnerabilidade devido a sensibilidade decorrente da alta densidade populacional que favorece o aumento da pressão sobre os recursos naturais e os habitats das espécies, sua proximidade à plantas hidrelétricas (como praticamente todos os municípios) que podem alterar o curso e nível dos rios, e assim, extinguir espécies e a densidade da malha rodoviária que pode favorecer a fragmentação de habitats naturais e interromper rotas de movimentação da fauna. Esses municípios têm sua capacidade adaptativa comprometida devido ao baixo número de estabelecimentos agropecuários que recebem orientação técnica. Vila Velha e Marataízes tem alta exposição a amplitude anual de temperatura sendo que Vila Velha ainda tem a ameaça da sazonalidade da precipitação e Marataízes à precipitação acumulada. A exposição em ambos os municípios se justifica pela baixo cobertura natural e baixa área protegida (unidades de conservação com proteção integral).

Relativamente a evolução do risco à integridade do bioma no Espírito Santo (Figura 45). Considerando as projeções para o cenário SWL 1.5, pode se notar que alguns municípios apresentam aumento do risco e outros sua diminuição. Notadamente, os municípios no extremo oeste (fronteira com o estado de Minas Gerais) na porção norte do Espírito Santo apresentam redução do risco de baixo, médio e alto para muito baixo e médio. Por outro lado, alguns municípios ao leste do estado, onde parece haver maior anomalia da temperatura média para esse cenário climático, apresentam aumento do risco de alto para muito alto. O bioma Mata Atlântica encontra-se exposto a ameaças climáticas no Espírito

Santo em razão do baixo percentual de área protegida por Unidades de Conservação (UCs). Sua vulnerabilidade está associada à alta sensibilidade ecológica do bioma, agravada pelo uso intensivo de agrotóxicos em grande parte do norte do estado e pela ocorrência de focos de calor em alguns municípios do litoral norte. Soma-se a isso o impacto gerado em todo o território estadual, especialmente pela construção de hidrelétricas, que altera ecossistemas e regimes hidrológicos.

Além desses fatores, a capacidade adaptativa é considerada baixa em todo o estado, devido à limitada existência de planos de manejo, ao reduzido percentual de Unidades de Conservação com comitês gestores ativos e à carência de orientação técnica voltada à implementação de diretrizes e à difusão de conhecimentos especializados para a conservação, gestão e uso sustentável dos recursos naturais, segundo os dados das base de dados nacional.

Evaldt et al. (2024) realizaram um estudo sobre a variação do número de espécies de pequenos mamíferos não voadores endêmicos da Mata Atlântica na América do Sul, considerando diferentes cenários climáticos futuros. Embora os resultados representem o comportamento geral do bioma em escala continental, eles oferecem informações relevantes para o planejamento ambiental do Espírito Santo, especialmente no que se refere à preservação da fauna de pequenos mamíferos da Mata Atlântica frente às mudanças do clima. Como ilustrado na Figura 46, as projeções apresentadas por Evaldt et al. (2024) indicam, para o cenário mais otimista (SSP2-4.5), um aumento de aproximadamente 4% no número de espécies vulneráveis, 19% de espécies em perigo e 4% de espécies criticamente em perigo, em comparação à situação atual. Já no cenário mais pessimista (SSP5-8.5), observa-se um aumento projetado de cerca de 8% no número de espécies criticamente em perigo, 15% de espécies em perigo e 11% de espécies vulneráveis. A redução no número total de espécies está associada à diminuição da área absoluta ocupada pelo bioma Mata Atlântica, em decorrência das mudanças climáticas. Segundo o estudo, projeta-se uma redução de aproximadamente 5% da área total no cenário SSP2-4.5 e de até 16% no cenário SSP5-8.5.

3.5. INDICADORES DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

Segurança hídrica, capacidade de adaptação e gestão de desastres formam pilares interdependentes da resiliência climática, pois influenciam simultaneamente a garantia do abastecimento, a preparação institucional e a resposta a eventos extremos. Regiões que avançam nessas três dimensões tendem a sofrer menos impactos e a se recuperar mais rapidamente de estiagens, inundações e outros riscos, enquanto fragilidades em qualquer uma delas ampliam vulnerabilidades e comprometem o bem-estar da população.

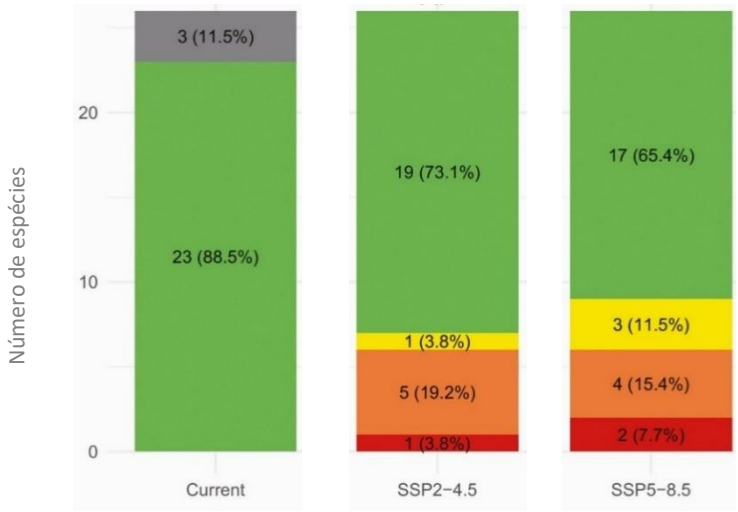


Figura 46. Número de espécies (pequenos mamíferos não voadores endêmicos da Mata Atlântica) em cada categoria IUNC (*International Union for Conservation of Nature*) em diferentes cenários climáticos no bioma Floresta Atlântica na América do Sul: - espécies com baixo nível de ameaça, - espécies vulneráveis, - espécies em perigo, - espécies criticamente em perigo, - dados insuficientes (adaptado de Evaldt et al., 2024).

Essas três dimensões refletem o conjunto de condições institucionais, técnicas, operacionais e sociais que permitem a um território antecipar riscos, reduzir vulnerabilidades, responder eficazmente a eventos extremos e recuperar-se após sua ocorrência. Elas dependem de fatores como planejamento integrado, equipes treinadas, sistemas de monitoramento e alerta, instrumentos de ordenamento territorial, infraestrutura adequada e participação comunitária em ações preventivas e de resposta. Territórios que desenvolvem essas competências conseguem minimizar danos, proteger vidas e manter a continuidade dos serviços essenciais, enquanto aqueles com capacidade limitada permanecem mais expostos a perdas materiais, ambientais e sociais. Essa diversidade de condições torna indispensável o fortalecimento institucional contínuo e o apoio técnico para reduzir desigualdades e ampliar a resiliência climática.

Diante desse cenário, torna-se essencial dispor de indicadores capazes de medir essas diferenças de forma objetiva, comparável e transparente, permitindo identificar os municípios mais vulneráveis, orientar investimentos e acompanhar a eficácia das ações de adaptação e gestão de desastres no Espírito Santo. A utilização de indicadores é fundamental para transformar o Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas em uma política pública orientada por evidências. Como a vulnerabilidade climática varia amplamente entre os municípios capixabas, os indicadores traduzem conceitos como resiliência, capacidade institucional e segurança hídrica em medições concretas que revelam disparidades territoriais e apontam onde as fragilidades são mais críticas. Eles também dão suporte às metas estabelecidas para 2035 e permitem identificar avanços, déficits e necessidades específicas de apoio.

Plataforma AdaptaES

A plataforma AdaptaES foi desenvolvida para acompanhar a evolução dos municípios do Espírito Santo quanto à sua capacidade adaptativa, a partir da implementação das ações do PEAMC. Nela estão disponíveis os índices ICAR, ICM e ISH, além do IDF, conforme descrito no item 3.2.6.3. É importante destacar que esses indicadores são calculados com base em dados locais, obtidos por meio da parceria entre INCAPER, UFES, Defesa Civil, AGERH, SEAMA e IJSN, com o objetivo de garantir maior precisão e aderência à realidade territorial capixaba.

Disponível em: https://adaptaes.incaper.es.gov.br

Além disso, os indicadores orientam a priorização dos investimentos, garantindo que a alocação de recursos seja transparente, coerente e voltada para os territórios que mais necessitam. Com essa base técnica comum, o Estado fortalece pactuações com os municípios, integra políticas setoriais e amplia a cooperação entre governo, setor produtivo, academia e sociedade civil. Os indicadores também sustentam o processo de Monitoramento e Avaliação do PEAMC, permitindo acompanhar resultados, ajustar estratégias e assegurar a continuidade das ações ao longo de diferentes gestões.

É nesse contexto que se inserem os indicadores ISH_{LUNC}, ICM e ICAR, ferramentas complementares que oferecem uma leitura integrada das condições municipais frente aos desafios climáticos. O ISH_{LUNC} avalia segurança hídrica diante de secas e inundações, o ICM mede a capacidade municipal na gestão de riscos e resposta a desastres e o ICAR sintetiza a capacidade de adaptação e resiliência climática. A análise articulada desses índices fornece um panorama abrangente das vulnerabilidades e potencialidades dos municípios do Espírito Santo e orienta decisões estratégicas para a implementação do PEAMC.

3.5.1 SEGURANÇA HÍDRICA (ISH_{LUNC})

A segurança hídrica está relacionada à garantia de que uma sociedade tenha água disponível em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades humanas, às atividades econômicas e à preservação dos ecossistemas, minimizando riscos relacionados a secas e inundações. Embora existam muitas definições a depender do contexto em que esse conceito é aplicado, a definição dada pela UN-Water (2013) tem sido umas das mais utilizadas:

> *[...] a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar a subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, para garantir proteção contra a poluição causada à água e desastres relacionados à água e para preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.*

No Brasil, um dos índices para avaliação da segurança hídrica é o ISH[7] (Índice de Segurança Hídrica) (ANA, 2019a), desenvolvido no âmbito do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH[8]) (ANA, 2019b), pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Com o ISH é possível avaliar, de forma simples e objetiva, a segurança no abastecimento de água nas diferentes regiões do país.

Para compor o ISH da ANA, são combinadas quatro dimensões de segurança hídrica: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência. As dimensões humana e econômica possibilitam quantificar os déficits de atendimento às demandas e riscos associados, enquanto as demais permitem identificar as áreas mais críticas e vulneráveis. Para isso, na **Dimensão Humana** avaliam-se a garantia de oferta de água para abastecimento e a cobertura da rede de abastecimento. A **Dimensão Econômica** considera a garantia de água para irrigação, pecuária e atividade Industrial. Para a **Dimensão Ecossistêmica**, são avaliadas a quantidade e a qualidade adequadas de água para usos naturais e a segurança de barragens de rejeito de mineração. Já a **Dimensão Resiliência** está relacionada com reservação artificial e natural, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica.

No entanto, o ISH desenvolvido pela ANA teve foco na escassez hídrica (Oliveira, Vaneli e Teixeira, 2024), considerando uma “resiliência a secas”, mas não incluindo as inundações, que são um dos desastres naturais mais frequentes no Espírito Santo. Neste sentido, buscando um ISH mais coerente com o conceito da UN-Water (2013) e mais representativo para o estado, Oliveira (2024) e Oliveira, Vaneli, Teixeira (2024) aprimoraram o ISH da ANA adotando uma base de dados mais atualizada e incorporando um indicador relacionado a ''vulnerabilidade à Inundações'' em sua estrutura analítica, além dos 10 indicadores já existentes. Esse índice, denominado ISH_{LUNC}, está composto por 11 indicadores distribuídos nas quatro dimensões (Humana, Econômica, Ecossistêmica e Resiliência) e, por estar ajustado ao estado do Espírito Santo, é o adotado neste plano.

O ISH ajustado, denominado ISH_{LUNC}, portanto, utiliza o mesmo grau de classificação e as mesmas quatro dimensões originais do ISH, sem alterações de seus indicadores e formas de cálculo, com exceção da dimensão de resiliência que foi dividida em duas subdimensões: resiliência às secas, com os mesmos indicadores da dimensão resiliência no ISH original; e resiliência às inundações, representada pelo Índice de Vulnerabilidade a Inundações (IVI), publicado por ANA (2014).

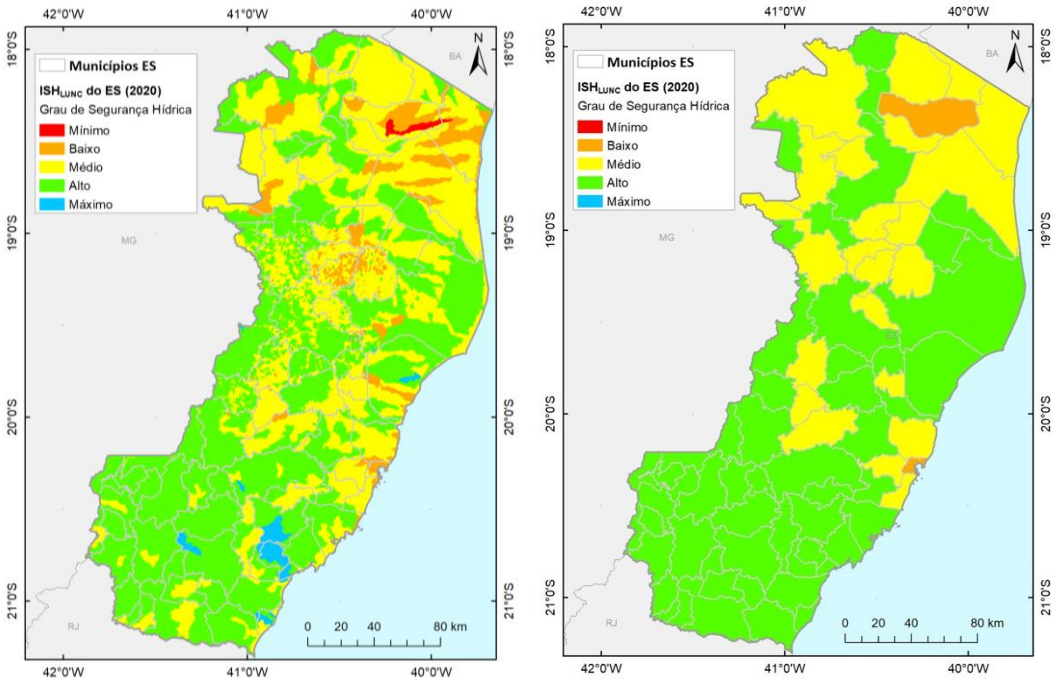
[7] Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66

[8] Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf

Com base no ISH_{LUNC} e suas dimensões, foi possível avaliar os níveis de segurança hídrica no estado para o ano de 2020, classificando-os em 5 níveis de Segurança Hídrica: Máximo, Alto, Médio, Baixo e Mínimo, possibilitando a identificação de heterogeneidades espaciais. Destaca-se que os dados inseridos no ISH_{LUNC} para o ano de 2020 são, em grande parte, referentes a diagnósticos elaborados até 2017, baseando-se na mesma base de dados utilizada pelo ISH da ANA. As únicas exceções são os dados da dimensão humana, baseados em informações de 2019 (dados atualizados do Atlas Águas, publicado em 2021), e os dados da subdimensão inundações, baseados em informações de 2009 (provenientes do Índice de Vulnerabilidade a Inundações do ES, publicado em 2011).

A distribuição espacial do ISH_{LUNC} no estado do Espírito Santo para o ano 2020 está apresentada na Figura 47. A Figura 47a apresenta o ISH_{LUNC} distribuído por bacias hidrográficas existentes no estado do Espírito Santo e a Figura 47b mostra a ISH_{LUNC} médio dos municípios. É possível se observar que:

- O ISH_{LUNC} no estado possui, na maior parte de sua área territorial média a alta nível do índice de segurança hídrica. Entretanto, dois municípios se destacam: Vitória apresenta uma proporção significativa de sua área territorial com nível baixo de segurança hídrica e Pinheiros possui áreas com níveis mínimo, baixo e médio de segurança hídrica. Ambos os municípios, em média, apresentam baixo nível de segurança hídrica.
- A região sul do estado, a qual naturalmente recebe maior contribuição de chuva ao longo do ano, possui um índice de segurança alto. Nessa região estão as bacias dos rios Jucú, Guarapari, Benevente, Rio Novo, Itapemirim e Itabapoana. Os municípios de Alfredo Chaves, Iconha, Piúma e Marataízes apresentam áreas proporcionalmente significativas de alto nível de segurança hídrica.
- A Bacia do rio Santa Maria da Vitória possui alta segurança hídrica na sua porção superior, mas na parte baixa, a partir do município de Santa Leopoldina até a foz, a situação piora com segurança média à baixa.
- Praticamente toda a região litorânea do ES apresenta média segurança hídrica, exceto para o município de Vitória que apresenta baixa segurança hídrica. Os municípios litorâneos de Vila Velha e Serra (na porção central) e São Mateus e Conceição da Barra (na porção norte), são os que apresentam média a baixa segurança hídrica, ficando os demais com segurança alta.
- Na região norte, com menores índices pluviométricos anuais, especialmente nas bacias dos rios Itaúnas e São Mateus, a segurança hídrica atual está abaixo da média.



(a) (b)

Figura 47. Índice de Segurança Hídrica (ISH_{LUNC}) (a) distribuído por bacias hidrográficas existentes no estado do Espírito Santo e (b) médio dos municípios capixabas, para o ano 2020.

Importante destacar que, no contexto da segurança hídrica e considerando que cada classe abrange uma faixa de valores do índice, a classificação "média" não representa uma condição confortável ou estável, mas sim um estado de atenção que pode revelar vulnerabilidades significativas do território. Estar nesse nível indica que o município já enfrenta limitações relevantes de disponibilidade, capacidade de gestão ou resiliência frente à sazonalidade e aos eventos extremos, o que compromete a regularidade do abastecimento, a manutenção dos serviços essenciais e a proteção dos ecossistemas. A permanência nesse patamar aumenta a exposição a cenários de escassez, pressiona sistemas de produção agrícola e industrial e intensifica desigualdades sociais, especialmente em períodos de estiagem prolongada. Por isso, reduzir o número de municípios classificados como "média" segurança hídrica é estratégico. Fazer com que todos avancem para níveis altos ou muito altos é aumentar a garantia de uma maior estabilidade na segurança, menor vulnerabilidade e maior capacidade de enfrentar variações climáticas cada vez mais frequentes e severas.

As 4 dimensões do ISH_{LUNC} nas bacias existentes no Espírito Santo são apresentadas na Figura 48, para o ano de 2020.

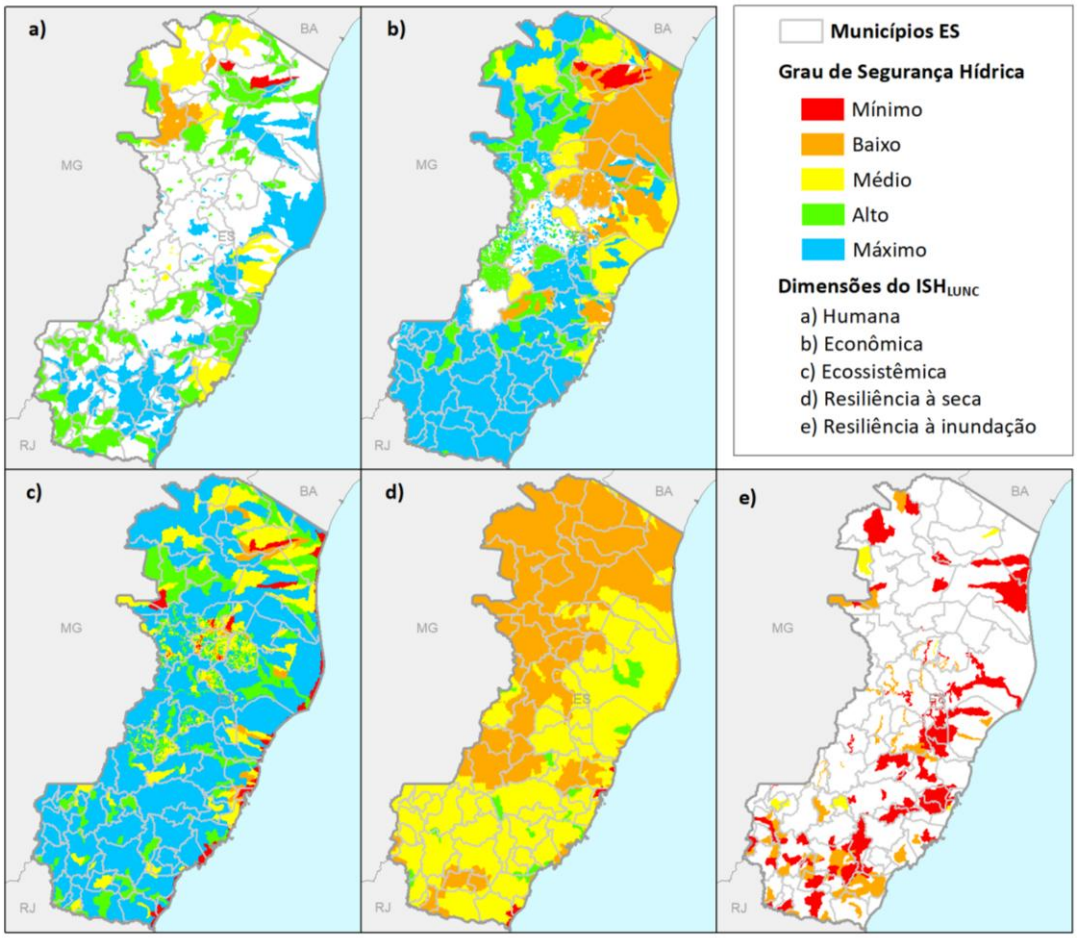


Figura 48. Índice de segurança hídrica no estado do Espírito Santo para o ano 2020 nas dimensões (a) humana, (b) econômica, (c) ecossistêmica, (d) resiliência à seca e (e) resiliência à inundação.

Dimensão I - Humana

- Abastecimento da população urbana (70%);
- Percentual de cobertura da rede de abstecimento urbano (30%).

A **dimensão Humana** do ISH$_{LUNC}$ pode ser visualizada na Figura 48a. É importante observar que as áreas em branco são aquelas que não possuem trechos urbanos e, portanto, não são classificadas nessa dimensão. Os municípios da região metropolitana apresentam alto nível de segurança hídrica, nesta dimensão, exceto Guarapari e Fundão com, respectivamente, médio e máximo níveis de segurança hídrica. Isso significa menor garantia de abastecimento de água em Guarapari comparado aos outros municípios da região metropolitana. Isso pode estar relacionado a sua demanda flutuante, com aumento significativo no período do verão.

As microrregiões noroeste e nordeste apresentam os menores níveis de garantia de abastecimento de água do estado. Na microrregião noroeste, destaca-se o município de Barra de São Francisco, que possui quase 78% da sua área com índice baixo nessa dimensão, além de Pinheiro, na microrregião nordeste, com quase um terço de sua área com índice mínimo. Os municípios de Vila Pavão (microrregião noroeste) e Porto Belo (microrregião nordeste) também apresentam uma grande parte da sua área (34,4% e 21,1%, respectivamente) com índice baixo.

Dimensão II - Econômica

- Garantia de água para agricultura e pecuária (70%);
- Garantia de água para atividade industrial (30%).

Na **dimensão Econômica** do ISH_{LUNC} (Figura 48b), é possível verificar a garantia de água para setores agropecuário e industrial que fazem uso de recursos hídricos no Espírito Santo num cenário de crise hídrica severa. Destaca-se a elevada garantia de água nas microrregiões do Caparaó, central sul e litoral sul, bem como na microrregião sudoeste serrana e parte da central serrana para os setores agropecuário e industrial, especialmente nas bacias dos rios Novo, Itapemirim e Itabapoana, contrastando com o que se observa nas outras microrregiões do estado. O risco total da produção econômica desses setores no Estado, num cenário de crise hídrica severa era de R$ 3,93 bilhões em 2020. Desse total, o risco pós-déficit é estimado em R$ 2,1 bilhões e o risco iminente de R$ 1,8 bilhões.

Ainda em relação à dimensão econômica, apesar da maior parte dos municípios do estado apresentarem média a alta segurança na garantia de água para os setores, destaca-se o município de Pinheiro, no norte do estado, o qual apresenta uma garantia mínima (55% da sua área) a baixa (40% da sua área). Os municípios Governador Lindenberg, Rio Bananal, Vila Valério, São Mateus e Conceição da Barra estão com baixo índice nessa dimensão econômica. Jaguaré, Sooretama e Serra possuem mais de 60% da sua área com garantia baixa. Já o município de Linhares, embora possa ser classificado com média garantia de água, possui áreas extensas, especialmente próximas ao rio Doce, cuja garantia é baixa.

Dimensão III - Ecossistêmica

- Quantidade de água adequada para usos naturais;
- Qualidade de água adequada para usos naturais;
- Segurança das barragens de rejeitos de mineração.

A **dimensão Ecossistêmica** (Figura 48c) sinaliza a vulnerabilidade de mananciais para abastecimento humano e usos múltiplos, derivada da capacidade de manutenção de um estoque de água para usos naturais e da exposição desse estoque natural a riscos

ambientais advindos de fontes poluidoras de esgotos domésticos e rejeitos de mineração. Nessa dimensão, a microrregião nordeste é a que apresenta menor segurança hídrica, além de toda a parte litorânea dos municípios do estado. No entanto, 66,1% da área do estado se encontra com nível de segurança máximo e 30,0% com nível de segurança entre médio e alto.

Em termos médios, a maioria dos municípios possuem níveis de segurança hídrica alto a máximo, exceto o município de Vitória, com baixo nível de segurança hídrica. Porém, a variação espacial da segurança hídrica apresenta-se elevada ao longo do estado e dentro de cada município. Por exemplo, o município de Vitória possui 40% do seu território com baixo nível de segurança hídrica e 60% com alto nível, enquanto Marataízes possui 44% de sua área em nível mínimo de segurança e os demais alto a máximo. Vila Velha é o município com menor nível de segurança, com quase 85% do seu território apresentando nível médio (66%) e mínimo.

Dimensão IV - Resiliência

- Sub-dimensão - Resiliência às secas:
  - Reservação artificial (condição artificial)
  - Reservação natural (condição natural);
  - Potencial de armanzenamento subterrâneo (condição natural);
  - Variabilidade da chuva (condição natural).
- Sub-dimensão - Resiliência às inundações:
  - Índice de vulnerabilidade à inundações (impacto e frequência de inundações).

A **dimensão Resiliência à Seca** indica a segurança hídrica de um local relativamente a sua suscetibilidade para ocorrência de eventos críticos de escassez hídrica. Essa dimensão expressa o potencial dos estoques de água naturais (superficiais e subterrâneos) e artificiais do Brasil e a espacialização da capacidade de renovação dos mesmos pela precipitação. Na Figura 48(d), pode se observar uma divisão distinta em relação à essa dimensão, com uma linha imaginária separando os municípios das microrregiões nordeste, noroeste e centro-oeste e boa parte das microrregiões centro-oeste e sudoeste serrana das outras microrregiões. Acima da linha imaginária, os municípios apresentam, em geral, baixa resiliência com baixa capacidade de renovação dos estoques de água, enquanto abaixo da linha imaginária, os municípios possuem resiliência média. É interessante destacar que essa variabilidade observada na dimensão resiliência reflete o gradiente de regime hidrológico no estado, com menores índices pluviométricos na região norte, além de ser coincidente com àquela identificada no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH/ES) relacionadas ao risco potencial de inundações e de secas. Em termos gerais, 61,7% da área do estado se encontra com nível de segurança baixo e 37,7% com nível de segurança médio. Por

exemplo, o município de Vitória possui 56% do seu território classificado com resiliência mínima à seca, enquanto Marataízes possui baixa resiliência em um terço da sua área.

A espacialização da **dimensão Resiliência à Inundação** está apresentada na Figura 48(e) e indica a segurança hídrica de um local relativamente a sua suscetibilidade para ocorrência de eventos críticos de inundações. Na Figura 48(e), as áreas em branco são aquelas que não possuem informação de risco ou que não há problemas com inundação. Além disso, o ISH_{LUNC} considera que onde há problemas com inundações, não há segurança hídrica alta ou máxima em relação a essa dimensão. Portanto, nessa dimensão, há apenas as classificações mínima, baixa e média. A maior parte das áreas classificadas indicam que a segurança hídrica é mínima à média. Nas bacias dos rios Itapemirim e Itabapoana, a frequência de inundações é maior. Já nas bacias do rio Doce e São Mateus, os problemas de inundações estão localizados na sua porção inferior, com segurança mínima. As bacias dos rios Itaúnas e Barra seca são as que apresentam mínimo risco de inundação e, portanto, os municípios (ex. Pinheiro, Montanha, Mucurici, Pedro Canário, Sooretama, Vila Valério e Jaguaré) ou áreas de municípios pertencentes à essa bacia não possui classificação nessa dimensão.

Ainda nessa dimensão, considerando apenas as áreas dos municípios com problemas de inundação, destacam-se os municípios de Ibiraçu, Vargem Alta e Cariacica, os quais possuem mais de 80% de seus territórios com mínima segurança relativamente a sua suscetibilidade a inundações. Itapemirim e Jerônimo Monteiro possuem mais de 60% dos seus territórios com segurança baixa. Por outro lado, os municípios de Venda Nova do Imigrante, Água Doce do Norte e Irupi são os que possuem a maior parte dos seus territórios com segurança média, sendo 61%, 44% e 36%, respectivamente.

Na bacia do rio Santa Maria da Vitória o município de Cariacica apresenta mínima segurança à suscetibilidade a inundações. Na região hidrográfica do rio Riacho, a qual inclui o rio Fundão (Reis Magos), os municípios de Fundão e Ibiraçu, bem como a porção de Santa Tereza nessa região, apresentam segurança mínima.

3.5.1.1. TENDÊNCIAS E DESAFIOS DO ISH_{LUNC}

As preocupações mais significativas reveladas pelo ISH_{LUNC} se referem a vulnerabilidade da região costeira a riscos ambientais advindos de fontes poluidoras de esgotos domésticos e rejeitos de mineração. Além da região costeira, verifica-se a vulnerabilidade da região norte e da região metropolitana de Vitória relativa à garantia de água para setores agropecuário e industrial num cenário de crise hídrica severa e à baixa capacidade de renovação dos estoques de água superficiais, subterrâneos e artificiais nas regiões norte e centro-oeste do estado.

É importante destacar que a principal variável para a definição do ISH_{LUNC} é o balanço hídrico superficial, que se refere à relação entre demandas e disponibilidades hídricas,

informando o percentual de comprometimento da oferta de água. Ele é considerado diretamente nos cálculos relacionados às dimensões Humana, Econômica e Ecossistêmica. Portanto, um balanço bem estabelecido é fundamental para que o ISH_{LUNC} seja representativo das condições atuais e futuras. Além disso, as alterações climáticas projetadas para o futuro terão impacto direto na disponibilidade hídrica do estado, podendo vir a afetar a segurança, reforçando a necessidade de ações de adaptação no estado.

O ISH_{LUNC} médio no estado é de 3,54 no período de diagnóstico (2020), indicando uma alta segurança hídrica, mas já no limite inferior para uma situação média. Conforme citado anteriormente, a classificação "média" para segurança hídrica não representa uma condição segura, mas um estado de atenção que indica limitações de disponibilidade, gestão e resiliência frente à sazonalidade e aos eventos extremos. Municípios nesse nível permanecem mais suscetíveis a interrupções no abastecimento, perdas produtivas e desigualdades sociais, especialmente em períodos de estiagem. Reduzir o número de municípios nessa condição é estratégico, pois avançar para níveis altos ou muito altos de segurança hídrica amplia a estabilidade, diminui vulnerabilidades e fortalece a capacidade de enfrentar pressões hidrológicas e ambientais cada vez mais intensas.

3.5.2 CAPACIDADE MUNICIPAL DE GESTÃO DE DESASTRES (ICM)

Avaliar o grau de preparo dos municípios na gestão de riscos e desastres é essencial porque os impactos de eventos extremos, como enchentes, deslizamentos, secas ou incêndios florestais, se manifestam de forma mais imediata no nível local. São os municípios que estão na linha de frente do atendimento à população, da implementação de medidas preventivas e da execução das respostas emergenciais. Sem um diagnóstico preciso da capacidade local, torna-se difícil formular políticas eficazes, distribuir recursos de maneira justa e fortalecer as estruturas de defesa civil de modo equilibrado.

O Indicador de Capacidade Municipal (ICM) foi desenvolvido pelo governo federal para avaliar o grau de preparo dos municípios na gestão de riscos e desastres. Criado originalmente para subsidiar o Plano Plurianual de Gestão de Riscos e Desastres 2024–2027, o indicador permite medir de forma sistemática a evolução das capacidades locais em ações de prevenção, preparação, resposta e recuperação.

Enquanto alguns municípios já dispõem de planos atualizados, equipes capacitadas e instrumentos de monitoramento, outros ainda carecem do mínimo necessário para enfrentar riscos crescentes. Essa heterogeneidade torna o ICM uma ferramenta muito importante para orientar o apoio técnico e financeiro do Estado e da União, concentrando esforços onde as vulnerabilidades são mais críticas. Além disso, a análise contínua da preparação municipal fortalece a governança climática ao permitir o monitoramento do

cumprimento de metas de adaptação e redução de riscos, ampliar a transparência das ações públicas e oferecer subsídios qualificados para a participação social.

O Indicador de Capacidade Municipal (ICM) é construído a partir de 3 dimensões, representadas por 20 quesitos avaliados para cada um dos municípios, que analisam aspectos institucionais, técnicos, operacionais e de governança local, permitindo compreender como cada município organiza suas políticas, planos e ações de proteção e defesa civil. Na prática, o ICM indica se o município possui planos diretores e de redução de riscos, cartas geotécnicas e cadastros de famílias em áreas de risco, além de avaliar a existência de órgãos municipais de defesa civil estruturados, dotação orçamentária específica e canais de coordenação intersetorial. Também permite identificar a presença de medidas concretas de prevenção, mitigação e resposta a desastres, como campanhas educativas, sistemas de alerta, políticas habitacionais em áreas seguras e obras de drenagem urbana. Os quesitos cobertos em cada dimensão são sumarizados abaixo:

Dimensão I - Instrumentos de Planejamento e Gestão

- PPA Municipal que inclua proteção e defesa civil;
- Plano diretor aprovado por lei municipal que inclua proteção e defesa civil;
- Plano Municipal de Redução de Riscos;
- Carta de Sustentabilidade ou documento equivalente de identificação de riscos de desastres;
- Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização; mapeamento de áreas de risco; cadastro ou identificação de famílias em áreas de risco;
- Plano de Contingência.

Dimensão II - Coordenação Intersetorial e Capacidades

- Sistema Municipal ou Conselho Municipal Intersetorial de Proteção e Defesa Civil;
- Coordenação Municipal de Proteção e Defesa Civil;
- Dotação orçamentária para proteção e defesa civil;
- Núcleos comunitários de proteção e defesa civil;
- Número mínimo de pessoas capacitadas em proteção e defesa civil;
- Pessoa certificada em pelo menos uma temática do Plano de Capacitação Continuada da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil;
- Usuário habilitado no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres.

Dimensão III - Políticas, programas e ações

- Controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis, vistoriar edificações e áreas de risco;
- Programação de habitação de interesse social para reassentamento de famílias removidas de áreas de risco ou desabrigadas em função de desastres;
- Medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e mitigação de riscos de desastres;
- Campanhas ou atividades educativas para conscientização sobre riscos de desastres;
- Sistema municipal de monitoramento e alerta antecipado.

O ICM considera o perfil de risco e o porte de cada município. O perfil de risco caracteriza os municípios em prioritários e não-prioritários por serem mais ou menos suscetíveis a ocorrências de deslizamentos, enxurradas e inundações. O porte do munícipio é identificado pelo número de habitantes (pequeno porte até 100 mil habitantes e médio e grande porte acima de 100 mil habitantes). A Tabela 5 apresenta a quantidade de variáveis para enquadramento dos municípios nas Categorias de Gestão de Riscos e Desastres por porte e perfil de risco, sendo A – Avançada, B – Intermediária Avançada, C – Intermediária Inicial e D – Inicial.

Tabela 5. Quantidade de variáveis para enquadramento dos municípios nas Categorias de Gestão de Riscos e Desastres por porte e perfil de risco. Fonte: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/icm.

Dimensões da Gestão Municipal de Riscos e Desastres (Total de 3)		Número de Variáveis (Total de 20)	Categorias de Gestão de Riscos e Desastres por Porte e Perfil de Risco											
			Municípios Prioritários				Municípios Não Prioritários de Médio e Grande Porte				Municípios Não Prioritários de Pequeno Porte			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
I	Instrumentos de Planejamento e Gestão	8	7	5	3	0	5	3	2	0	3	2	1	0
II	Coordenação Intersetorial e Capacidades	7	6	4	2	0	4	3	1	0	3	2	1	0
III	Políticas, Programas e Ações	5	4	3	1	0	3	2	1	0	2	1	1	0
		Total de Variáveis Requeridas	17	12	6	0	12	8	4	0	8	5	3	0

A Figura 49 apresenta o ICM e suas dimensões para cada um dos municípios capixabas com base em levantamento efetuado pela Defesa Civil do ES junto aos 78 municípios do Estado. Pode-se observar que 32 municípios possuem ICM Avançado (A) ou Avançado Intermediário (B), enquanto 46 municípios apresentam ICM Intermediário Inicial ou Inicial. Não parece haver uma associação dos níveis de ICM com as divisões de microrregião de planejamento (SEDES) ou de microrregião climatologicamente homogêneas (INCAPER). Por exemplo, na Região da Grande Vitória (RGV), Vitória, Serra, Cariacica, e Vila Velha apresentam ICM A ou B, enquanto Guarapari, Fundão e Viana apresentam ICM na faixa C.

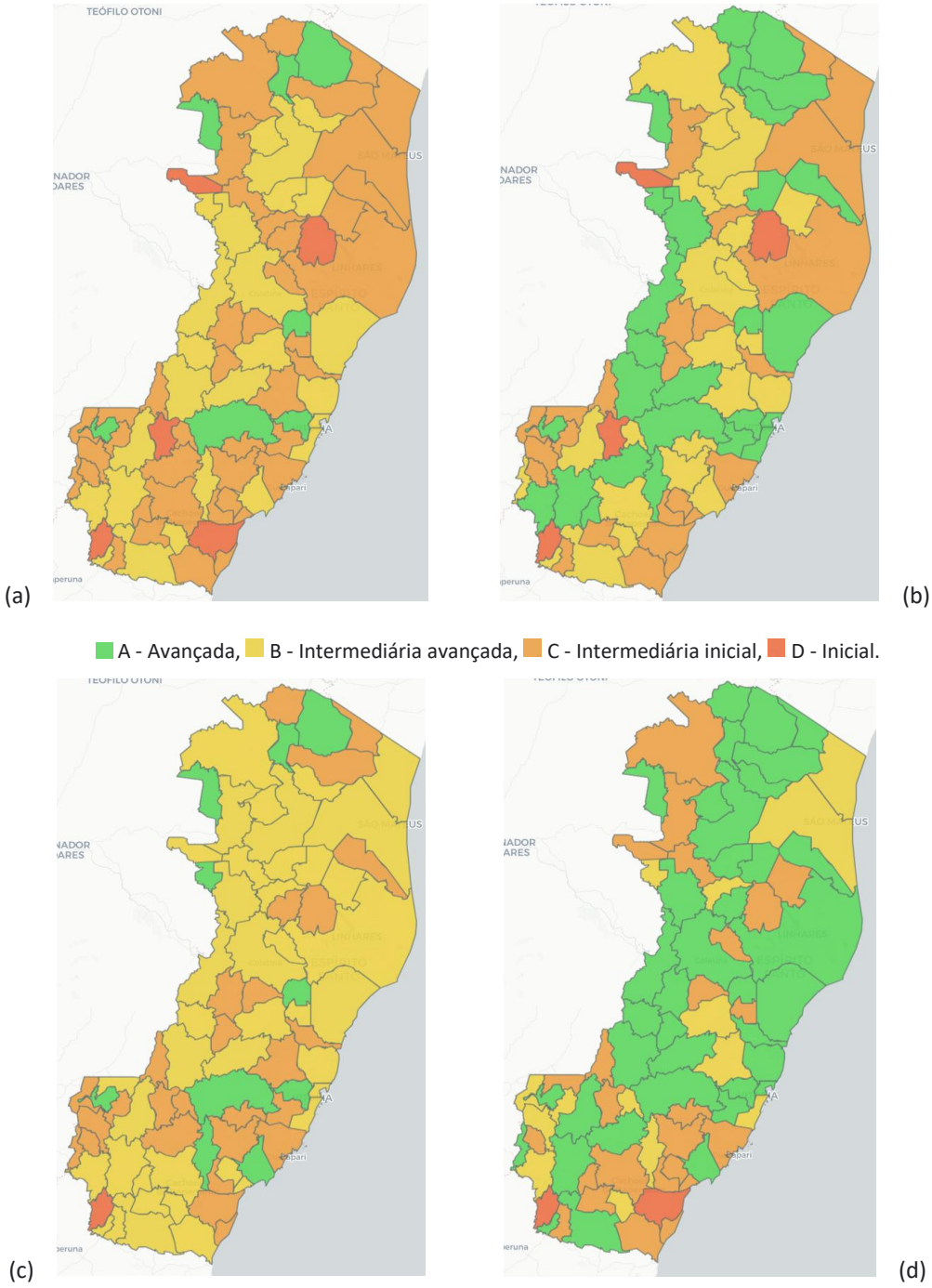


Figura 49. (a) Indicador de Capacidade Municipal (ICM) com categorização de gestão de riscos e desastre utilizadas no Plano Plurianual de Gestão de Riscos e Desastres (PPA) 2024-2027 do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, e suas três dimensões: (b) I - Instrumento de Planejamento e Gestão, (c) II – Coordenação Intersetorial e Capacidades e (d) III – Políticas, Programas e Ações.

A Figura 50 apresenta o número de municípios capixabas por faixas de ICM. Sete municípios são enquadrados na Categoria A considerando os três indicadores que compõem o ICM, enquanto cerca de 32 municípios estão nas categorias A e B e cinco município estão na categoria D (Mantenópolis, Rio Bananal, Bom Jesus do Norte, Itapemirim e Conceição do Castelo). Sendo que Bom Jesus do Norte apresenta categoria D em todas os três indicadores do ICM. Itapemirim apresenta categoria D relativo ao indicador de políticas, programas e ações e Mantenópolis, Rio Bananal e Conceição do Castelo apresentam categoria D no indicador que corresponde aos Instrumentos de planejamento e gestão. 28 municípios são classificados como C ou D por causa dos Instrumento de Planejamento e Gestão (Dimensão I), 27 municípios são classificados como C ou D por causa da Coordenação Intersetorial e Capacidades (Dimensão II) e 27 municípios são classificados como C ou D por causa das Políticas, Programas e Ações (Dimensão II).

Os 20 quesitos que compõem o ICM evidenciam os pontos em que cada administração municipal necessita avançar. Esses quesitos funcionam como um diagnóstico prático das fragilidades e das lacunas na gestão de riscos, permitindo que o governo estadual direcione esforços de apoio de forma mais estratégica. A Figura 51 apresenta o número de municípios que não atendem a cada quesito do ICM, sinalizando de maneira clara onde se concentram as maiores demandas e orientando as áreas prioritárias de atuação para o fortalecimento da gestão municipal de desastres. Sendo um importante instrumento de apoio às gestões estadual e municipais. Os quesitos que mais faltam aos municípios são Existência de Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), presente em apenas 16 municípios, e Número mínimo de pessoas capacitadas em Proteção e Defesa Civil, presente em apenas 12 municípios.

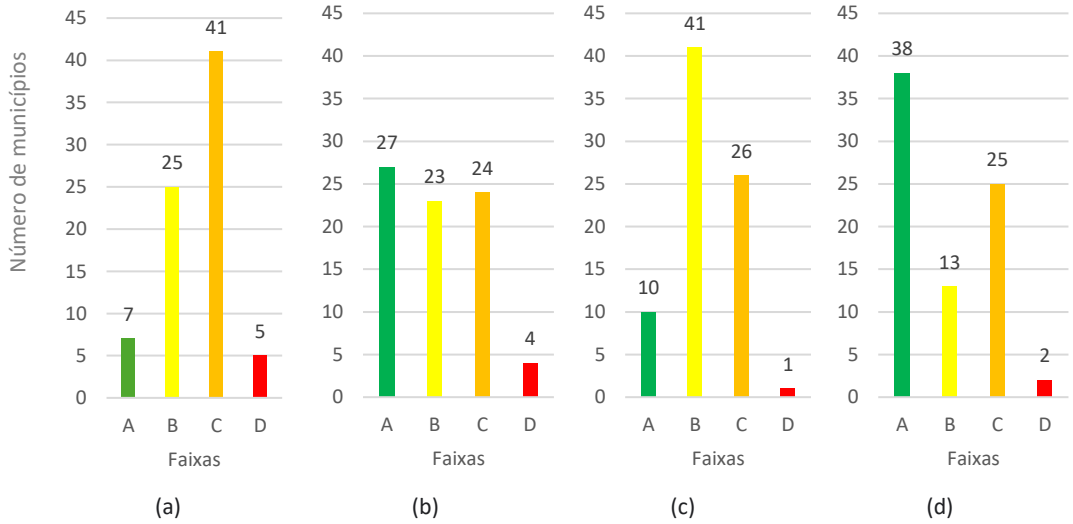


Figura 50. Número de municípios capixabas por faixas de ICM: (a) ICM, (b) I - Instrumento de Planejamento e Gestão, (c) II – Coordenação Intersetorial e Capacidades e (d) III – Políticas, Programas e Ações.

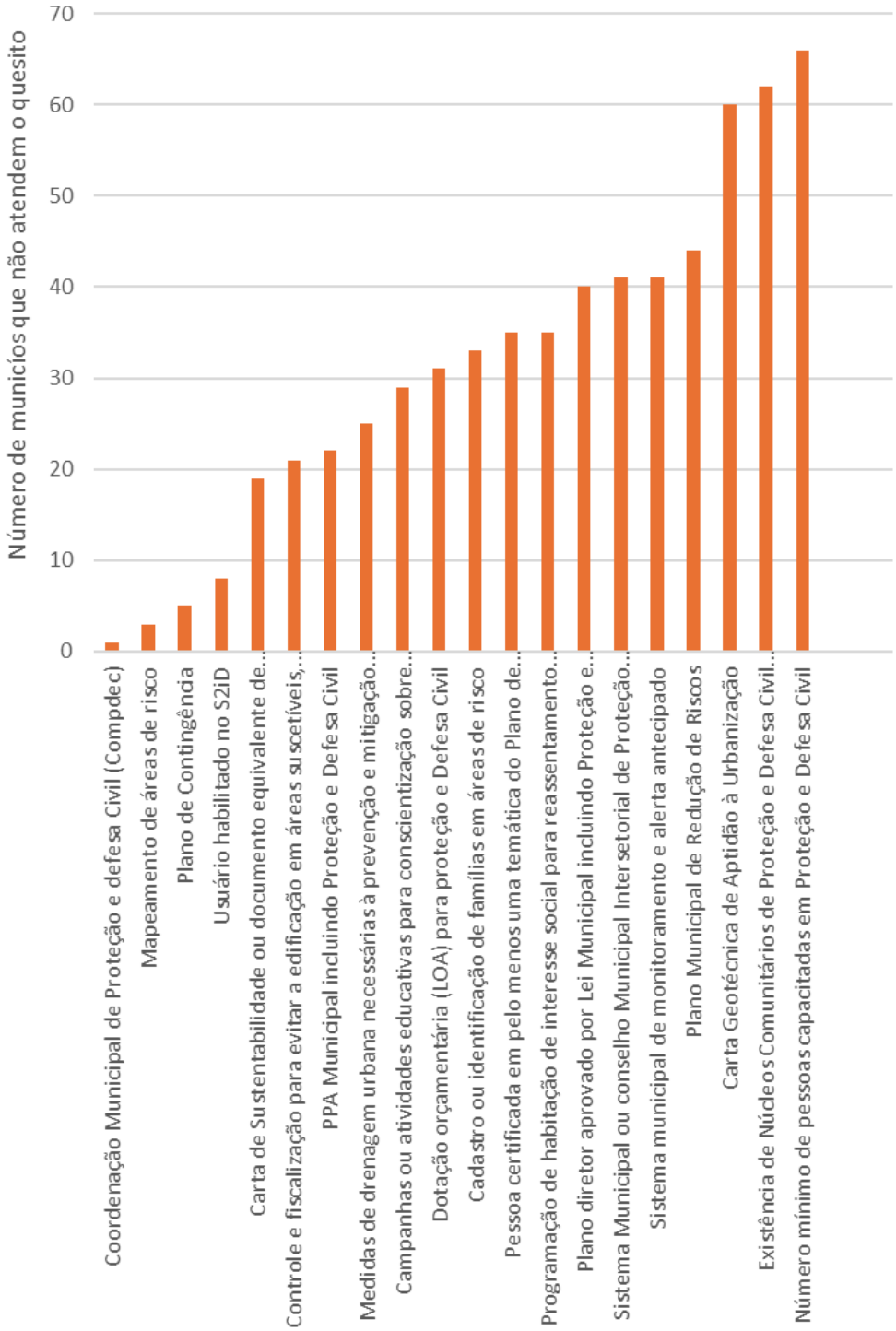


Figura 51. Número de municípios que não atendem a cada quesito do ICM

3.5.3 CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS (ICAR)

O Índice de Capacidade de Adaptação e Resiliência às mudanças Climáticas (ICAR) foi desenvolvido especialmente para auxiliar o PEAMC ES a fim de medir e monitorar a capacidade adaptativa e resiliência dos municípios do Espírito Santo. O ICAR apresenta o índice de capacidade de adaptação e resiliência global para os municípios, com foco nas políticas e ações de prevenção de desastres, adaptação e infraestruturas públicas existentes.

Para o cálculo do Índice de Capacidade de Adaptação e Resiliência Climática foram utilizados sete dimensões com 25 indicadores. As sete dimensões são: (i) governança, (ii) desenvolvimento econômico e bem-estar social, (iii) resiliência hidrogeológica, (iv) escolas seguras e recursos de saúde, (v) educação e conscientização, (vi) proteção de ecossistemas naturais e (vii) alerta, prevenção e capacidade de resposta aos desastres. A Figura 52 apresenta o Índice de Capacidade de Adaptação e Resiliência às Mudanças Climáticas (ICAR) e suas dimensões para os municípios capixabas.

A seleção das dimensões e seus indicadores foi realizada com base no documento Como Construir Cidades Mais Resilientes: Um Guia para Gestores Públicos Locais (disponível em https://www.undrr.org/publication/how-make-cities-more-resilient-handbook-local-government-leaders-2012) lançado em 2012 no âmbito da campanha Construindo cidades Resilientes (MCR) liderada pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos (UNDRR). Os dados para o cálculo dos indicadores de cada dimensão foram obtidos de fontes oficiais, e por meio das secretarias estaduais, como defesa civil, SEAMA, SESA, AGERH, IEMA.

Dimensão I - Governança

- Participação no PROESAM
- Existência de Secretaria de Meio Ambiente
- Funcionários Efetivos Formados na Área Ambiental
- Gestão Democrática Ambiental.

A governança está relacionada à organização e coordenação das ações necessárias para a adaptação às mudanças climáticas por meio do estabelecimento de mecanismos organizacionais que promovam a participação comunitária e da sociedade civil, estimulando alianças locais e engajamento social na construção de cidades mais seguras e resilientes.

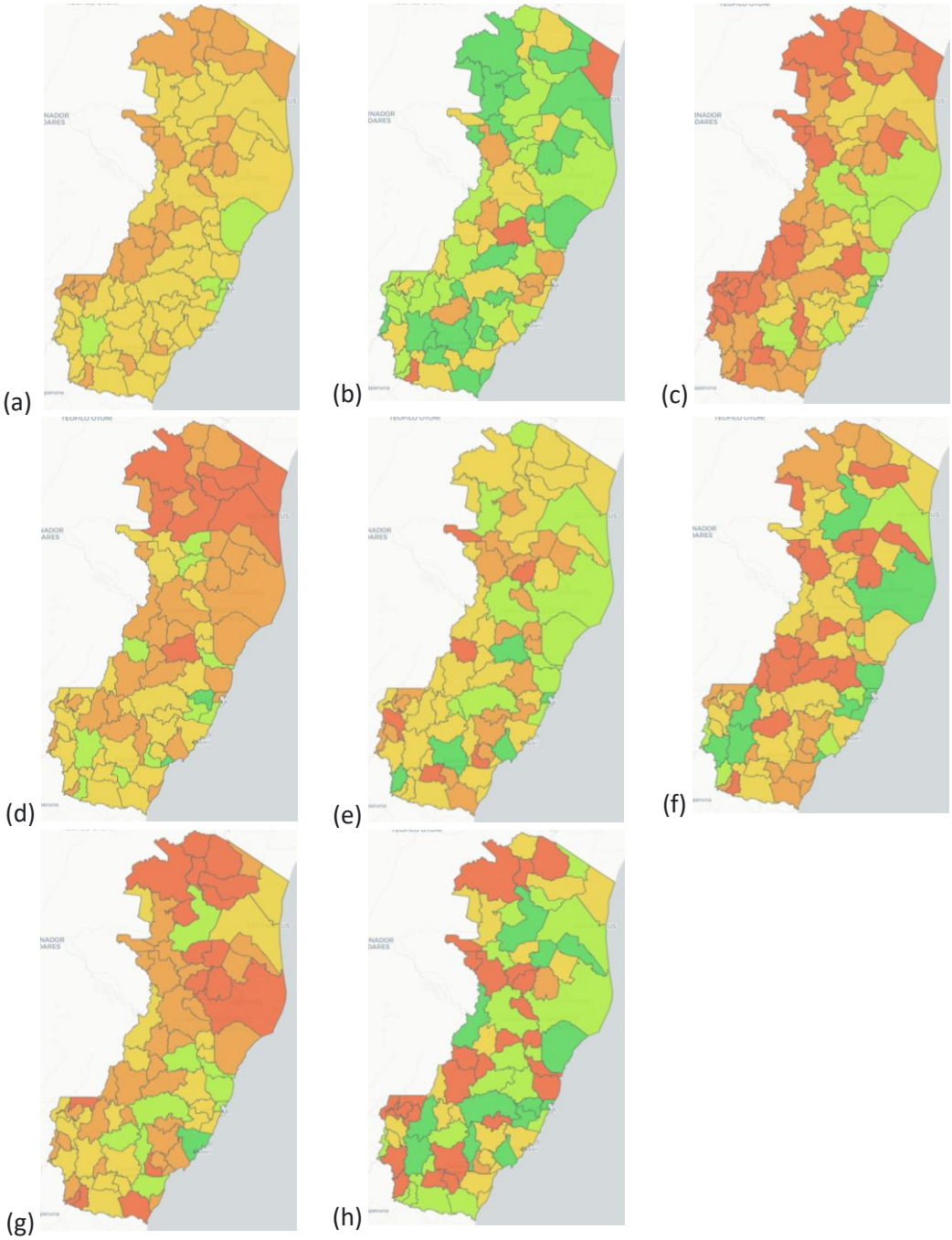


Figura 52. (a) Índice de Capacidade de Adaptação e Resiliência às Mudanças Climáticas (ICAR) e suas dimensões: (b) governança, (c) desenvolvimento econômico e social, (d) resiliência hidrogeológica, (e) escolas seguras e rec. de saúde, (f) educação e conscientização, (g) proteção dos ecossistemas e (h) Resposta a desastres.

Esses componentes permitem uma análise abrangente da estrutura administrativa, da qualificação técnica e da participação social nos processos decisórios relacionados ao meio ambiente.

De modo geral, a maioria dos municípios possui muito alto, alto e médio nível de Governança. Os municípios Conceição da Barra, Pancas, Itaguaçu, Santa Teresa, Serra, Cariacica, Viana, Castelo e Apiacá apresentam baixo e muito baixo nível de Governança. Dentre os sete municípios da Região da Grande Vitória, três possuem nível baixo de Governança.

A adesão e participação no PROESAM reflete o grau de engajamento local com as diretrizes estaduais e a capacidade de implementar ações estruturadas voltadas à sustentabilidade e à adaptação às mudanças climáticas. Aproximadamente 50% dos ainda enfrenta desafios para consolidar sua participação efetiva no programa. Municípios como Alegre, Montanha e Pedro Canário apresentam alinhamento com políticas públicas ambientais e maior capacidade institucional. Por outro lado, municípios como Cariacica, Castelo e Vitória ainda apresentam lacunas importantes na articulação com o programa estadual e na estruturação de suas políticas ambientais.

A baixa adesão ao PROESAM em parte dos municípios pode estar relacionada à ausência de estrutura administrativa adequada, à escassez de profissionais capacitados ou à falta de priorização da pauta ambiental na agenda local. Para superar essas limitações, é necessário promover ações de sensibilização, capacitação técnica e apoio institucional que incentivem os municípios a aderirem ao programa e a desenvolverem planos de ação consistentes.

A capacitação de servidores públicos é o indicador mais positivo, registrado em 52 municípios, o que corresponde a 66,7% do total. A presença de técnicos e gestores capacitados contribui para uma implementação mais eficaz e integrada das políticas públicas, especialmente em áreas que demandam articulação intersetorial e tomada de decisão rápida frente a eventos extremos. Municípios como Alegre, Cariacica, Linhares, Vila Velha e Vitória destacam-se por manter todos os indicadores ativos, demonstrando um aparato institucional mais preparado para enfrentar os desafios climáticos. Em contraste, localidades como Brejetuba, Itarana, Laranja da Terra e Vila Valério não apresentam nenhum dos indicadores avaliados, evidenciando fragilidades tanto na base educacional quanto na estrutura administrativa.

A existência formal de uma Secretaria de Meio Ambiente é uma demonstração clara do comprometimento estrutural dos municípios com a pauta ambiental. Essa estrutura administrativa especializada é essencial para o planejamento, coordenação e execução de políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à adaptação às mudanças climáticas. Municípios como Aracruz, Fundão e Guarapari evidenciam esse compromisso ao manterem secretarias dedicadas exclusivamente à gestão ambiental, o que favorece a institucionalização das ações e o alinhamento com diretrizes estaduais e nacionais.

75% dos municípios apresentam um bom nível de institucionalização da temática ambiental em nível local. Esse dado é alentador, pois indica que a maioria dos municípios capixabas reconhece a importância de uma estrutura administrativa voltada à questão ambiental. No entanto, ainda existem municípios, como Conceição da Barra, Anchieta e Apiacá, que não possuem uma secretaria específica para o meio ambiente. Essa ausência representa uma fragilidade institucional que pode comprometer a capacidade de planejamento estratégico, captação de recursos e implementação de políticas ambientais eficazes.

O fortalecimento das estruturas administrativas ambientais deve ser uma prioridade para os municípios que ainda não contam com essa secretaria. A criação e consolidação dessas instituições são fundamentais para garantir a continuidade das ações ambientais, promover a articulação intersetorial e ampliar a capacidade de resposta local frente aos desafios climáticos. A qualificação técnica dos servidores públicos é essencial para a implementação eficaz de políticas ambientais. A presença de profissionais capacitados e concursados representa um pilar fundamental para a formulação, execução e monitoramento de ações ambientais consistentes. Municípios como Alegre, Fundão e Guaçuí se destacam por contar com servidores efetivos formados na área ambiental, o que potencializa a capacidade de resposta institucional frente aos desafios climáticos e fortalece a continuidade das políticas públicas.

A análise revela que cerca de 25% dos municípios não contam com nenhum profissional com esse perfil, o que representa um entrave significativo para a qualidade técnica e a sustentabilidade das ações ambientais. A ausência de servidores especializados, como observado em municípios como Bom Jesus do Norte e Castelo, compromete a institucionalização da política ambiental e limita a capacidade de planejamento estratégico e inovação.

Portanto, investir na formação e contratação de profissionais efetivos na área ambiental é uma medida urgente e estratégica para fortalecer a governança ambiental municipal. A valorização da carreira pública ambiental e a ampliação de concursos específicos são caminhos viáveis para superar essa lacuna e garantir que as cidades estejam preparadas para enfrentar os impactos das mudanças climáticas com competência técnica e institucional.

A gestão democrática ambiental é um componente essencial da governança pública, pois garante que as decisões relacionadas ao meio ambiente sejam tomadas de forma transparente, participativa e inclusiva. Este subindicador avalia a existência de mecanismos institucionais que promovem a participação da sociedade civil na formulação, acompanhamento e fiscalização das políticas ambientais, como conselhos municipais de meio ambiente, audiências públicas e fóruns deliberativos.

A grande maioria dos municípios capixabas — 75% ou mais — possuem mecanismos de participação social amplamente implementados e consolidados. Esse resultado reflete uma cultura institucional voltada para a transparência e o envolvimento da sociedade civil nas decisões ambientais, o que fortalece a legitimidade das políticas públicas e amplia sua efetividade.

Ainda assim, há municípios como Jaguaré, Piúma e Boa Esperança, onde, embora existam iniciativas participativas, elas podem estar fragilizadas ou insuficientemente estruturadas. Esses casos indicam a necessidade de aprimoramento dos canais de diálogo entre governo e sociedade, garantindo que os espaços participativos sejam efetivos, representativos e capazes de influenciar as decisões políticas.

A consolidação da gestão democrática ambiental é um fator estratégico para o fortalecimento da governança local e para a construção de cidades mais resilientes e adaptadas às mudanças climáticas. A manutenção e o aprimoramento desses mecanismos devem ser prioridade contínua para os gestores públicos, com vistas à promoção de uma cidadania ambiental ativa e comprometida com o desenvolvimento sustentável.

Dimensão II - Desenvolvimento econômico e bem-estar social

- IDHM
- Renda média domiciliar
- Produto Interno Bruto (PIB) per capita.

A maioria dos municípios apresenta baixo e muito baixo nível de desenvolvimento econômico e bem-estar social. Somente Vila Velha e Vitória apresentam muito alto nível de desenvolvimento econômico e bem-estar social, e Linhares, João Neiva, Aracruz, Colatina, Serra, Anchieta, Piúma e Cachoeiro de Itapemirim apresentam alto nível. As regiões noroeste e nordeste e centro sul, Caparaó e litoral sul parecem concentrar o maior número de municípios com baixo e muito baixo nível do indicador de desenvolvimento econômico e bem-estar social.

A renda média domiciliar apresenta uma ampla variação entre os municípios capixabas. Os valores mais baixos são observados em localidades como Ibitirama (R$352,00), Mucurici (R$ 362,00) e Água Doce do Norte (R$372,00), indicando uma realidade de vulnerabilidade econômica e baixa capacidade de consumo das famílias. Em contraste, municípios como Vitória (R4 1820,00), Vila Velha (R$ 1190,00) e Venda Nova do Imigrante (R$ 842,00) atingem o valor máximo, refletindo maior concentração de renda e melhores condições de vida. Essa disparidade revela a concentração de riqueza em regiões metropolitanas e turísticas, enquanto áreas rurais e periféricas enfrentam desafios estruturais que limitam o crescimento econômico das famílias. Vale lembrar que para a composição do índice foi levado em conta a classificação dos municípios entre rurais e urbanos. Assim os municípios

com piores índices de renda média domiciliar são Ibitirama e Itapemirim, sendo rural e urbano respectivamente.

O PIB per capita também varia significativamente entre os municípios. Embora alguns, como Vitória, Serra, Anchieta, Aracruz, Marataízes e Presidente Kennedy, apresentem elevado valor de PIB per capita. Como por exemplo Presidente Kennedy com R$ 580.174,17, indicando forte atividade econômica e recebimento de royalties. Outros como Mantenópolis (R$ 12.973,52), Jerônimo Monteiro (R$ 13.953,04) e Ponto Belo (R$ 13.416,69) revelam uma produção econômica extremamente limitada. Esses municípios foram classificados como rural. Entretanto, os municípios de Mantenópolis e Pedro Canário foram classificados como rural e urbano, respectivamente.

O indicador de capacidade financeira oferece uma visão mais abrangente da realidade socioeconômica dos municípios capixabas e evidencia, com maior clareza, as desigualdades regionais que impactam diretamente a capacidade de investimento em políticas de adaptação às mudanças climáticas. Municípios como Vitória, Vila Velha, Venda Nova do Imigrante e Anchieta despontam como os mais desenvolvidos economicamente, alcançando valores máximos em ambos os subindicadores. Essas localidades combinam altos níveis de geração de riqueza com boas condições de renda domiciliar, o que indica maior potencial de arrecadação local, estrutura institucional consolidada e capacidade técnica e financeira para implementar ações robustas de mitigação e adaptação climática.

Em contraste, municípios como Conceição da Barra, Pedro Canário, Ponto Belo e Mantenópolis figuram entre os menos favorecidos, com baixos índices tanto de renda quanto de PIB per capita. Essa limitação financeira representa um entrave significativo à formulação de políticas públicas ambientais eficazes, à modernização da infraestrutura urbana e à ampliação da resiliência territorial frente aos desastres naturais e às mudanças no clima.

Dimensão III - ***Resiliência hidrogeológica***

- % de Áreas de Riscos Muito Alto e Alto de Escorregamento e Inundação em Aréas Residênciais
- Risco de impacto do estresse hídrico

A resiliência hidrogeológica é avaliada com base em dois indicadores que mensuram tanto a exposição física quanto os aspectos socioeconômicos dos municípios frente a riscos hidrológicos e geológicos. A análise integrada desses parâmetros permite identificar padrões espaciais de vulnerabilidade e orientar políticas públicas de forma mais eficaz e equitativa.

No Espírito Santo, apenas dois municípios (Cariacica e Piúma) possuem muito alto nível de resiliência hidrogeológica, considerando todos os indicadores em conjunto. Outros 10

municípios apresentam resiliência hidrogeológica em nível alto: São Gabriel da Palha e São Domingos do Norte, Laranja da Terra, Fundão, Vila Velha e Viana, Rio Novo do Sul, Atílio Vivacqua, Alegre e Apiacá. Os outros 66 municípios apresentam baixa e muito baixa resiliência hidrogeológica com a maioria desses municípios localizados nas microrregiões central serrana, rio doce, centro oeste, noroeste e nordeste.

O indicador relacionado ao percentual de área sem riscos alto e muito alto em áreas residenciais é particularmente importante por mensurar o risco direto à população, considerando as áreas residenciais urbanas. No Espírito Santo, embora alguns municípios apresentem alto grau de segurança habitacional, outros enfrentam graves ameaças. Mucurici e Ponto Belo, Pinheiros e Conceição do Castelo apresentam níveis de segurança muito alto, evidenciando planejamento urbano eficaz e gestão territorial preventiva. Essas cidades demonstram que o uso do solo urbano é bem controlado, com habitações fora das zonas de risco severo. Em contraste, em Viana, Cariacica, Vila Velha e Piúma grande parte de suas áreas residenciais está inserida em zonas de risco muito alto. Isso expõe diretamente a população a desastres naturais e aponta falhas no ordenamento territorial, ausência de fiscalização eficaz e crescimento urbano não planejado.

A dimensão risco de impacto do estresse hídrico foi calculada utilizando os mesmos critérios daqueles utilizados na plataforma AdaptaBrasil. A maioria dos municípios nas microrregiões nordeste, noroeste, centro-oeste, rio doce apresentam alto risco de impacto devido ao estresse hídrico causado pelas mudanças climáticas. Enquanto as microrregiões centro-sul, Caparaó e litoral sul apresentam médio risco. Apenas os municípios São Domingos do Norte e Águia Branca apresentam baixo risco de impacto devido ao estresse hídrico.

Dimensão IV - ***Escolas seguras e recursos de saúde***

- Proporção de escolas localizadas fora de zonas de perigo alto ou muito alto
- Disponibilidade de médicos por mil habitantes
- Quantidade de leitos hospitalares por mil habitantes.

A análise conjunta desses indicadores fornece uma perspectiva robusta sobre a capacidade dos municípios capixabas de proteger populações vulneráveis, especialmente em situações de emergência, como desastres naturais ou crises sanitárias. Além disso, esses dados permitem identificar desigualdades regionais na oferta de serviços essenciais e orientar políticas públicas mais eficazes e territorialmente sensíveis. No Espírito Santo, apenas cinco municípios apresentam níveis muito alto relativo à dimensão de escolas seguras e recursos de saúde, considerando todos os indicadores: Vitória, Santa Teresa, Anchieta, Cachoeiro de Itapemirim e São José do Calçado. Outros 11 apenas, registram níveis alto neste indicador: Mucurici, Barra de São Francisco e São Mateus, Linhares, Colatina e Aracruz, Domingos

Martins e Venda Nova do Imigrante e, finalmente, Vila Velha, Serra e Fundão na região da Grande Vitória.

O indicador que avalia a localização segura das escolas municipais mede o percentual de unidades de ensino situadas fora de áreas classificadas como de perigo alto ou muito alto, como zonas suscetíveis a deslizamentos, inundações e outros riscos ambientais. Esse indicador é fundamental para avaliar o grau de exposição de crianças e adolescentes a situações de emergência ambiental e para orientar políticas de ordenamento territorial e segurança educacional.

No Espírito Santo, há uma heterogeneidade expressiva entre os municípios capixabas. O município de Ibiraçu destaca-se com 100% das escolas fora de zonas de perigo, refletindo um planejamento urbano eficaz voltado à segurança da comunidade escolar. Resultados positivos também são observados em municípios como Castelo (76,5%), Guaçuí (68,3%) e Alegre (65,4%), onde a maioria das instituições de ensino está localizada em áreas consideradas seguras.

Por outro lado, algumas localidades registram indicadores preocupantes. O município de Boa Esperança, por exemplo, apresenta apenas 14,6% das escolas em áreas seguras, evidenciando alta vulnerabilidade da infraestrutura educacional. Situação semelhante é observada em Guarapari (23,3%) e Marataízes (5,8%), cuja exposição a riscos ambientais demanda intervenções urgentes, incluindo o reordenamento urbano e a adoção de medidas de mitigação. O município de Aracruz tenha 98,6% de escolas em áreas seguras.

A disponibilidade de médicos por mil habitantes é um indicador direto da capacidade de atendimento da rede municipal de saúde e reflete, em grande medida, a equidade no acesso aos serviços básicos de saúde. No Espírito Santo, observa-se uma ampla variação entre os municípios, em média, no Estado, há aproximadamente 91 médicos por 100 mil habitantes, mas, com disparidades marcantes na distribuição territorial desses profissionais.

A capital Vitória apresenta o desempenho mais expressivo, com 7,38 médicos por mil habitantes, consolidando-se como um polo regional de saúde com estrutura hospitalar consolidada e forte atração de profissionais. Outros municípios com cobertura elevada incluem Colatina (5,64), Serra (4,54) e Cachoeiro de Itapemirim (4,11), que se destacam como centros regionais com infraestrutura médica mais robusta.

Em contraste, municípios como João Neiva e Mantenópolis registraram zero médicos por mil habitantes, revelando uma grave lacuna na cobertura básica de saúde. Situação semelhante é observada em Muqui e Iconha, 0,038 médicos por mil habitantes, o que compromete seriamente a capacidade de resposta local diante de emergências sanitárias ou demandas cotidianas da atenção primária.

Mesmo entre municípios de porte médio, a desigualdade persiste. Por exemplo, Alegre e Guaçuí apresentam desempenho elevado nesse quesito, enquanto Apiacá e Itaguaçu figuram entre os menores valores do Estado. Essa disparidade evidencia a urgência de políticas públicas voltadas à interiorização da assistência médica, à valorização da carreira médica em áreas remotas e à oferta de incentivos para fixação de profissionais em municípios historicamente desassistidos.

A disponibilidade de leitos hospitalares por mil habitantes é um dos principais indicadores da capacidade de resposta do sistema de saúde, especialmente em situações de emergência, surtos epidêmicos ou aumento súbito da demanda. No Espírito Santo, a média estadual é de 1,86 leitos por mil habitantes, mas, com grande desigualdade entre os municípios quanto à infraestrutura hospitalar.

Alguns municípios apresentam desempenho destacado. São José do Calçado, com 9,00 leitos por mil habitantes, lidera o ranking estadual, seguido por Vitória (5,64), que, além de ser a capital, dispõe de uma rede hospitalar consolidada e de alta complexidade. Também se destacam Venda Nova do Imigrante (3,81), Colatina (3,69), Barra de São Francisco (3,9) e Iúna (3,4), cujas estruturas hospitalares superam com folga a média estadual, sinalizando boa capacidade de atendimento local.

Entretanto, há casos alarmantes de ausência ou precariedade da infraestrutura hospitalar. Municípios como Fundão e Sooretama não possuem leitos hospitalares registrados, o que compromete de forma severa a assistência à saúde da população e torna essas localidades totalmente dependentes de centros regionais vizinhos. Situação também preocupante é observada em Apiacá (1,38) e Pedro Canário (1,39), que apresentam valores muito abaixo dos recomendados, exigindo investimentos urgentes na ampliação e modernização da rede hospitalar local.

Essa análise revela que, além da qualificação profissional, o fortalecimento da infraestrutura física é essencial para garantir um sistema de saúde equitativo, eficaz e resiliente no contexto das mudanças climáticas e dos riscos sanitários crescentes.

Dimensão IV - ***Educação e conscientização***

- Dimensão de escolaridade
- Existência, aprovação e funcionamento de Programa Municipal de Educação Ambiental
- Criação ou existência de Centro ou Espaço Municipal de Educação Ambiental.

A dimensão de educação e conscientização permite avaliar a capacidade do município de promover educação nas escolas e comunidades sobre as mudanças climáticas e sobre os riscos provenientes de desastres hidrogeológicos. No Espírito Santo, a dimensão educação

e conscientização, considerando todos os indicadores em conjunto, apresenta níveis alto e muito alto em 16 municípios dentre os 78 que compõem o Estado. Na Região da Grande Vitória, por exemplo, apenas Fundão apresenta nível baixo e Guarapari nível médio, enquanto os outros municípios da região apresentam níveis alto ou muito alto. Fora da Região da Grande Vitória, os municípios com nível alto ou muito alto são: Nova Venécia, São Mateus e Linhares, Ibiraçu, Anchieta e Iconha e Muniz Freire, Alegre, Guaçui, São José do Calçado e Dores do Rio Preto.

A variação do indicador escolaridade entre os municípios é expressiva, evidenciando desigualdades históricas e estruturais que influenciam diretamente a capacidade de compreensão e resposta da população diante de ameaças climáticas. Municípios como Presidente Kennedy, Ibiraçu, Anchieta e Fundão registram altos níveis do indicador escolaridade revelando maior potencial para absorver e aplicar conhecimentos relacionados à sustentabilidade. Em contrapartida, localidades como Ibatiba, Mucurici, Dores do Rio Preto e Iúna apresentam valores muito baixos, o que sugere a necessidade de políticas educacionais mais robustas e direcionadas para reduzir a vulnerabilidade social.

A existência de programas educativos é observada em 37 municípios, representando 47,4% do total, enquanto 41 não dispõem de iniciativas formais nessa área. Essa lacuna compromete a disseminação de informações e a mobilização comunitária, elementos essenciais para a construção de resiliência climática. Municípios como Alegre, Cariacica, Linhares, São Mateus, Serra, Vila Velha e Vitória se destacam por manterem todos os três indicadores ambientais ativos, evidenciando uma gestão integrada entre educação, conscientização e ação. Por outro lado, localidades como Alfredo Chaves, Brejetuba, Itaguaçu e Itarana não apresentam nenhum programa ou espaço ambiental, o que limita a capacidade de engajamento social e a eficácia das políticas adaptativas.

A criação ou manutenção de centros ou espaços de educação climática é presente em apenas 23 municípios, ou 29,5% do total. A ausência dessa estrutura em mais de dois terços das cidades capixabas restringe a oferta de atividades permanentes e especializadas de conscientização ambiental. Ainda assim, alguns municípios, como Aracruz, Colatina, Guarapari e Santa Teresa, demonstram esforços para manter esses espaços, mesmo quando outros indicadores apresentam resultados mais modestos, sinalizando uma compreensão da importância estratégica dessas iniciativas.

Dimensão VI - ***Proteção dos ecossistemas naturais***

- % de área em processo de restauração ecológica
- Cobertura vegetal no perímetro urbano
- Cobertura vegetal nativa
- Índice de unidades de proteção integral
- Índice de unidades de uso Sustentável
- Pagamentos por serviços ambientais.

A preservação de ecossistemas permite, por exemplo, mitigar os impactos das mudanças climáticas como alagamentos e inundações a fim de reduzir a intensidade, frequência ou os danos causados por esses eventos. A preservação dos ecossistemas naturais, considerando todos os indicadores em conjunto, apresenta nível muito alto apenas em Guarapari e nível alto em Nova Venécia, Santa Teresa, Fundão, Serra, Vitória, Domingos Martins, Castelo, Vargem Alta e Itapemirim.

Uma análise do indicador do percentual de área em processo de restauração ecológica tem destaque no município de Cariacica, enquanto Afonso Cláudio apresenta o pior desempenho, refletindo o compromisso desigual com a recuperação de ecossistemas degradados. A cobertura vegetal no perímetro urbano apresenta extremos que vão de valores expressivos, como em Afonso Cláudio, a níveis muito baixos, apontando diferenças na manutenção de áreas verdes urbanas. O indicador de cobertura vegetal nativa registra alta variabilidade, desde cobertura total, como em Alegre, até ausência completa, como em Alto Rio Novo. Esses dados revelam que, embora alguns municípios preservem boa parte de sua vegetação original, outros já sofreram perdas ambientais críticas. Finalmente, o indicador de pagamentos por serviços ambientais (programa estadual direcionado ao proprietário de área rural que destinar parte de sua propriedade para fins de preservação e conservação da cobertura florestal) também revela contrastes marcantes: Pinheiros atinge o máximo desempenho, enquanto Guaçuí não registra participação neste indicador.

Dimensão III - ***Prevenção, alerta e capacidade de resposta à desastres***

- Dimensão I do ICM - Instrumento de Planejamento e Gestão
- Dimensão II do ICM - Coordenação Intersetorial
- Dimensão III do ICM - Capacidades e Políticas, Programas e Ações.

A inclusão da dimensão **“alerta, prevenção e capacidade de resposta aos desastres”** no ICAR é fundamental para capturar a capacidade operacional imediata dos municípios frente a eventos extremos, complementando as demais dimensões de caráter socioeconômico, ambiental e institucional. Essa dimensão reflete diretamente a prontidão das defesas civis municipais e sua habilidade em antecipar, responder e recuperar-se de desastres,

utilizando como referência os indicadores consolidados pelo Índice de Capacidade Municipal de Proteção e Defesa Civil (ICM). Ao incorporar essa métrica nacional já estabelecida, o ICAR assegura comparabilidade entre municípios, amplia sua robustez metodológica e fortalece a integração entre políticas locais de defesa civil e estratégias de adaptação climática do Estado. Dessa forma, o índice passa a oferecer uma visão mais completa da resiliência climática, unindo aspectos estruturais de longo prazo à resposta emergencial imediata.



Foto: CEPDEC/ES

4

GRANDES METAS

O grande objetivo do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas é aumentar, de forma sustentável e equitativa, a resiliência do Espírito Santo diante de eventos extremos e das mudanças de longo prazo do clima. Isso implica reduzir vulnerabilidades, proteger vidas e meios de subsistência, assegurar a continuidade dos serviços essenciais e a integridade da infraestrutura e dos ecossistemas, com prioridade para territórios e populações mais expostas. Para alcançá-lo até 2035, o plano incorpora variáveis climáticas ao planejamento e orçamento públicos, orienta investimentos e regulações, fortalece capacidades institucionais e a governança — com monitoramento e avaliação contínuos — e estimula soluções baseadas em evidências e na cooperação entre governo, setor produtivo, academia e sociedade civil.

Nesse contexto, é fundamental estabelecer grandes metas quantificáveis que traduzam a ambição de transformação do Estado até 2035 e orientem todas as escolhas de política pública. Essas metas indicam onde queremos chegar em resiliência climática, segurança hídrica, infraestrutura e governança; devem ser claras, específicas e mensuráveis, ainda que desafiadoras, para direcionar prioridades, alocação de recursos e pactuações entre órgãos e parceiros. Partem de uma linha de base conhecida, desdobram-se em objetivos, indicadores e metas intermediárias por eixo e território, e são acompanhadas por mecanismos de Monitoramento e Avaliação que permitam verificar resultados, aprender e ajustar rumos ao longo da implementação. Assim, mobilizam atores públicos e privados, que conferem coerência às ações e asseguram que o avanço rumo a 2035 seja monitorável, comparável e transparente.

Reduzir 40% dos setores (áreas de riscos) classificados como "risco alto ou muito alto" em desastres naturais.

Situação atual: 1.197 setores (áreas de riscos)

Fonte: CEPDEC

Reduzir o percentual da população capixaba residente em áreas de risco geo-hidrológico (suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações) para 6,9%

Situação atual: 17% da população capixaba vive em áreas de risco geo-hidrológico.

Fonte: IJSN/CEPDEC

Reduzir pela metade o número de municípios atualmente classificados com nível "médio" de segurança hídrica e assegurar que nenhum município permaneça no nível "baixo" até 2035, elevando de forma progressiva a resiliência hídrica do território capixaba.

Situação atual: 23 municípios com segurança hídrica classificada como "média" e 2 classificados como "baixa".

Fonte: AdaptaES

100% dos municípios cobertos com Planos Municipais de Redução de Risco e Adaptação às Mudanças Climáticas

Situação atual: 23 municípios com Planos Municipais de Redução de Riscos.

Fonte: CEPDEC

Reduzir em 30% o número de mortos/100 mil habitantes por ano em desastres

Situação atual: 0,2 mortos/100 mil habitantes por ano (média últimos 5 anos)

Fonte: MDR - https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml

Reduzir em 50% o número de municípios do ES classificados como faixa C de Indicador de Capacidade Municipal (ICM) da Defesa Civil (ações de gestão de riscos e de desastres em um estágio intermediário Inicial) e zerar o número de municípios do ES classificados como faixa D (ações de gestão de riscos e de desastres em um estágio Inicial)

Situação atual: 6,4% dos municípios na faixa D e 52,6% dos municípios na faixa C

Fonte:AdaptaES



Foto: CEPDEC/ES

5

AÇÕES NECESSÁRIAS

Conforme descrito no Capítulo 2, a identificação das vulnerabilidades e dos potenciais efeitos das mudanças climáticas apresentadas de forma detalhada no Capítulo 3, fundamentou a análise SWOT da conjuntura interna e externa do Espírito Santo com o objetivo de aumentar sua resiliência climática (Anexo A). Elaborada de forma participativa, conforme mostrado no item 2.3, a SWOT consolidou os fatores críticos que, por sua vez, embasaram a identificação dos Desafios Estratégicos do Estado (Anexo B), os quais explicitam as principais barreiras a serem superadas para alcançar os objetivos de resiliência climática.

Neste capítulo, são apresentadas as Ações Estratégicas, que representam as iniciativas governamentais essenciais para a implementação do Plano de Adaptação. As Ações Estratégicas são constituídas de conjuntos coordenados de medidas, programas e instrumentos normativos concebidos para enfrentar diretamente os desafios estratégicos identificados e viabilizar a trajetória rumo às metas de longo prazo do plano. Elas traduzem a visão em execução, articulando objetivos específicos, atividades prioritárias, responsáveis institucionais, prazos, recursos e indicadores que permitem monitorar avanços e corrigir rotas. Por definirem “como” e “com quem” agir, integram diferentes políticas setoriais e níveis de governo, orientam a alocação eficiente de investimentos, priorizam territórios e populações mais vulneráveis e conectam a tomada de decisão diária à ambição de 2035, sob um arranjo de governança e M&A que assegura transparência, aprendizado e melhoria contínua.

Ao todo, são definidas 27 Ações Estratégicas, que abrangem 161 medidas específicas. Essas medidas foram elaboradas a partir da colaboração com técnicos de 21 secretarias e órgãos públicos estaduais, alinhadas aos diversos eixos de adaptação, incluindo Defesa Civil, AGERH, IEMA, IDAF, CESAN, SEAG, INCAPER, IDAF, SETADES, DER, SEDURB, SEG, SESA, SEG,

FAPES, SECTI, IDAF, SEDU, SECOM, SEDES, SEMOBI, ARSP-ES e IJSN. A cada medida estratégica foi designada uma secretaria ou órgão público estadual líder e uma ou mais secretarias ou órgão públicos estaduais associados. As secretarias ou órgão líderes e associadas são responsáveis pela elaboração do respectivo plano de trabalho para atender a medida específica.

A Tabela 6 apresenta as Ações Estratégicas e suas respectivas medidas. Após cada Ação Estratégica, ícones identificam os Eixos de Adaptação afetados, bem como a relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) propostos pela ONU (ONU, 2025).

O fortalecimento e expansão de fundos e programas estaduais, como o Fundo CidadES, Proesan, FUNDAGUA, Programa Águas e Paisagens II e outros, visa não apenas a resposta a desastres imediatos, mas também a adaptação de longo prazo, com priorização de investimentos para populações mais vulneráveis. O Estado pretende garantir a estabilidade financeira para essas ações, estabelecendo um percentual mínimo de recursos, captando financiamento externo e redirecionando *royalties* de petróleo para esse fim.

A governança climática será fortalecida por meio de uma estrutura integrada entre os níveis federal, estadual e municipal, com sistemas de monitoramento para garantir transparência e eficácia. A criação de indicadores e critérios para priorizar recursos públicos em áreas de maior vulnerabilidade assegura que as ações sejam focadas em quem mais necessita. Para garantir a execução de ações de adaptação, um grupo de trabalho especializado atuará na captação de recursos e facilitação de parcerias entre setor público e privado, ampliando o acesso a programas federais e financiamentos específicos, como um fundo de saúde para desastres ambientais.

As políticas climáticas em desenvolvimento pelo governo federal auxiliam a construção da governança multinível e a implementação de ações de adaptação em nível estadual e a posterior elaboração dos planos municipais de adaptação. O governo Federal sancionou a lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024 (BRASIL, 2024a), que estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima com o objetivo de implementar medidas para reduzir a vulnerabilidade e a exposição a riscos dos sistemas ambiental, social, econômico e de infraestrutura diante dos efeitos adversos atuais e esperados da mudança do clima e o Ministério do Meio Ambiente criou a portaria GM/MMA nº 1.256, de 26 de dezembro de 2024 (BRASIL, 2024b), que instituiu a iniciativa de apoio à elaboração de Planos Municipais de Adaptação à Mudança do Clima - AdaptaCidades, com o objetivo de apoiar os Estados e municípios no desenvolvimento de estratégias e planos locais ou regionais de adaptação à mudança do clima, no âmbito do Programa Cidades Verdes Resilientes.

Na área de pesquisa e inovação, são planejados incentivos para estudos e desenvolvimento tecnológico, com editais específicos para adaptação climática e fomento ao Instituto de Estudos Climáticos e ao Centro de Pesquisa do Espírito Santo, com foco em temas como gestão hídrica, saúde e infraestrutura urbana sustentável. Essas ações buscam construir uma base científica robusta para apoiar políticas e práticas de adaptação.

A segurança hídrica do Estado tem como prioridade a garantia do abastecimento humano e a dessedentação animal e inclui o fortalecimento de programas de reflorestamento e construção de barragens, adequação de propriedades rurais ao novo Código Florestal e integração de iniciativas como o Reflorestar e o Programa de Regularização Ambiental (PRA-ES) para promover o uso sustentável da água. O manejo sustentável dos recursos hídricos também se estende à recuperação de mananciais e controle de poluição, assegurando a proteção dos biomas e a melhoria da qualidade da água.

Revisões do Plano Estadual de Recursos Hídricos e dos planos de bacias hidrográficas são essenciais para incluir os efeitos esperados das mudanças climáticas, como variações nos padrões de chuva e eventos extremos, e para desenvolver ações de resposta rápida em situações de crise hídrica. Na gestão de desastres, há um esforço para prevenir e combater incêndios florestais através de programas específicos de monitoramento e regulamentação em áreas produtivas e de restauração.

Outras ações incluem a mitigação da erosão do solo por meio de infraestrutura como barraginhas e caixas secas, e estudos detalhados das águas superficiais e subterrâneas do Estado, estabelecendo um banco de dados hídrico que oriente o uso sustentável e a gestão dos recursos. A atualização do Plano Estadual de Saúde busca incorporar os desafios climáticos, com protocolos específicos para situações emergenciais, capacitação de profissionais e criação de sistemas de monitoramento e alerta.

No setor urbano, há um foco em infraestruturas verdes e soluções baseadas na natureza, como parques urbanos e sistemas de drenagem permeável, para reduzir os riscos de enchentes e melhorar a qualidade de vida nas cidades. A capacitação técnica é uma prioridade, com programas para gestores e técnicos públicos em adaptação climática e apoio aos municípios para estruturar governança local e consórcios intermunicipais.

Para a prevenção de desastres, a expansão da capacidade de monitoramento e mapeamento de áreas de risco é essencial. Isso inclui a criação de setores especializados e plataformas digitais para monitoramento em tempo real, promovendo uma resposta rápida e eficaz em situações críticas. A CEPDEC, coordenadoria de proteção e defesa civil, será fortalecida com maior efetivo, recursos dedicados e a implementação de simulados integrados de gestão de desastres.

Equidade

É o princípio segundo o qual diferentes pessoas ou grupos sociais devem receber tratamento diferenciado de acordo com suas condições, necessidades e vulnerabilidades, de modo a garantir igualdade de oportunidades e resultados justos.

Além disso, a resiliência da infraestrutura e dos serviços estaduais será assegurada por meio da identificação e proteção das infraestruturas críticas, revisão de planos de contingência e ampliação do apoio aos municípios para a construção de obras resilientes. Um Centro de Previsão Hidroclimatológico e Monitoramento de Desastres também será implantado, permitindo previsões precisas e alertas antecipados para reduzir os impactos de eventos climáticos extremos.

É importante destacar que a Justiça Climática é uma das principais bases de construção do PEAMC. Nesse sentido, um dos princípios centrais são responsabilidade diferenciada, equidade na distribuição de benefícios e ônus, proteção dos direitos humanos, governança inclusiva, transição justa e mecanismos de reparação e financiamento. As ações estratégicas e medidas do PEAMC dialogam de forma consistente com essa concepção. As estratégias voltadas à inclusão social, como a Ação 17, que promove a resiliência das populações vulneráveis, e a Ação 18, que incentiva a participação comunitária e a educação climática, refletem o princípio da equidade, garantindo que os grupos mais expostos aos riscos tenham prioridade nas políticas públicas. Essa dimensão é reforçada pelas iniciativas de urbanização adaptativa e programas habitacionais voltados a áreas de risco, que concretizam a preocupação com os direitos humanos e a justiça social.

Outro ponto de alinhamento está na saúde. A Ação 13, que integra a resiliência climática ao planejamento estadual de saúde, assegura a continuidade dos serviços essenciais em eventos extremos e protege populações vulneráveis, aproximando-se do princípio de proteção dos

direitos fundamentais. De forma complementar, a incorporação da defesa civil, da segurança hídrica e da governança participativa nas estratégias do plano evidencia um esforço de construção de instituições mais preparadas e inclusivas, em consonância com os princípios de governança democrática e participação social.

O plano também dialoga com a dimensão de transição justa e reconversão produtiva. Isso aparece, por exemplo, nas medidas relacionadas à agricultura sustentável, ao reuso da água e à modernização de infraestruturas urbanas e de transporte (Ações 15 e 21), que buscam equilibrar a necessidade de adaptação climática com a geração de oportunidades econômicas, evitando a ampliação das desigualdades. De modo semelhante, ações voltadas ao financiamento (como a Ação 2, que assegura recursos para adaptação, e a Ação 22, que apoia municípios na captação de investimentos) se aproximam do princípio de reparação e financiamento, pois reconhecem que os territórios mais vulneráveis precisam de maior apoio técnico e financeiro para reduzir riscos e se adaptar.

Assim, pode-se afirmar que o PEAMC, por meio de suas ações estratégicas e medidas, incorpora de maneira substantiva a perspectiva de justiça climática, ao priorizar populações vulneráveis, fortalecer sistemas de saúde e governança, promover soluções sustentáveis e assegurar mecanismos de financiamento. O desafio principal, contudo, está em transformar essas intenções em metas verificáveis, acompanhadas de indicadores robustos e de recursos suficientes para que os princípios de justiça climática não permaneçam apenas no campo discursivo, mas se concretizem em resultados tangíveis para a sociedade capixaba.

Com este conjunto de ações, o Plano de Adaptação visa criar um Espírito Santo preparado e resiliente frente às mudanças climáticas, com ações que abrangem desde a gestão de recursos financeiros e governança até a implementação de infraestruturas verdes e a capacitação comunitária, promovendo uma adaptação sustentável e eficaz para o futuro.

Tabela 6. Ações Estratégicas do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do ES.

Ação Estratégica 01 **Fortalecer e Ampliar os Fundos e Programas Estaduais Existentes** O Estado deve fortalecer e expandir seus programas e fundos, como o Fundo CidadES, Proesan, Progestão, FUNPDEC, FUNDAGUA, Probacias, Construção de Barragens, Águas e Paisagens, entre outros. A intenção é que esses fundos e programas não foquem apenas na mitigação de desastres ou gestão hídrica de curto prazo, mas também incluam iniciativas de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas de longo prazo. Para isso, são necessárias as seguintes medidas:		
	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Criar estrutura de priorização de investimentos dos programas e fundos com base em indicadores de risco e aumento de resiliência, buscando priorizar os projetos de maior impacto, principalmente sobre populações mais carentes.	SEAMA	SEG, SEP, SEAG, AGERH
2. Instituir em lei um percentual mínimo de recursos para os fundos estaduais de adaptação, assegurando que as ações de financiamento sejam mais perenes e menos suscetíveis a mudanças de governo.	SEG	SEAMA, SEP, SEAG, AGERH
3. Buscar recursos internos (do Estado) e externos (nacionais, internacionais ou privados) para a ampliação dos fundos.	SEP	SEAMA, AGERH, SEAG
4. Fortalecer os fundos estaduais que atendam demandas de adaptação às mudanças climáticas, recursos hídricos e florestais para abordar de forma mais diversificada os impactos das mudanças climáticas.	SEAMA	SEG, AGERH
5. Incluir ações de adaptação às mudanças climática no escopo de Programas Estaduais ambientais (PROESAM, Águas Capixabas e outros)	SEAMA	AGERH, IJSN
6. Destinar parte dos recursos dos *royalties* do petróleo, por meio de lei, para ações de adaptação climática, com especial atenção ao fortalecimento do Fundo CidadES.	SEG	SEAMA
7. Destinar parte dos recursos do FUNSAF e outros fundos compatíveis para o financiamento de práticas agropecuárias sustentáveis e adaptação climática, como sistemas integrados e manejo de solo e água.	SEAG	SEG, SEAMA, INCAPER, AGERH
8. Revisar o Programa Estadual de Educação Ambiental a fim de incluir explicitamente a temática “adaptação às mudanças climáticas“ com suas respetivas linhas de ação, estratégias,	IEMA	SEAMA, SEDU

	critérios e instrumentos e indicar ações do plano voltadas para populações com vulnerabilidade social (mulheres, mulheres negras e pardas, povos indígenas e comunidades quilombolas) e econômica.		
9.	Fomentar a inclusão de ações específicas de educação ambiental voltadas para a adaptação às mudanças climáticas nos Centros de Educação Ambiental cadastrados no Programa de Gestão da Educação Ambiental.	IEMA	SEAMA, SEDU

Essas medidas visam construir uma base financeira e regulatória mais sólida para enfrentar os desafios climáticos, assegurando a resiliência do Estado frente às mudanças climáticas, incorporando procedimentos adequados de priorização de investimentos.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de fundos e programas estaduais com diretrizes de adaptação climática incorporadas, incluindo critérios de priorização e justiça climática.	% dos recursos dos fundos direcionados a ações de adaptação em municípios vulneráveis e populações com vulnerabilidade social e econômica. Desagregado por gênero e raça.	Número de municípios com projetos de adaptação financiados por fundos estaduais.	Valor total investido em projetos com foco em adaptação climática via fundos estaduais.

Ação Estratégica 02

Assegurar o Financiamento para Adaptação

Para assegurar recursos financeiros que possibilitem a execução de programas e ações de adaptação climática, são propostas as seguintes medidas:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Designar servidores específicos para a elaboração de projetos para a captação de investimentos, com especialização na organização dessas atividades, visando aumentar a resiliência da infraestrutura pública frente aos impactos climáticos.	SEP	SEAMA, SEG, Defesa Civil
2. Estimular a colaboração entre governo e setor privado na execução de projetos de adaptação climática, de modo a aliviar o orçamento público e promover o compartilhamento de responsabilidades. Para isso, propõem-se mecanismos legais e regulatórios que incentivem a participação do setor industrial na remuneração de serviços ambientais voltados à conservação da água, do solo e da biodiversidade em paisagens rurais e agrícolas. Também deverá ser considerada a criação de incentivos a projetos industriais que apoiem pequenos produtores, a recuperação de áreas degradadas e outras iniciativas estratégicas, com o objetivo de fortalecer a segurança alimentar e a resiliência climática no Estado.	SEDES	SEG, SEP, SEAMA
3. Explorar e expandir o acesso a recursos de programas federais para ações dedicadas à adaptação com alinhamento à Taxonomia Sustentável Brasileira.	SEP	SEAMA, Defesa Civil, SEG
4. Criar um fundo específico para atender a necessidades de saúde pública em desastres ambientais, considerando a provável intensificação de eventos climáticos extremos e seus efeitos sobre as populações mais vulneráveis (vulnerabilidades econômica e social).	SESA	SEAMA, Defesa Civil, SEG
5. Ampliar investimentos em estudos e projetos que visem a adaptação climática e segurança hídrica.	FAPES	SECTI, SEAMA, SEAG, AGERH, Defesa Civil
6. Fomentar mercado de produtos circulares para obras públicas por meio da adequação das leis de licitações a fim de facilitar a inclusão do setor	SEGER	SEG, SEP, SEAMA, PGE

	industrial no processo financiamento para adaptação.
Essas medidas visam garantir um financiamento sustentável para a adaptação climática, promovendo a resiliência e a capacidade de resposta do Estado aos impactos das mudanças climáticas.	
Eixos de Adaptação:	
ODS:	

Indicadores:

Valor total de recursos mobilizados (públicos e privados) para adaptação climática via fundos, parcerias e programas federais.	Redução percentual das perdas econômicas associadas a desastres climáticos em municípios contemplados por investimentos de adaptação	Proporção de obras públicas estaduais que incorporam produtos circulares e práticas sustentáveis.	Valor total investido em estudos e projetos que visem a adaptação climática e segurança hídrica

Ação Estratégica 03

Fortalecer a Governança Climática e o Planejamento Local

O fortalecimento da governança climática e do planejamento local é uma prioridade estratégica do Estado, em consonância com a Lei nº 14.904/2024. Essa ação busca criar condições institucionais para que os municípios enfrentem de forma coordenada os desafios impostos pelas mudanças do clima. Ao integrar políticas setoriais, definir critérios regulatórios e promover instrumentos de zoneamento de riscos, o governo estadual assume o papel de articulador, garantindo que investimentos públicos e privados estejam alinhados a uma agenda de adaptação justa e de longo prazo.

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Criar uma estrutura de Governança para Integração e Foco Climático que integre programas governamentais de infraestrutura, com priorização de investimentos e definição de critérios focados nas mudanças climáticas.	SEAMA	Defesa Civil, SEP, IJSN e SEG
2. Criação de requisitos legais e regulatórios para possibilitar o desempenho positivo em biodiversidade para segurança jurídica industrial: Uma empresa que monitora espécies ameaçadas em sua área de influência, adota medidas de conectividade ecológica, regulariza seus passivos ambientais, reduz conflitos jurídicos e garante continuidade operacional.	SEAMA	IEMA, AGERH, IDAF, IJSN, PRODEST
3. Estabelecer zoneamento de riscos climáticos para subsidiar a gestão urbana e regional e auxiliar a decisões sobre implementação de infraestruturas verdes/resilientes.	SEAMA	Defesa Civil, INCAPER, IEMA
4.		

Essa estratégia busca uma governança climática estadual forte e coordenada, promovendo uma resposta robusta e eficaz aos desafios das mudanças climáticas.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

% de investimentos públicos em infraestrutura que incorporam critérios climáticos definidos pela estrutura de governança.	Número de empresas em áreas prioritárias que adotam práticas de biodiversidade com segurança jurídica	Percentual de municípios que integram o zoneamento climático ao planejamento urbano e planos diretores.

Ação Estratégica 04

Fomentar a Pesquisa e Inovação em Adaptação às Mudanças Climáticas

Estas medidas visam criar uma base sólida de conhecimento científico e tecnológico para orientar políticas e práticas de adaptação, fortalecendo a resiliência do Espírito Santo frente às mudanças climáticas.

		Secretarias/Órgãos	
		Líder	Associados
1.	Promover pesquisas específicas, abrangendo áreas como recursos hídricos, pesca, agricultura, pecuária, indústria, florestas, saúde, planejamento urbano sustentável e gestão de desastres. Dessa forma, devem ser tomadas as seguintes medidas específicas: Criação de editais específicos sobre o tema, indicando as áreas prioritárias de investigação, visando não apenas a produção de conhecimento técnico e científico específico nas áreas, mas também a capacitação de recursos humanos qualificados para discussões técnicas avançadas sobre o tema.	FAPES	SECTI, SEAMA, SEAG, INCAPER, AGERH, IDAF
2.	Fortalecer ações de longo prazo na área de CTI com foco específico nas Mudanças Climáticas, seus efeitos e ampliação de resiliência, tais como Instituto de Estudos Climáticos do Espírito Santo (IEC-ES), o Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento do ES (CPID-ES) e os laboratórios e instituições de pesquisa capixaba envolvidos no tema.	SECTI	FAPES, SEAMA, SEAG, INCAPER
3.	Promover eventos e parcerias multisetoriais no Estado para conectar indústrias, pesquisadores e inovadores a fim de compartilhar soluções de baixo custo adaptadas à realidade local.	SECTI	FAPES, SEAMA, SEAG
4.	Instituir um centro especializado dedicado ao estudo, ensino, pesquisa e inovação em gestão de riscos e desastres, com foco nos impactos das mudanças climáticas no Espírito Santo. Esse centro deverá funcionar como um polo de excelência para a produção e disseminação de conhecimento científico e técnico, articulando-se com universidades, institutos de pesquisa, órgãos públicos e entidades internacionais.	DEFESA CIVIL	SEAMA, AGERH, FAPES, IJSN

Eixos de Adaptação: Recursos hídricos; Agricultura e Silvicultura; Saúde; Cidades; Infraestrutura; Proteção e Defesa Civil

ODS: 
Indicadores:
Quantidade de projetos de pesquisa financiados em áreas prioritárias (recursos hídricos, agropecuária, saúde, cidades, florestas etc.).
Número de profissionais com formação e capacitação especializada em mudanças climáticas e adaptação, desagregados por nível de qualificação
Aumento da produção científica qualificada sobre adaptação climática no Espírito Santo
Número de políticas públicas de adaptação formuladas ou ajustadas com base em evidências de pesquisas financiadas.

Ação Estratégica 05

Fortalecer a Segurança Hídrica do Estado

O Estado necessita de maior facilidade em lidar com os efeitos climáticos futuro extremos, sendo importante garantir e fortalecer uma segurança hídrica resiliente e adaptada às mudanças climáticas, como ações de:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Definir mecanismos de monitoramento da execução das metas propostas em programas como Águas e Paisagem II e Reflorestar, priorizando ações que maximizem a eficiência de sua implementação e que contribuam diretamente para o aumento da segurança hídrica no Espírito Santo.	AGERH	SEAMA
2. Promover adequação das propriedades rurais ao novo Código Florestal no âmbito do Programa de Regularização Ambiental (PRA-ES).	IDAF	SEAMA, AGERH, SEAG
3. Integrar as iniciativas do Reflorestar com as do PRA-ES, incentivando regularizar propriedades e posses rurais com áreas que precisam de recuperação ambiental.	SEAMA	SEAG, IDAF
4. Acelerar o Programa de Regularização Ambiental, suprindo a necessidade de contratação de profissionais e recursos financeiros.	IDAF	SEAMA, AGERH, INCAPER, SEAG
5. Estabelecer ou ampliar parcerias com Prefeituras, iniciativa privada e outras organizações para contratação de projetos de engenharia alinhados com os objetivos do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas.	SEG	Defesa Civil, SEAMA, DER, AGERH, IDAF e SEAG
6. Fomentar o aumento da retenção de água no solo por meio de obras de infra-estrutura de pequenas barragens, programas de incentivo à recomposição da cobertura florestal em áreas de recarga e práticas mecânicas de conservação de água e solo.	SEAG	SEAMA, DER, SEG, AGERH
7. Intensificar programas de proteção da qualidade da água em bacias hidrográficas, intensificando a ação de programas de ampliação do tratamento de lançamentos pontuais e difusos no meio rural, bem como intensificando o monitoramento dessa variável nos rios e reservatórios utilizados como mananciais.	AGERH	SEAMA, INCAPER, SEAG, IDAF, IEMA

8.	Estimular uso de fontes alternativas de água, como transposições, dessalinização, reuso, além de garantir instrumentos econômicos e de controle para a implementação das leis de proteção dos recursos hídricos. Fomentar o reuso de água cinza, captação de chuva, poços subterrâneos para reduzir dependência de águas superficiais.	AGERH	SEAMA
9.	Incentivar tecnologias de irrigação eficientes e manejo sustentável da água na agropecuária	AGERH	SEAMA, SEAG, INCAPER
10.	Implantar regramento de planejamento para períodos críticos dos setores usuários para o enfrentamento de períodos de seca, ajustando processos para operar com menos água.	AGERH	SEAMA, ARSP-ES
11.	Fomentar o investimento em tecnologias e práticas para minimizar perdas de água na distribuição e melhorar a eficiência no uso dos recursos hídricos e fixar diretrizes mínimas de eficiência.	ARSP-ES	SEAMA, AGERH
12.	Criar diretrizes regulamentando o dispositivo constitucional (Estadual - inciso II, art 192) e fomentar o desenvolvimento de programas municipais de conservação de água, por meio de programas de incentivo e compra de resultados como o PROESAM.	SEAMA	AGERH

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Nível de segurança hídrica do abastecimento humano do AdaptaBrasil (https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/)	Índice de comprometimento do balanço hídrico (Agerh)	Percentual de perdas na rede de distribuição (%)

Ação Estratégica 06

Fortalecer a Infraestrutura Hídrica do Estado

A infraestrutura hídrica do Estado necessita de fortalecimento por meio de construção de barragens, de forma a ter infraestrutura adequada a usos múltiplos e adaptadas às mudanças do clima. Particularmente, o objetivo da ação é fortalecer e modernizar a infraestrutura hídrica estadual, de modo a oferecer maior confiabilidade no abastecimento, reduzir riscos de colapso em cenários climáticos adversos e promover a adaptação do setor hídrico às condições futuras, preservando tanto a população quanto a economia dependente desse recurso essencial. Desta forma, foram identificadas as seguintes medidas necessárias:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Ampliar a execução das ações do Programa Estadual de Construção de Barragens, com base na avaliação de novos pontos com potencial para construção de barragens considerando cenários futuros de mudanças climáticas.	AGERH	SEAMA, DER, SEG, Defesa civil e SEAG
2. Definir programa específico para a realização de estudos de novos barramentos, avaliando locais com potencial para construção de barragens considerando cenários futuros de mudanças climáticas, modelo de negócio para sua implantação com participação pública e/ou privada, manutenção e operação e priorização das construções.	AGERH	SEAMA, DER, Defesa Civil e SEAG
3. Ampliar a identificação, mapeamento, cadastro e fiscalização da manutenção preventiva de barragens.	AGERH	SEAG, DER, Defesa Civil, IDAF
4. Desenvolver e implantar sistema de suporte à decisão quanto ao uso e operação das barragens, especialmente em cenários de crise.	AGERH	SEAG, SEAMA, Defesa Civil
5. Ampliar e fortalecer parcerias entre entidades de gestão de recursos hídricos do Estado, especialmente a AGERH, com as operadoras de reservatórios para disponibilização de dados hidrológicos em tempo real, estabelecimento de regras em cenários de crise e ampliar a garantia de abastecimento público.	AGERH	SEAG, SEAMA, DEFESA CIVIL
6. Identificar áreas com potencial para implantação de barragens com dupla função — redução do risco de enxurradas e inundações e reserva de água para períodos de seca — e priorizar a elaboração e construção desses projetos.	AGERH	Defesa Civil, SEAG, SEAMA, DER

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Quantidade de Reservatórios Instalados	Índice de resiliência hídrica da plataforma AdaptaBrasil	Índice de sensibilidade hídrica da plataforma AdaptaBrasil

Ação Estratégica 07

Reduzir a pressão sobre os recursos hídricos no Estado, que compromete o volume e a qualidade das águas.

A crescente pressão sobre os recursos hídricos no Espírito Santo tem comprometido tanto o volume quanto a qualidade das águas, tornando imprescindível reforçar a proteção e a gestão desses recursos.

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Aperfeiçoar a comunicação ambiental em recursos hídricos, demonstrando a importância de zonas de proteção ambiental para redução dos riscos.	SEAMA	AGERH, IEMA
2. Intensificar a fiscalização para proteger biomas e zonas de proteção ambiental críticas para recursos hídricos, criando mecanismos de governança e/ou monitoramento específica para essas áreas.	SEAMA	IEMA
3. Fomentar o desenvolvimento, a adoção e difusão de tecnologias de preservação e uso racional da água na agricultura.	SEAG	FAPES, INCAPER, FAPES
4. Fomentar a adoção de tecnologias de captação e reuso da água, bem como a instalação de reservatórios hídricos, com o objetivo de reduzir os impactos das secas nas atividades agropecuárias e nos meios de subsistência locais. A iniciativa inclui o apoio à agricultura familiar, ao fortalecimento de pequenos negócios e à implementação de soluções comunitárias, como hortas coletivas e sistemas de captação de água da chuva, especialmente voltadas a grupos socialmente vulneráveis, contribuindo para a segurança hídrica e alimentar das comunidades.	AGERH	SEAG, SEAMA, INCAPER

Eixos de Adaptação: Recursos hídricos; Agricultura e Silvicultura; Cidades; Proteção e Defesa Civil

ODS:

Indicadores:

Número de projetos implementados com foco na sustentabilidade hídrica. Número de projetos implementados com foco no apoio à agricultura familiar, ao fortalecimento de pequenos negócios.	Áreas (ha) com práticas sustentáveis de manejo da paisagem.	Percentual da área protegida em bacias hidrográficas estratégicas	Disponibilidade hídrica per capita em regiões de conflito por uso.

Ação Estratégica 08

Revisar o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH/ES) incluindo os efeitos esperados das Mudanças Climáticas

A revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH/ES) para incorporar os impactos das mudanças climáticas é essencial para assegurar uma gestão hídrica mais resiliente e adaptativa. Essa ação estratégica busca ajustar o PERH/ES para que ele responda melhor aos desafios impostos por alterações climáticas, como a variação nos padrões de chuva e o aumento de eventos extremos. As seguintes ações complementares deverão ser consideradas:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Realizar estudos para identificar os riscos hídricos nos municípios e entender como as mudanças climáticas podem afetar a quantidade e a distribuição dos recursos hídricos no Estado, incluindo variações sazonais, redução de vazões em rios e mudanças nos padrões de recarga de aquíferos.	AGERH	SEAMA
2. Estabelecer priorização de consumo e incorporar previsibilidade de uso da água que pode auxiliar o setor da indústria no planejamento de operação e expansão.	AGERH	SEAMA
3. Incorporar ações de adaptação ao PERH/ES, por exemplo, o incentivo ao uso racional da água, o desenvolvimento de tecnologias de conservação hídrica, o aumento da infraestrutura de armazenamento e a promoção da recarga artificial de aquíferos, o desenvolvimento de cultivares de importância para a alimentação humana adaptados às novas condições climáticas, incluindo espécies de ciclo curto e resistentes ao estresse hídrico, entre outros.	AGERH	SEAG, UFES, IEMA, SEAMA

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de bacias hidrográficas com diretrizes climáticas específicas no PERH aprovado.	Grau de alinhamento do PERH com as políticas estaduais de adaptação e gestão de risco climático

Ação Estratégica 09

Revisar os Planos de Bacias Hidrográficas para Considerar os Efeitos das Mudanças Climáticas sobre os Recursos Hídricos

A revisão dos planos de bacias hidrográficas para incluir e atualizar ações que levem em conta os efeitos das mudanças climáticas é fundamental para a preservação e a gestão sustentável dos recursos hídricos. Esta ação estratégica busca adaptar esses planos para enfrentar os novos desafios impostos por condições climáticas em transformação. As principais atividades são:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Realizar estudos detalhados sobre como as alterações climáticas afetam a vazão dos rios, a recarga de aquíferos e a frequência de eventos extremos, como secas e enchentes, em cada bacia.	AGERH	IEMA Defesa Civil, SEAMA, CESAN, IJSN-ES UFES/IFES , CPRM/ANA/ INMET, Comitês de Bacia
2. Identificar as regiões mais vulneráveis dentro de cada bacia, como áreas com risco de escassez hídrica ou suscetíveis a inundações, e implementar medidas adaptativas específicas para essas áreas.	AGERH	INCAPER
3. Incorporar as tendências prováveis impactos das mudanças climáticas nos Planos, incluindo mecanismos de coordenação e articulação entre os diferentes atores atuantes bacia (comitês de bacia, órgãos ambientais e comunidades locais) na proposição e execução de ações de adaptação.	AGERH	IEMA, INCAPER, Defesa Civil
4. Desenvolver nos planos de bacias, protocolos de atuação para Gestão de Crises Hídricas em resposta à situações como secas intensas ou enchentes, que envolvam medidas de comunicação, contenção de impactos e mecanismos de apoio emergencial às comunidades afetadas.	AGERH	SEAMA, Defesa Civil
5. Analisar e implementar medidas específicas de proteção de áreas de recarga de aquíferos.	AGERH	SEAMA, IDAF

6.	Incorporar ações de adaptação aos Planos de Bacias Hidrográficas, por exemplo, o incentivo ao uso racional da água, o desenvolvimento de tecnologias de conservação hídrica, o aumento da infraestrutura de armazenamento e a promoção da recarga artificial de aquíferos e outros.	AGERH	SEAMA, UFES

A atualização dos planos de bacias hidrográficas com enfoque nas mudanças climáticas busca assegurar uma gestão mais resiliente e integrada, garantindo que os recursos hídricos estejam protegidos e que as bacias estejam preparadas para os desafios climáticos futuros.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de Planos de Bacia revisados com base em projeções climáticas.	Percentual de bacias com planejamento alinhado à resiliência hídrica.

Ação Estratégica 10

Fortalecer a Capacidade de Prevenção, Monitoramento, Controle e Combate aos Incêndios Florestais

O fortalecimento da capacidade de prevenção, monitoramento, controle e combate aos incêndios florestais é crucial para a proteção dos ecossistemas, da infraestrutura de fornecimento de energia elétrica de alta tensão e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas. As ações propostas a seguir visam garantir uma abordagem mais abrangente e integrada para enfrentar esses desafios:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Criar e Implementar do Programa de Monitoramento e Combate às Queimadas e Desmatamentos (PMCQD/IDAF)	SEAMA	SEG, IDAF, IJSN, IEMA, BPMA
2. Integrar os Dados ao Sistema de Alerta de Desastres do Espírito Santo: Essa medida visa melhorar a rapidez e a eficácia da resposta a incêndios florestais, garantindo que os dados cheguem aos órgãos responsáveis públicos e privados de forma coordenada e oportuna, criando um Sistema Digital Integrado de Monitoramento de Vulnerabilidades que integre dados climáticos e socioeconômicos, atualizado periodicamente, para apoiar o planejamento e a tomada de decisões em nível municipal.	Defesa CIvil	-
3. Ampliar a capacidade de resposta a incêndios em vegetação com fortalecimento de efetivo dedicado e/ou mobilizável do Estado e envolvimento de efetivo municipal, associativo, comunitário e privado.	Defesa Civil	SEAG, SEAMA
4. Propor Regulamentação para Medidas de Proteção e Prevenção em Projetos de Restauração e Áreas Agrossilvopastoris. A regulamentação deverá incluir requisitos de medidas específicas para impedir a propagação do fogo, promovendo a segurança em projetos de restauração ambiental e em sistemas produtivos agrossilvopastoris.	IDAF	SEAG, SEAMA, CBMES

Essas iniciativas buscam fortalecer a capacidade do Estado para proteger suas florestas e combater incêndios de forma eficiente, contribuindo para a preservação ambiental e a resiliência frente às mudanças climáticas.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Redução da área anual queimada no Estado	Tempo médio de resposta entre detecção do incêndio e início do combate	Número anual de focos de calor detectados

Ação Estratégica 11

Promover o Programa de Mitigação da Erosão do Solo

A erosão do solo é um processo natural que pode ser acelerado por ações antrópicas, gerando consequências econômicas e ambientais negativas. Para mitigar os impactos da erosão do solo, melhorar a infiltração de água e reduzir o escoamento superficial, é fundamental:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Elaborar e implementar o Programa de Conservação do Solo e Mitigação da Erosão	SEAG	AGERH, SEAMA, SEDURB, DER
2. Ampliar os recursos financeiros voltados a iniciativas que visam mitigar a perda de solo em áreas rurais e urbanas.	SEAG	AGERH, SEP, SEDURB, DER
3. Fomentar parcerias e cofinanciamentos interinstitucionais entre Estado, municípios e cooperativas, com foco na continuidade das ações de conservação do solo em áreas prioritárias.	SEAG	AGERH, SEP, SEDURB, DER
4. Capacitar Técnicos e Produtores rurais em técnicas de manejo adaptativo e conservação do solo, com foco na redução de perdas por erosão e aumento da resiliência produtiva diante das mudanças climáticas.	SEAG	INCAPER

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Volume de recursos financeiros destinados anualmente a projetos de conservação do solo	Área total recuperada ou sob práticas conservacionistas de manejo do solo (hectares).

Ação Estratégica 12

Caracterizar as águas superficiais e subterrâneas no Espírito Santo

Para um planejamento eficiente e sustentável dos recursos hídricos, é essencial conhecer detalhadamente as condições e a disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas. Esta ação estratégica busca mapear e caracterizar esses recursos, fornecendo uma base sólida para futuras decisões de gestão e conservação. As atividades envolvem:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Aprimorar os modelos de disponibilidade hídrica, incorporando fatores de sazonalidade e aumentando sua acurácia.	AGERH	-
2. Realizar estudos e monitoramento de Águas Subterrâneas. Coletar dados sobre a localização, extensão, recarga, capacidade e qualidade dos aquíferos. Esse mapeamento/monitoramento possibilitará uma visão precisa da disponibilidade hídrica subterrânea e do potencial de exploração sustentável.	AGERH	CESAN, INCAPER, SEAG
3. Implantar o sistema de informações em recursos hídricos com informações compiladas, centralizadas e de fácil acesso para a sociedade, órgãos governamentais, pesquisadores e gestores, assegurando que os dados estejam disponíveis para subsidiar políticas públicas.	AGERH	CESAN, SEAMA, SEAG
4. Estudar a interação entre águas superficiais e subterrâneas e aprimorar os modelos de disponibilidade hídrica considerando estas interações.	AGERH	SEAMA, INCAPER, SEAG

Eixos de Adaptação: Recursos hídricos; Agricultura e Silvicultura; Cidades

ODS: 6 Água potável e saneamento; 7 Energia limpa e acessível; 11 Cidades e comunidades sustentáveis; 12 Consumo e produção responsáveis; 13 Ação contra a mudança global do clima; 17 Parcerias e meios de implementação

Indicadores:

Porcentagem do território estadual com diagnóstico atualizado de aquíferos e corpos hídricos superficiais.	Percentual de cobertura do monitoramento da qualidade e quantidade de águas subterrâneas

Ação Estratégica 13

Incorporar a Resiliência Climática ao Planejamento Estadual de Saúde

Diante dos impactos crescentes das mudanças climáticas e da frequência de desastres naturais, é crucial que o Plano Estadual de Saúde reflita esses novos desafios. Esta ação estratégica visa integrar as questões climáticas e a gestão de riscos de desastres ao planejamento de saúde pública do Estado, assegurando uma resposta mais eficaz e resiliente. As principais atividades envolvem:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Realizar uma avaliação de como as mudanças climáticas e eventos extremos, como enchentes, secas e ondas de calor, podem afetar a saúde da população. Isso inclui identificar as populações em situação de vulnerabilidade social e econômica (desagregadas por raça e gênero) e as áreas mais suscetíveis a esses impactos, atualizando o Plano Estadual de Saúde para incorporar os desafios identificados	SESA	SEAMA, Defesa Civil
2. Estabelecer Sistemas de Monitoramento e Alerta para Eventos Climáticos e de Saúde: Integrar informações de monitoramento climático com os dados de saúde pública, criando sistemas de alerta que ajudem a antecipar e mitigar impactos sobre a saúde da população.	SESA	Defesa Civil
3. Integrar Plano Estadual de Saúde com o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC), visando delinear as ações de prevenção, preparação e resposta para desastres.	SESA	Defesa Civil
4. Adequar ou realocar os estabelecimentos de saúde em áreas de risco com vista a garantir a continuidade dos serviços durante eventos extremos.	SESA	Defesa Civil, DER

Eixos de Adaptação: Saúde; Cidades; Proteção e Defesa Civil

ODS: 3 Saúde e Bem-Estar; 10 Redução das Desigualdades; 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis; 13 Ação contra a Mudança Global do Clima; 17 Parcerias e Meios de Implementação

Indicadores:

Número de unidades com critérios de infraestrutura resiliente incorporados	Tempo médio entre detecção de evento e emissão de alerta	Percentual de unidades mapeadas em relação ao total em áreas de risco	N. profissionais de saúde e da Defesa Civil capacitados em gestão de riscos e protocolos de resposta a desastres

Ação Estratégica 14

Reforçar a Vigilância em Saúde e a Capacidade de Resposta a Desastres e Emergências Climáticas

Fortalecer de forma integrada e territorializada a capacidade do sistema de saúde do Espírito Santo para prevenir, detectar e responder com agilidade a riscos sanitários e ambientais associados às mudanças climáticas, incluindo o avanço de arboviroses, o impacto de ondas de calor e a crescente ocorrência de desastres naturais, como enchentes e secas, garantindo a continuidade dos serviços de saúde e a proteção das populações vulneráveis em emergências.

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Revisar, implementar e monitorar a cada dois anos Plano Estadual de Contingência de Arboviroses, incorporando cenários climáticos e dados epidemiológicos atualizados para fortalecer a vigilância e a resposta operativa do sistema de saúde.	SESA	-
2. Realizar estudo técnico-logístico para descentralizar os serviços laboratoriais do LACEN, avaliando rotas de transporte de amostras e viabilidade de criação de núcleos regionais para exames de triagem, com o objetivo de reduzir o tempo de resposta no diagnóstico de doenças sensíveis ao clima	SESA	-
3. Manter estoque estratégico de insumos médicos e materiais hospitalares para atendimento a eventos climáticos extremos, assegurando rápida resposta a demandas emergenciais conforme protocolos de saúde em emergências climática.	SESA	Defesa Civil

Eixos de Adaptação: Saúde; Cidades; Proteção e Defesa Civil

ODS: 3 Saúde e Bem-Estar; 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis; 13 Ação contra a Mudança Global do Clima; 17 Parcerias e Meios de Implementação

Indicadores:

Percentual de municípios com avaliando indicadores de vigilância e resposta	Número de exercícios realizados e percentual de participação dos profissionais de saúde	Percentual de unidades integradas ao DATASUS -Sistema de Informação de Insumos Estratégicos

Ação Estratégica 15

Promover uma infraestrutura urbana mais sustentável e adaptada às necessidades do futuro

Para mitigar os impactos das inundações, deslizamentos e erosão costeira, é essencial modernizar e ampliar as infraestruturas das cidades capixabas com foco em soluções sustentáveis e naturais. As seguintes atividades prioritárias foram identificadas:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Expandir Infraestruturas Verde e Azul em Áreas Urbanas. Criar e ampliar áreas verdes, parques urbanos e sistemas de drenagem permeável para reduzir os riscos de inundações e melhorar a regulação térmica nas cidades. Incentivar a construção de edificações adaptadas climaticamente (telhados verdes, jardins verticais, revestimentos não reflexivos).	SEDURB	SEG, Defesa Civil, SEAMA
2. Implementar programa de infraestrutura verde e azul em prédios e espaços públicos estaduais e municipais, priorizando territórios com alta vulnerabilidade social e baixa cobertura vegetal, promovendo soluções integradas de manejo de águas pluviais e qualidade ambiental.	SEDURB	SEG, SETADES, SEAMA, SEGER
3. Promover Acordos entre o Setor Público e a Construção Civil. Incentivar parcerias com incorporadoras e empreendimentos para manter áreas permeáveis, vegetação arbórea e sistemas de coleta de água pluvial, assegurando a presença de infraestruturas verde e azul nas novas construções e contribuindo para a sustentabilidade urbana.	SEDURB	SEAMA, PGE, DER
4. Ampliar o uso de soluções baseadas na natureza (SbN) nas obras da infraestrutura de drenagem.	SEDURB	Municípios, SEAMA, IEMA, DER, AGERH
5. Apoiar a realização de Obras de Proteção Costeira e Recuperação de Ecossistemas: Implementar projetos de recuperação de dunas, manguezais e barreiras naturais nas cidades costeiras para mitigar os efeitos da erosão e do aumento do nível do mar.	SEAMA	Municípios, Defesa Civil, IJSN, SEP, IEMA, DER
6. Investir em Tecnologias de Monitoramento: Investir em tecnologias de monitoramento ambiental para avaliar as condições dos ecossistemas urbanos e costeiros, permitindo uma gestão mais eficiente e orientada por dados.	SEAMA	AGERH, SEDURB
7. Ampliar áreas de proteção, viabilizando a elaboração de Planos de Manejo e organização de Conselhos Gestores para unidades de conservação	SEAMA	IEMA

8.	Criar e implementar um programa para projetos urbanísticos para incorporação de critérios de sustentabilidade e resiliência climática.	SEDURB	SEAMA, SEFAZ, SEP
9.	Garantir que obras do governo estadual, contratos, convênios e demais instrumentos prevejam, em seus projetos, a inclusão de infraestrutura verde e azul.	DER	SEDURB, SEGER
10.	Desenvolver um programa estadual de renaturalização de corpos hídricos e redução de origem e transporte de sedimentos com base em SBNs.	AGERH	INCAPER, SEAMA, CESAN, SEAG

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de projetos de infraestrutura verde e azul implementados em áreas urbana	Número de técnicos municipais e equipes de urbanismo capacitados para implementação de soluções verde-azul

Ação Estratégica 16

Fortalecer a Capacitação Técnica

Para que o Estado e os municípios capixabas sejam capazes de lidar eficazmente com os desafios climáticos, é fundamental capacitar os técnicos e gestores públicos. Para isso, são consideradas as seguintes ações prioritárias:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Potencializar o uso de fóruns técnicos de discussão, incentivando maior participação de especialistas e atores-chave, aproveitando também os fóruns já existentes para otimizar o debate e a troca de experiências.	SEAMA	Defesa Civil, SESA, SEAG
2. Realizar capacitação contínua de gestores públicos municipais: Criar programas de capacitação técnica para os gestores municipais com foco na implementação de políticas climáticas, elaboração de projetos e captação de recursos. Essas capacitações devem estar integradas a uma agenda climática estadual e ao Plano Nacional sobre Mudança do Clima que, conforme estabelece a Lei Federal nº 14.904 de 27/06/2024, definirá as diretrizes para os planos estaduais e municipais e assegurará prioridade de apoio aos municípios mais vulneráveis e expostos às ameaças climáticas, bem como fomentará consórcios intermunicipais e arranjos regionais para a consecução das medidas por ele previstas.	SEAMA	Defesa Civil, SESA, SEAG
3. Criar programas específicos para capacitação de produtores e técnicos sobre práticas regenerativas, manejo sustentável de pastagens e redução das emissões de carbono na produção agropecuária.	SEAG	INCAPER, IDAF
4. Capacitar a municipalidade para o desenvolvimento de aparato de planejamento local	Defesa Civil	-

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de capacitações específicas realizadas para produtores rurais e técnicos agropecuários	Número de gestores municipais capacitados	Percentual de municípios que incorporaram critérios de adaptação climática em seus planos diretores ou planos de governo	Percentual de projetos de adaptação elaborados por municípios ou consórcios regionais que conseguem captar recursos externos

Ação Estratégica 17

Promover a Inclusão Social e a Resiliência das Populações Vulneráveis

As populações mais pobres e socialmente vulneráveis das cidades capixabas, que vivem em áreas de risco, devem ser priorizadas nas políticas públicas de adaptação:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Desenvolver, em parceria com os municípios, programas habitacionais de adaptação, com foco na realocação segura e digna de famílias residentes em áreas de alto risco climático, garantindo habitações resilientes, com padrões mínimos de conforto térmico e eficiência energética.	SEDURB	SETADES, Defesa Civil
2. Ampliar Programas de Habitação para Áreas Ambientalmente Vulneráveis: Expandir programas habitacionais para abranger regiões vulneráveis ao clima, criando habitações adaptadas a essas condições.	SEDURB	SETADES, Defesa Civil, IJSN, SEAMA, CESAN, DER
3. Implementar, em parceria com os municípios, projetos integrados de urbanização adaptativa em assentamentos precários, localizados em áreas expostas a riscos climáticos.	SEDURB	SETADES, Defesa Civil
4. Promover a Assistência e Proteção Social: Propiciar condições para que as populações com vulnerabilidade social e econômica tenham acesso a serviços essenciais durante eventos climáticos extremos, como saúde, água, segurança alimentar e saneamento.	SETADES	Defesa Civil, Defensoria Pública do Espírito Santo, SESA, SEDURB
5. Criar e implementar soluções de identificação de população com vulnerabilidade social e econômica em situação de vulnerabilidade climática, a partir do Cadastro Único.	SETADES	Defesa Civil, IJSN
6. Fomentar o desenvolvimento de projetos habitacionais mais aprimorados, visando superar o padrão habitacional mínimo de caráter econômico a fim de prevenir os prováveis impactos decorrentes das mudanças climáticas na saúde e segurança dos cidadãos.	SEDURB	Defesa Civil

7.	Integrar o setor saúde aos planos de adaptação urbanos, promovendo a preparação das unidades de saúde para a crise climática garantindo continuidade de serviços em emergências e atenção especial a áreas em processo de reassentamento, diferenciando claramente preparação e atuação durante o evento.	SESA	Defesa Civil

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

% identificação de população em situação de vulnerabilidade climática e social, a partir do Cadastro Único.	% de redução da proporção de domicílios em áreas suscetíveis a inundações, deslizamentos ou erosão costeira	Número de programas habitacionais adaptativos elaborados em parceria com municípios

Ação Estratégica 18

Promover a Comunicação, Incentivar a Participação Comunitária e Fomentar a Educação Climática

Esta estratégia busca promover a conscientização, prevenção e o envolvimento ativo da sociedade na adaptação climática, criando uma cultura de participação e resiliência. Para isso, as seguintes ações complementares são propostas:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Desenvolver campanhas educativas em escolas e comunidades para informar sobre os riscos das mudanças climáticas e medidas de adaptação envolvendo as lideranças locais. Criar um canal de comunicação permanente para o PAMCES, utilizando redes sociais, mídias digitais e organizações da sociedade civil afetadas ao tema.	SEAMA	SEDU, SECOM, IEMA
2. Promover junto aos municípios a realização de simulados e eventos voltados à prevenção e segurança para preparar a população frente a riscos climáticos, com especial atenção em estratégias para garantir a participação de lideranças locais que representem mulheres negras, indígenas e populações marginalizadas e demais segmentos com vulnerabilidade social.	Defesa Civil	SESA, SEDU, SEDURB, SETADES, SECOM
3. Inclusão da Educação Ambiental para mudanças climáticas e Defesa Civil no Currículo Escolar: Incorporar conteúdo sobre defesa civil, prevenção, segurança e adaptação climática no currículo escolar, formando uma nova geração consciente e preparada.	SEDU	SEAMA, Defesa Civil
4. Implementar estratégias de divulgação nas mídias.	SECOM	SEAMA
5. Realizar simulados envolvendo diferentes setores governamentais, entes privados e setor produtivo para prevenção e preparação para desastres.	Defesa Civil	SESA, SEDU, SEDURB, SETADES, SECOM
6. Realizar campanhas estratégicas de conscientização e informação sobre iniciativas e procedimentos voltados à adaptação climática e à prevenção de desastres, com foco na transparência e na educação ambiental, com especial atenção ao engajamento de lideranças locais e ao alcance de populações em situação de vulnerabilidade social.	SECOM	SEAMA, SEG, Defesa Civil

7.	Realizar campanhas de conscientização direcionadas à população, informando sobre os recursos captados e os investimentos realizados, com foco na transparência e nos benefícios a longo prazo. É essencial divulgar essas ações em todas as plataformas, tanto digitais quanto tradicionais com linguagem clara e acessível, a fim de alcançar diferentes segmentos populacionais, incluindo os mais vulneráveis e promover a educação ambiental e a mobilização dos cidadãos.	SECOM	SEAMA, SEG, Defesa Civil

Essas medidas são fundamentais para construir uma sociedade informada e proativa na adaptação às mudanças climáticas, fortalecendo a resiliência e a segurança da população.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de simulados envolvendo diferentes setores governamentais, entes privados e setor produtivo para prevenção e preparação para desastres	% de escolas que implementaram currículo de educação climática e de defesa civil	Número de campanhas de divulgação em mídias digitais e tradicionais

Ação Estratégica 19

Ampliar a Capacidade de Mapeamento e Monitoramento de Áreas de Risco e Áreas de Suscetibilidade

Para aprimorar o monitoramento e a resposta em áreas de risco, esta estratégia visa expandir a capacidade de mapear e atualizar mapeamentos de áreas de risco (ocupadas) e áreas de suscetibilidade a risco (não ocupadas) e a capacidade de monitorar as os riscos nas áreas de risco e monitorar a não ocupação de áreas de suscetibilidade a fim de a identificação e mitigação de vulnerabilidades. As ações previstas incluem:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Atualizar a exposição do Estado aos riscos climáticos e as ações dos planos de redução de riscos já desenvolvidos, bem como ampliar as áreas de abrangência dos planos.	SEAMA	Defesa Civil
2. Estabelecer parcerias com universidades e empresas especializadas para a elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) para todos os municípios capixabas.	SEAMA	Defesa Civil
3. Consolidar e complementar diagnósticos existentes, considerando eventos climáticos e outras formas de risco, com atenção especial ao norte do Rio Doce, devido a inexistência de estudos similares aos PMRRs realizados ao sul do Rio Doce que permitam apontar com maior exatidão as suscetibilidades que os caracterizam e a localização dos espaços de maiores vulnerabilidades geodinâmica e social que representem situações de riscos diante das condições atuais ou futuras, considerando o processo de mudança climática e ambiental em curso.	SEAMA	Defesa Civil, IJSN
4. Desenvolver e promover o uso de uma plataforma em tempo real para monitoramento de situações críticas, como um aplicativo dedicado ao compartilhamento de geoinformações.	Defesa Civil	-

Essas medidas visam criar uma estrutura sólida e integrada para a identificação e gestão de áreas de risco, fortalecendo a capacidade do Estado de prevenir e responder a eventos críticos.

Eixos de Adaptação: Cidades | Infraestrutura | Proteção e Defesa Civil

ODS: 

Indicadores:

Número de PMRRs (Planos Municipais de Redução de Riscos) elaborados ou atualizados	% de municípios que utilizam efetivamente os dados de mapeamento e monitoramento para subsidiar planos diretores e obras preventivas	% de municípios integrados a consórcios regionais para ações de mapeamento e prevenção	Número de municípios com planos ampliados de abrangência dos riscos climáticos

Ação Estratégica 20

Fortalecer a Capacidade de Gestão e de Resposta a Desastres

O objetivo desta estratégia é fortalecer, de forma integrada e contínua, os recursos humanos, a infraestrutura, os equipamentos e os procedimentos operacionais dos órgãos competentes, de modo a garantir respostas rápidas, coordenadas e eficazes a desastres naturais e eventos extremos, minimizando danos à população, aos bens e ao meio ambiente.

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Ampliar a capacidade de resposta do CBMES pelo aumento do efetivo equipado mobilizável (maior capacidade de socorro), capilarização das unidades (diminuição do tempo resposta e ampliação de capacidade de atender mais municípios simultaneamente)	CBMES	SEAMA, SETADES, SEDURB, SEAG
2. Implementar uma Força Tarefa de Resposta a Desastres de Agentes Públicos Estaduais equipados e capacitados para atuação em desastre	Defesa Civil	SEGER, ESESP, SECOM
3. Implementar um programa de fortalecimento das capacidades municipais para enfretamento dos desastres	Defesa Civil	SEG, IEMA
4. Aumentar a quantidade de recursos materiais e equipamentos para socorro e resposta em eventos críticos (barcos e botes, maquinário, carros-pipa, aeronaves, veículos especiais, instalações de campanha, etc)	Defesa Civil	CBMES
5. Estruturar o Centro de Resposta a Desastres com pessoal suficiente e capacitado e com equipamentos em quantidade compatível para operações complexas de busca, salvamento e resgate em desastres e para atuar como segundo nível de resposta complementando a resposta ordinária operada a partir das bases operações do CBMES	CBMES	SEGER, CEPDEC
6. Implementar aeronaves dedicadas exclusivamente às ações de resposta rápida a desastres.	Defesa Civil	Casa Militar, SERD
7. Fortalecer a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil: Ampliar o quadro da CEPDEC tornando-o compatível para a execução continuada de todas as missões inerentes ao órgão originárias e decorrentes deste plano	Defesa Civil	SEGER, SEG
8. Fortalecer a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil: Melhorar governança da Gestão de	Defesa Civil	SEG, SEGER

	Riscos e de Desastres posicionando o tema no 1º escalão do poder executivo
Eixos de Adaptação:	
ODS:	

Indicadores:

Melhoria do Indicador de Capacidade Municipal (ICM) médio do Estado	Número de mortos/100 mil habitantes por ano em desastres (média últimos 5 anos)	Quantidade de bombeiros por 1000 habitantes (capacidade de resposta a desastres)

Ação Estratégica 21

Criar Infraestrutura e Serviços Estaduais mais Resilientes

Fortalecer a resiliência da infraestrutura do Estado frente aos impactos das mudanças climáticas, com foco na adaptação preventiva, no planejamento territorial e na modernização de serviços essenciais expostos a eventos extremos, como redes de energia, saneamento básico e edificações públicas.

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Mapear as infraestruturas críticas estaduais (como hospitais, escolas, sistemas de transporte e abastecimento) mais expostas a riscos climáticos e elaborar um Plano Estadual de Resiliência, com diretrizes de adaptação e manutenção preventiva periódica.	SEDURB	SESA, Defesa Civil, ARSP-ES, SEDU, IJSN
2. Estabelecer mecanismos regulatórios para que concessionárias de energia e outros serviços públicos sob regulação estadual criem ou atualizem seus planos de contingência com foco específico em adaptação climática, garantindo continuidade dos serviços frente a eventos extremos e tendências futuras.	ARSP-ES	SEDURB, Defesa Civil, Cesan, SAAEs, DER-ES, SEDES
3. Estabelecer diretrizes para que novas construções sejam planejadas com a devida consideração das áreas de risco.	SEDURB	DER, Defesa Civil, SEAMA, (INCLUIR A SEMOBI, IJSN, ESESP, IEMA, SEG, CBMES
4. Criar um Programa Estadual de Avaliação de Obras em Áreas de Risco, com vistas à adaptação ou, quando necessário, à realocação de infraestruturas públicas existentes em áreas de risco	SEDURB	DER, Defesa Civil, SEAMA
5. Implementar rotinas e protocolos de gestão de riscos e desastres em todos os órgãos estaduais.	Defesa Civil	SEG
6. Promover navegação segura e o escoamento das águas nas desembocaduras fluviais como estratégia para combater a sedimentação no interior dos estuários (provocada pela escassez hídrica), o que afeta diretamente as comunidades ribeirinhas, pesqueiras e o escoamento fluvial	SEAG	AGERH, SEAMA, IEMA, Defesa Civil, SEP, SEDURB e DER

7. Adaptar a infraestrutura rodoviária especialmente ao que se relaciona a dispositivos de drenagem, como estratégia de mitigar os efeitos de eventos pluviais extremos, que promovem perda da infraestrutura instalada e precarização da malha rodoviária, afetando diretamente os usuários e o sistema logístico.	DER	SEG
8. Adaptar a infraestrutura rodoviária especialmente ao que se relaciona as obras de arte especiais (OAE's), como estratégia de mitigar os efeitos de eventos pluviais extremos, que promovem perda da infraestrutura instalada e precarização da malha rodoviária, afetando diretamente os usuários e o sistema logístico.	DER	SEG
9. Promover a implementação de infraestruturas de drenagem em áreas urbanas como estratégia de adaptação às mudanças climáticas, com foco na redução de impactos associados a inundações, doenças de veiculação hídrica, perdas humanas, prejuízos materiais seja na infraestrutura pública e/ou privada, ao mesmo tempo em que se qualifica a resiliência dos territórios urbanos.	SEDURB	Municípios, Defesa Civil, IJSN, SEP, SEAMA, IEMA e DER
10. Executar obras de estabilização em áreas de risco geológico ao longo das rodovias estaduais, como estratégia de mitigar os efeitos de eventos pluviais extremos, que promovem deslizamentos de massa, erosões e prejuízos a malha rodoviária, afetando diretamente os usuários e o sistema logístico.	DER	SEP, SEMOBI
11. Integrar os critérios de adaptação climática ao Plano Estadual de Saneamento Básico, avaliando os impactos de escassez e do excesso hídrico sobre os sistemas de esgotamento sanitário. Ação deve considerar a vulnerabilidade de sistemas combinados ou com uso de caixas secas, dimensionando soluções para sobrecargas por chuvas intensas e para a redução da capacidade de diluição dos corpos hídricos em períodos de estiagem.	CESAN	AGERH, SEAMA
12. Definir protocolos de gestão de eventos sociais (shows, feiras, aglomerações e correlatos) para situações de extremos climáticos, como precipitação intensa ou ondas de calor	Defesa Civil	AGERH, SEAMA, SESA
13. Incluir medidas de priorização de populações deslocadas nas responsabilidades de cada órgão nas ações de restabelecimento e recuperação	Defesa Civil	SETADES, DER, SEDURB, SESA

14. Estabelecer rotina de verificação de riscos na fase de projeto de obras de infraestrutura e de equipamentos públicos	Defesa Civil	DER, SEDURB, SESA
15. Incorporar nas construções cálculos de dimensionamento e/ou medidas de incremento da resiliência aos riscos possíveis	Defesa Civil	SEDURB, DER, SEMOBI, SEG
16. Nos repasses de recursos ou execuções diretas de reconstrução de instalações municipais atingidas, realocar, redimensionar ou adotar alguma medida que incremente a resiliência da obra/edificação de modo que seja resistente a desastres da monta do que levou à destruição	Defesa Civil	SEDURB, DER, SEMOBI, SEG

Essas ações visam fortalecer a capacidade do Estado de prevenir, responder e recuperar-se de eventos climáticos extremos, promovendo uma infraestrutura mais segura e resiliente.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

% concessionárias de serviços regulados com planos de contingência elaborados ou atualizados.	% de infraestruturas críticas estaduais com planos de resiliência e manutenção preventiva em execução.	% de estabelecimentos de saúde e escolas localizados em áreas de risco realocados ou adaptados para garantir continuidade de serviços.	% de projetos de infraestrutura estadual que passaram por verificação de risco climático na fase de projeto.

Ação Estratégica 22

Apoiar os Municípios para Fortalecimento da Resiliência e Adaptação Climática

O objetivo desta estratégia é apoiar os municípios na implementação de políticas e estruturas de resiliência climática e redução de riscos de desastres (RRD) por meio de mudanças legislativas, incentivos, assistência técnica e recursos financeiros. As ações incluem:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Implementar medidas que fomentem a estabilidade nas funções municipais ligadas a desastres	Defesa Civil	SEAMA, SEG
2. Fomentar a Estruturação de Consórcios Intermunicipais e estímulos para Cooperação Mútua: Promover consórcios, parcerias e convênios entre municípios para o desenvolvimento de projetos de adaptação climática e RRD, visando atrair novos investimentos sustentáveis.	SEDES	Defesa Civil, SEAMA e SEP
3. Apoiar os municípios na elaboração, revisão e execução de instrumentos de planejamento urbano (Planos Diretores, Planos de Mobilidade e de Saneamento) integrando diretrizes de adaptação climática, uso sustentável do solo e enfrentamento de riscos decorrentes de eventos extremos	SEDURB	Defesa Civil, SEAMA, SEDURB SEMOBI
4. Apoiar o planejamento local, individual ou consorciado entre municípios de uma mesma região, para maior eficácia nas ações de adaptação climática, observando as estratégias construídas pelo projeto Desenvolvimento Regional Sustentável, desenvolvido pelo governo do Estado no IJSN.	SEDURB	Defesa Civil, SETADES, SEAMA
5. Oferecer suporte técnico aos municípios para enfrentar os desafios climáticos em obras e infraestrutura, especialmente aquelas voltadas à drenagem urbana, contenção de encostas, abastecimento de água e saneamento adaptados aos novos regimes climáticos.	SEDURB	Defesa Civil, SEAMA, DER, SEMOBI
6. Apoiar a formação de conselhos e comitês locais permanentes para coordenar políticas climáticas integradas, promovendo a participação comunitária e a articulação entre setores. A participação comunitária deve incluir representantes de associações comunitárias, organizações da sociedade civil, movimentos sociais, lideranças comunitárias, povos e comunidades tradicionais a fim de garantir o	SEAMA	AGERH, SETADES, SEDURB

	engajamento comunitário real e a aceitação das políticas climáticas.		
7.	Auxiliar a estruturação de mecanismos de governança que assegurem a coordenação eficiente das ações climáticas nos níveis municipal, estadual e federal.	SEAMA	SEG, Defesa Civil
8.	Condicionar a concessão de recursos financeiros ao cumprimento de metas de adaptação climática estabelecidas.	SEG	SEAMA , SEP e DEFESA CIVIL

Essas ações visam a construção de uma base local robusta e coordenada, com municípios equipados e preparados para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, promovendo a resiliência e a segurança de suas comunidades.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

% de municípios apoiados com assistência técnica para elaboração ou revisão de Planos Diretores, de Mobilidade e de Saneamento com diretrizes de adaptação climática.

Número de conselhos e comitês locais permanentes formados para coordenar políticas climáticas integradas com participação comunitária.

% de municípios que receberam suporte técnico em obras e infraestrutura adaptadas (drenagem, contenção de encostas, abastecimento, saneamento).

Redução do número de municípios classificados como de baixa capacidade de adaptação e resiliência frente às mudanças do clima climática (com base no indicador ICAR).

% de municípios capixabas com políticas ou instrumentos de planejamento urbano que incorporam diretrizes de adaptação climática até 2035.

Ação Estratégica 23

Fortalecer o sistema de monitoramento e alerta de desastres no Espírito Santo

O objetivo desta estratégia é apoiar os municípios na implementação de políticas e estruturas de resiliência climática e redução de riscos de desastres (RRD) por meio de mudanças legislativas, incentivos, assistência técnica e recursos financeiros. As ações incluem:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Criar um sistema integrado e avançado de previsão e alerta para desastres hidro climatológicos, que auxiliará na tomada de decisões em tempo real, reduzirá os riscos associados a eventos extremos e apoiará a adaptação climática. A estratégia foca na integração de tecnologias, fortalecimento da infraestrutura e parcerias.	Defesa Civil	AGERH, INCAPER, SESA, SEAG, IJSN, IEMA, IDAF, SEDU, SEAMA, SETADES, SEDURB e DER
2. Implantar sistemas de monitoramento contínuo para avaliar a qualidade da água em mananciais superficiais, com foco em avaliação de riscos.	AGERH	SEAMA, INCAPER, Incaper, Cesan
3. Capacitar as equipes de Defesas Civis Municipais e Melhoria da Comunicação a fim de preparar as defesas civis para avaliação dos dados de monitoramento e informações geradas pelo Centro, fortalecendo a comunicação e integração com base nas necessidades regionais.	Defesa Civil	AGERH, INCAPER, IEMA, IJSN e ESESP
4. Monitorar o uso dos aquíferos e a interação entre águas superficiais e subterrâneas.	AGERH	CESAN, SEAMA, SEAG, INCAPER
5. Implementar um sistema de alerta climático agropecuário para ajudar produtores na tomada de decisões em relação à plantio, colheita e medidas de proteção contra eventos extremos.	INCAPER	Defesa Civil, AGERH, SEAG
6. Desenvolvimento de um Monitor de Secas para o Espírito Santo em integração com o monitor nacional, para avaliação de riscos de seca e planejamento de contingência a longo prazo.	INCAPER	AGERH, Defesa Civil

Essas ações buscam criar uma rede eficiente de monitoramento e previsão, proporcionando maior segurança e resiliência às comunidades frente a eventos hidroclimatológicos extremos.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Quantidade de pontos de monitoramento contínuo da qualidade da água em mananciais superficiais instalados e em funcionamento.	Redução percentual de perdas econômicas em atividades agropecuárias vinculadas a eventos extremos após a implantação do sistema de alerta climático agropecuário.	% de municípios com planos de contingência atualizados com base em informações do sistema de alerta estadual.

Ação Estratégica 24

Melhorar a Estrutura e Rotinas de Ajuda Humanitária

Para fortalecer a resposta humanitária a eventos climáticos e desastres, são propostas as seguintes ações:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Reestruturar e aprimorar a cadeia logística da ajuda humanitária no Estado, abrangendo depósitos, rotinas operacionais, sistemas de gestão, recebimento e controle de itens, estoque, transporte e distribuição. Essa reestruturação inclui o fortalecimento da organização e da estrutura dos depósitos de recursos e materiais de ajuda, de modo a facilitar o acesso e a garantir a distribuição rápida, eficiente e segura em situações de emergência.	Defesa Civil	SETADES

Essas ações visam melhorar a rapidez e a eficácia das operações de ajuda humanitária, garantindo suporte adequado e acessível para populações afetadas por desastres naturais.

Eixos de Adaptação: Proteção e Defesa Civil

ODS: 2 Fome Zero e Agricultura Sustentável; 3 Saúde e Bem-Estar; 6 Água Potável e Saneamento; 13 Ação contra a Mudança Global do Clima; 17 Parcerias e Meios de Implementação

Indicadores:

- % de depósitos de ajuda humanitária reestruturados e em funcionamento conforme padrões de acessibilidade, organização e logística.
- % de famílias cadastradas pela defesa civil em relação ao total de famílias residentes em áreas de risco mapeadas.

Ação Estratégica 25

Reduzir o Risco de Enxurradas e Inundações

Para mitigar os impactos de enxurradas e inundações em áreas urbanas de alto risco, são propostas as seguintes ações:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Apoiar os municípios na realização periódica de Desassoreamento e Desobstrução de Rios e Córregos por meio da limpeza das calhas e margens de rios e córregos com alto potencial de impacto em áreas urbanas vulneráveis a inundações.	SEDURB	DER, AGERH, Defesa Civil, SEDU, SECOM, IJSN E ESESP
2. Remover, sempre que possível, construções localizadas no leito menor de córregos e rios suscetíveis a enxurradas, realocando moradores expostos a riscos extremos e definir esses locais como não edificantes, destinando-os para usos como parques e jardins lineares	SEDURB	DER, AGERH, Defesa Civil, SETADES
3. Desenvolver uma metodologia estadual para o monitoramento técnico e funcional de obras destinadas a reduzir inundações em áreas urbanas, especialmente aquelas destinadas à função de retardo de escoamento e as de aumento de vazão dos canais.	SEDURB	DER, AGERH, IJSN, SEAMA, ESESP, PRODEST, FAPES, IEMA, Defesa Civil
4. Fortalecimento do Monitoramento de Segurança de Barragens: Reforçar o monitoramento das condições de segurança das barragens para prevenir riscos de rompimento e inundações.	AGERH	DER, Defesa Civil
5. Licenciamento e Fiscalização de Barragens: Criar mecanismos de licenciamento e fiscalização eficazes para empreendedores de barragens públicas e privadas, assegurando o cumprimento das normas de segurança.	AGERH	DER, Defesa Civil, SEAMA, IDAF, IEMA
6. Estabelecer um programa específico de obras públicas focadas na mitigação de riscos de enxurradas e inundações.	Defesa Civil	DER, AGERH
7. Implementar um programa integrado de estudos para diagnosticar e mapear, com alta resolução espacial, o potencial e a ocorrência de inundações nos municípios, propondo soluções de mitigação e adaptação, prioritariamente baseadas na natureza.	AGERH	Defesa Civil, SEAMA, IEMA, Prefeituras

8.	Promover a educação preventiva e a participação comunitária por meio da integração da educação climática às ações da defesa civil, fortalecendo a capacidade local de prevenção e resposta a eventos extremos. Essa abordagem inclui a realização de oficinas comunitárias sobre prevenção de alagamentos, formação de brigadas comunitárias em áreas de risco e implementação de sistemas de comunicação de risco culturalmente adequados. Também contempla a formação de lideranças comunitárias em gestão de emergências, com especial atenção às comunidades com vulnerabilidade social.	Defesa civil	IEMA, AGERH, prefeituras

Essas ações visam reduzir a vulnerabilidade das áreas urbanas a eventos de enchentes e enxurradas, garantindo uma resposta mais eficiente e aumentando a segurança das populações expostas.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

% de rios e córregos urbanos críticos que passam por desassoreamento e desobstrução anual.	Número de obras públicas executadas com foco em mitigação de inundações e enxurradas.	Redução percentual da população exposta a áreas de risco alto e muito alto de inundações.	Número de lideranças comunitárias capacitadas em gestão de emergências desagregado por gênero e raça.
Redução do volume de perdas econômicas decorrentes de enxurradas e inundações em municípios.			

Ação Estratégica 26

Fortalecer o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas no Contexto de Mudanças Climáticas

Para promover a restauração ambiental com foco na resiliência climática, o fortalecimento do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas deve incluir ações adaptativas que considerem os impactos das mudanças climáticas. As medidas principais para essa ação estratégica incluem:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Incorporar Estudos Climáticos no Planejamento de Recuperação por meio do uso das informações sobre mudanças climáticas para orientar a seleção de espécies nativas e técnicas de recuperação que sejam mais resilientes às novas condições climáticas considerando o potencial econômico da restauração produtiva com espécies agrícolas e florestais adaptadas ao clima.	SEAMA	SEAG, AGERH, INCAPER
2. Identificar e priorizar a recuperação de áreas degradadas que possam auxiliar no controle de enchentes, na estabilização de encostas e na recarga de aquíferos, favorecendo a adaptação climática.	SEAMA	SEAG, AGERH, Defesa Civil, IDAF
3. Fortalecer o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, incluindo o estabelecimento de um sistema de monitoramento contínuo para avaliar a eficácia das ações de recuperação no contexto das mudanças climáticas e realizar ajustes sempre que necessário (revisão e melhoria contínuas). Garantir que esses sistemas estejam plenamente integrados, com uma ênfase especial na conexão com os sistemas nacionais existentes, assegurando a interoperabilidade e a otimização de recursos.	SEAMA	SEAG, IDAF, IJSN, IEMA
4. Capacitação de Equipes e Envolvimento Comunitário: Formar profissionais e envolver as comunidades locais em práticas de recuperação de áreas degradadas, promovendo uma cultura de conservação e resiliência ambiental. As comunidades locais incluem representantes de associações comunitárias, organizações da sociedade civil, movimentos sociais, lideranças comunitárias, povos e comunidades tradicionais.	SEAMA	SEAG, IDAF, INCAPER

5.	Avaliar a possibilidade de incentivos financeiros e assistência técnica para produtores que aderirem a sistemas de recuperação produtiva de áreas degradadas, como ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta).	SEAMA	SEAG, IDAF e INCAPER

Essas ações buscam não apenas restaurar áreas degradadas, mas também fortalecer a capacidade do território de resistir aos impactos das mudanças climáticas, contribuindo para a sustentabilidade e segurança ambiental.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Número de projetos de recuperação de áreas degradadas incorporando critérios climáticos (ex.: resiliência hídrica, proteção contra erosão).	Área total em hectares contemplada por ações de restauração ecológica com foco adaptativo.	Índice de cobertura vegetal nativa	Hectares com PRA implantado
Número de comunidades locais envolvidas em práticas de recuperação de áreas degradadas			

Ação Estratégica 27

Combater a Desertificação no ES

Fortalecer o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas a fim de promover a restauração ambiental com foco na resiliência climática, o fortalecimento do Programa deve incluir ações adaptativas que considerem os impactos das mudanças climáticas. As medidas relacionadas a esta ação buscam não apenas restaurar áreas degradadas, mas também fortalecer a capacidade do território de resistir aos impactos das mudanças climáticas, contribuindo para a sustentabilidade e segurança ambiental. Dessa forma, são propostas as seguintes medidas:

	Secretarias/Órgãos	
	Líder	Associados
1. Desenvolver estudos para avaliar a situação atual do Estado, projeções futuras com base nas mudanças climáticas e entender as tendências de desertificação em relação às projeções.	AGERH	SEAMA, IEMA, INCAPER, UFES
2. Criação e implementação do Programa Estadual de Combate a Desertificação	AGERH	SEAMA, SEAG, INCAPER

Essas ações buscam não apenas restaurar áreas degradadas, mas também fortalecer a capacidade do território de resistir aos impactos das mudanças climáticas, contribuindo para a sustentabilidade e segurança ambiental.

Eixos de Adaptação:



ODS:



Indicadores:

Percentual de municípios/territórios com diagnóstico atualizado de áreas susceptíveis à desertificação

Redução de territórios com risco de desertificação estabilizado ou reduzido



Foto: CEPDEC/ES

6

SISTEMA DE GOVERNANÇA PARA AS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO

Um sistema de governança para políticas públicas é um conjunto articulado de instituições, regras, processos e atores envolvidos na formulação, implementação, monitoramento e avaliação de políticas públicas. Trata-se de uma estrutura organizacional e decisória que determina como as políticas são criadas, geridas e ajustadas ao longo do tempo. Envolve a participação de múltiplas partes interessadas, como agentes governamentais, sociedade civil organizada, setor privado, academia e cidadãos, de forma a assegurar transparência, eficiência, legitimidade e responsividade na gestão pública. Um bom sistema de governança garante a clareza dos papéis e responsabilidades, promove a participação social efetiva, facilita a demonstração dos resultados, o monitoramento e a avaliação de desempenho e possibilita que as políticas alcancem os objetivos previstos de forma eficaz e alinhada às necessidades da sociedade.

6.1. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO

O Monitoramento e Avaliação (M&A) pode ser definido como o conjunto de processos destinados a acompanhar de forma contínua a implementação de políticas, planos e programas, avaliando seus resultados e impactos frente aos objetivos estabelecidos. No sistema de governança climática, o M&A tem papel central porque promove transparência e *accountability*, ao tornar visíveis os avanços e desafios e ao responsabilizar os diferentes atores pelos compromissos assumidos. Além disso, favorece a aprendizagem institucional, já que permite identificar erros, acertos e oportunidades de aprimoramento, fortalecendo a capacidade de inovação e de adaptação das instituições envolvidas. Outro aspecto

fundamental é a legitimidade que o M&A confere às ações governamentais, pois o acompanhamento sistemático e baseado em evidências assegura maior confiança da sociedade nas decisões tomadas. Nesse processo, a participação social também desempenha papel essencial, garantindo que diferentes vozes e perspectivas sejam

incorporadas, ampliando a justiça, a inclusão e a efetividade das medidas de adaptação climática. Assim, o M&A não apenas assegura eficiência na gestão de recursos, mas também sustenta um processo de governança mais democrático, participativo e sustentável.

O M&A constitui um dos pilares centrais do sistema de governança climática proposto pelo Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo (PEAMC). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), o M&A é um pré-requisito essencial para a gestão iterativa dos riscos climáticos e para a obtenção de resultados de adaptação eficazes e justos, em múltiplas escalas — do nível local ao global. O Acordo de Paris, principal marco normativo internacional sobre mudanças climáticas, reforça essa centralidade ao estabelecer que cada parte deve, conforme apropriado, engajar-se em processos de planejamento e implementação da adaptação que incluam o monitoramento, a avaliação e o aprendizado contínuo a partir de planos, políticas, programas e ações. Ele será essencial para acompanhar a implementação das ações, identificar gargalos e oportunidades, mensurar impactos, gerar aprendizados e, quando necessário, redirecionar esforços de forma tempestiva e fundamentada.

No âmbito do PEAMC, a função do M&A vai além da verificação do cumprimento de metas previamente estabelecidas, o sistema de M&A será parte constitutiva da arquitetura de governança climática estadual, servindo a múltiplas finalidades: acompanhar a implementação das ações estratégicas e respectivas medidas setoriais, garantir a transparência e a prestação de contas entre os diversos órgãos envolvidos, avaliar a efetividade e os impactos concretos das políticas em termos de redução da vulnerabilidade, fortalecimento institucional e proteção das populações mais expostas, além de fomentar o aprendizado institucional e a correção de rotas.

Para tanto, o sistema de M&A do Plano utilizará, de um lado, as informações fornecidas diretamente pelas entidades responsáveis pela implementação das medidas — especialmente no caso dos indicadores de execução — e, de outro, integrará dados provenientes de bases e plataformas já existentes, como o Atlas Digital de Desastres no Brasil (MDR), o SATDES, o GEOBASES, o DATASUS, além dos bancos de dados das Defesas Civis, da Saúde e do Meio Ambiente e dos sistemas meteorológicos e hidrológicos estaduais e nacionais, fundamentais para o acompanhamento dos indicadores de resultado. Complementarmente, será utilizado um sistema de informação desenvolvido especificamente para o PEAMC, o Adapta-ES (https://adaptaes.incaper.es.gov.br), que reúne indicadores próprios do Plano, como o ICAR, o IIRSS, o ICM e o número de pessoas residentes em áreas de risco geo-hidrológico (suscetíveis a deslizamentos, enxurradas e inundações), desagregados por município do Espírito Santo. Essa integração garantirá maior eficiência, continuidade e aproveitamento da infraestrutura e das informações já disponíveis, fortalecendo de forma consistente a capacidade de monitorar e avaliar o avanço da adaptação climática no Estado.

Para que o M&A cumpra sua função de forma plena, o PEAMC propõe a criação de mecanismos institucionais dedicados, como comitês de acompanhamento de implementação e avaliação, com composição interinstitucional e multissetorial, responsável por coordenar a sistematização de informações, conduzir avaliações periódicas e publicar relatórios de progresso e de impacto. Por fim, a transparência e participação social também serão elementos fundamentais do sistema de M&A, com a disponibilização pública de dados, relatórios e dashboards interativos, além da abertura de espaços de escuta, consulta e diálogo com a sociedade civil, universidades e setor privado. A efetividade do sistema de M&A será ampliada com o engajamento de diferentes segmentos da sociedade. Além disso, garantir a transparência e a participação social no processo é fundamental para que o aprendizado gerado pelos sistemas de M&A beneficie não apenas os instrumentos de adaptação, mas também a alocação de recursos e a formulação de políticas públicas mais amplas.

Com isso, o sistema de M&A deixa de ser apenas uma ferramenta técnica e passa a exercer papel estratégico na qualificação da governança climática, promovendo adaptação baseada em evidências, justiça climática e inovação contínua na gestão pública capixaba.

6.2. SISTEMA DE GOVERNANÇA

O sistema de governança do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas do Espírito Santo (PEAMC) foi estruturado para garantir um acompanhamento contínuo, transparente e eficaz da implementação das medidas previstas. Para isso, o modelo adotado prevê dois níveis complementares de acompanhamento: um nível gerencial e um nível estratégico.

A instância gerencial é composta por representantes das secretarias e órgãos ligados às atividades de adaptação, sendo responsável pela análise da execução e organização de relatórios técnicos e gerenciais sobre as ações de adaptação ES que devem ser analisados pela instância estratégica do sistema de governança.

A instância estratégica é estruturada em 2 esferas complementares. Uma esfera totalmente interna ao governo, constituída pelo conjunto de secretarias e órgãos que compõem o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC), instituído pelo Decreto nº 5387-R, de 05 de maio de 2023, sob coordenação direta do governador do Estado. Nessa esfera são discutidas as políticas, resultados e andamento das políticas públicas com foco específico na sua gestão, operacionalização e coordenação interna das diferentes estruturas do governo. A segunda esfera envolve a participação de múltiplas partes interessadas, como agentes governamentais, sociedade civil organizada, setor privado, academia e cidadãos, de forma a assegurar transparência, eficiência e legitimidade do sistema, sendo representado pelo Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), DECRETO Nº 4503-R, DE 20 DE SETEMBRO DE 2019, que é presidido pelo

governador do Estado e tem representantes das secretarias de Estado, órgãos e autarquias, além de representantes da sociedade civil organizada e o setor produtivo.

Essa dualidade de níveis — gerencial e estratégico — permite que o processo de monitoramento e avaliação seja ao mesmo tempo tecnicamente qualificado e institucionalmente legitimado, garantindo um ciclo contínuo de aprendizado, ajuste e aprimoramento da política estadual de adaptação climática.

Tabela 7. Estrutura de acompanhamento do PEAMC está organizada em dois níveis em dois níveis: gerencial, coordenado pela Comissão de Acompanhamento da Adaptação, e o estratégico, exercido pelo PCMC e pelo FCMC.

Nível de Acompanhamento	Instância Responsável	Função Principal	Produtos e Resultados
Gerencial	Comissão de Acompanhamento da Adaptação	Coordenar o monitoramento técnico-operacional das medidas, consolidar dados e avaliar a execução anual de acordo com os planos de trabalho elaborados.	Relatórios de progresso das secretarias líderes; Relatório Anual Consolidado de Acompanhamento do PEAMC; Identificação de ajustes e recomendações técnicas.
Estratégico – Etapa 1	Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC)	Analisar internamente, no governo estadual, o andamento da implementação do plano e deliberar sobre os ajustes propostos.	Aprovação do Relatório Anual; Validação das ações corretivas; Articulação entre órgãos estaduais.
Estratégico – Etapa 2	Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC)	Promover análise participativa com envolvimento da sociedade civil, setor produtivo e academia.	Discussão ampliada do Relatório Anual; Proposição de diretrizes adicionais e novas medidas; Alinhamento com outras políticas públicas.

6.2.1. COMPOSIÇÃO DA COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO DA ADAPTAÇÃO

A comissão a Comissão de Acompanhamento da Adaptação tem a missão de coordenar o monitoramento técnico-operacional das medidas, consolidar dados e avaliar a execução anual, constituindo a instância gerencial do processo de governança.

Comissão de Acompanhamento do PEAMC

Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA;

1.Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social - SETADES;

2.Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura - SEMOBI;

3.Secretaria de Estado do Governo - SEG;

4.Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES;

5.Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG;

6.Secretaria de Economia e Planejamento - SEP;

7.Secr. de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano - SEDURB;

8.Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN;

9.Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil - CEPDEC

10.Agência Estadual de Recursos Hídricos - AGERH;

A presidência da comissão de acompanhamento caberá à SEAMA.

6.2.2. PROGRAMA CAPIXABA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PCMC)

A esfera totalmente interna ao governo na instância estratégica do sistema de governança é constituída pelo conjunto de secretários e dirigentes de secretarias e órgãos que compõem o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC), instituído pelo Decreto nº 5387-R, de 05 de maio de 2023.

1. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA;
2. Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social - SETADES;
3. Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura - SEMOBI;
4. Secretaria de Gestão e Recursos Humanos - SEGER.
5. Secretaria de Estado do Governo - SEG;
6. Secretaria de Estado De Direitos Humanos - SEDH;
7. Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES;
8. Secretaria de Estado da Fazenda - SEFAZ;
9. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG;
10. Secretaria de Economia e Planejamento - SEP;
11. Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional - SECTI;
12. Secr. de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano - SEDURB;
13. Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN;
14. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA;
15. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo - IDAF;

16. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER;
17. Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação - FAPES;
18. Departamento de Edificações e de Rodovias - DER;
19. Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo - CBMES;
20. Companhia Espírito-santense de Saneamento - CESAN.
21. Banco do Estado do Espírito Santo - BANESTES.
22. Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo - BANDES;
23. Agência Estadual de Recursos Hídricos - AGERH;
24. Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo - ARSP;

A Coordenação Geral, liderada pelo Governador, e uma Coordenação Executiva, sob responsabilidade do Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA).

6.2.3. FÓRUM CAPIXABA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (FCMC)

O Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), instituído pelo Decreto nº 4.503, de 20 de setembro de 2019, é a instancia estratégica de governança participativa que reúne representantes do poder público, da sociedade civil organizada, do setor produtivo e da comunidade científica. Presidido pelo Governador do Estado do Espírito Santo, o FCMC possui composição paritária entre governo e sociedade civil, esta representada pelos segmentos empresarial, terceiro setor e academia, conforme detalhado a seguir.

I - Poder Público:

1. Secretário de Economia e Planejamento;
2. Secretário de Meio Ambiente e Recursos Hídricos;
3. Secretário da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca;
4. Secretário do Desenvolvimento;
5. Secretário da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Trabalho;
6. Diretor Presidente do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA;
7. Diretor Presidente do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo - IDAF;
8. Diretor Presidente do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER;
9. Coordenador Estadual de Proteção e Defesa Civil;
10. Procurador Geral do Estado;
11. um representante da Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente - ANAMMA; e
12. um representante da Associação dos Municípios do Espírito Santo - AMUNES.

II - Setor Empresarial:

1. Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo - FINDES;
2. Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Espírito Santo - FAES;
3. Federação das Empresas de Transportes do Estado do Espírito Santo - FETRANSPORTES; e
4. Setor de Usuários do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH.

III - Terceiro Setor:

1. Dois representantes que façam parte do Conselho Estadual de Meio Ambiente - CONSEMA; e
2. Dois representantes que façam parte do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, sendo um representante direto da sociedade civil organizada e outro que represente o terceiro setor dentro dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH´s.

IV - Academia:

1. Quatro representantes do setor acadêmico.

A participação de todos os setores da sociedade no acompanhamento do plano é indispensável porque a adaptação climática é um desafio transversal que exige conhecimentos, capacidades e responsabilidades distribuídas. O governo coordena e define diretrizes, mas depende de dados e inovação produzidos por universidades e institutos, de tecnologias e investimentos do setor produtivo e do conhecimento territorial de comunidades, organizações da sociedade civil, municípios e consórcios intermunicipais. Essa composição plural confere legitimidade, transparência e controle social, melhora a qualidade dos indicadores e metas, reduz vieses e "pontos cegos", antecipa conflitos e fortalece a proteção de grupos mais vulneráveis. Além disso, cria corresponsabilidade e continuidade institucional mesmo diante de mudanças de gestão, acelera decisões informadas e viabiliza parcerias e recursos. Em síntese, a participação ampla transforma o plano de um documento formal em um processo vivo de aprendizagem e melhoria contínua, em linha com as boas práticas preconizadas pelo Acordo de Paris e pelo IPCC.

6.2.4. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE GOVERNANÇA E ACOMPANHAMENTO

O funcionamento do sistema de governança climática do Espírito Santo é baseado em um conjunto procedimentos de M&A, que buscam assegurar a efetividade, a transparência e a adaptabilidade contínua das estratégias de adaptação implementadas. Esses procedimentos não se restringem ao acompanhamento do Plano em si, mas abrangem também os programas vinculados ao orçamento climático e a evolução de indicadores de

resiliência. As seções a seguir detalham os quatro principais mecanismos de M&A estruturados no PEAMC:

(i) o acompanhamento da execução das medidas do Plano,
(ii) os processos periódicos de revisão,
(iii) o monitoramento de programas orçamentários voltados à adaptação e
(iv) a avaliação da evolução dos indicadores de resiliência climática. Cada um desses procedimentos foi concebido para garantir uma abordagem integrada, participativa e orientada à melhoria contínua da capacidade adaptativa do Estado frente às mudanças do clima.

As seções a seguir descrevem o funcionamento dos 4 procedimentos principais do sistema de governança.

6.2.4.1. ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As medidas previstas no Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas, descritas no Capítulo 5, incluem a definição de metas, indicadores, prazos, atividades e responsáveis pela sua implementação. Cada medida conta com a designação de uma secretaria ou órgão líder, bem como de secretarias e/ou órgãos associados à execução das atividades correspondentes. A secretaria ou órgão líder é o principal responsável pela implementação da medida, coordenando a maior parte das atividades previstas. Já as secretarias ou órgãos associados são corresponsáveis, atuando na execução de atividades específicas vinculadas à medida.

Nesse contexto, cabe à secretaria ou órgão líder de cada medida apresentar um relatório de progresso em reuniões trimestrais com a Comissão de Acompanhamento da Adaptação, que constitui a instância gerencial do Plano. Esse relatório deve, obrigatoriamente, incluir o monitoramento dos indicadores propostos, a análise do cumprimento das metas, a execução das atividades previstas, a avaliação do respeito aos prazos estabelecidos e uma síntese das ações corretivas ou ajustes eventualmente necessários, com base nas análises realizadas.

A Comissão de Acompanhamento da Adaptação será responsável pela elaboração do Relatório Trimestral de Acompanhamento do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas, o qual consolidará a análise detalhada do andamento de todas as medidas previstas no Plano. Esse relatório deverá avaliar o progresso geral da implementação, identificar gargalos e deficiências, e propor, quando necessário, ações corretivas para assegurar o cumprimento dos objetivos de adaptação. Durante esse processo, a Comissão também poderá recomendar a inclusão de novas medidas, que deverão ser formalmente descritas no próprio Relatório Trimestral. Esse documento constitui um subsídio técnico

fundamental para apoiar decisões estratégicas relacionadas à revisão do Plano e à adoção de ajustes na sua execução.

No âmbito estratégico da governança, a análise do Relatório Trimestral será realizada em duas etapas complementares. A primeira etapa consistirá em uma apreciação interna no âmbito do Governo do Estado, com apresentação e discussão do conteúdo do relatório entre as secretarias e órgãos que compõem o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC). Nessa ocasião, o PCMC deverá deliberar sobre o andamento da execução das medidas e avaliar a pertinência e a suficiência das ações corretivas recomendadas. A segunda etapa será conduzida pelo Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), composto por representantes das secretarias de Estado, órgãos e autarquias, além de membros da sociedade civil organizada e do setor produtivo. A Figura 53 apresenta uma representação esquemática desse processo.

Dessa forma, o processo de acompanhamento da execução do PEAMC garante não apenas o monitoramento sistemático das medidas propostas, mas também a retroalimentação contínua do sistema de governança climática do Estado. Ao consolidar informações, identificar entraves e recomendar ajustes, o Relatório Trimestral fortalece a transparência, a *accountability* e a legitimidade das decisões, assegurando que a sociedade capixaba acompanhe de forma clara e participativa os avanços da adaptação. Esse mecanismo transforma o acompanhamento em um processo dinâmico de aprendizagem institucional, no qual os resultados alcançados e os desafios enfrentados orientam ajustes oportunos, permitindo que o Plano mantenha sua relevância, eficácia e capacidade de resposta frente à evolução dos riscos climáticos.

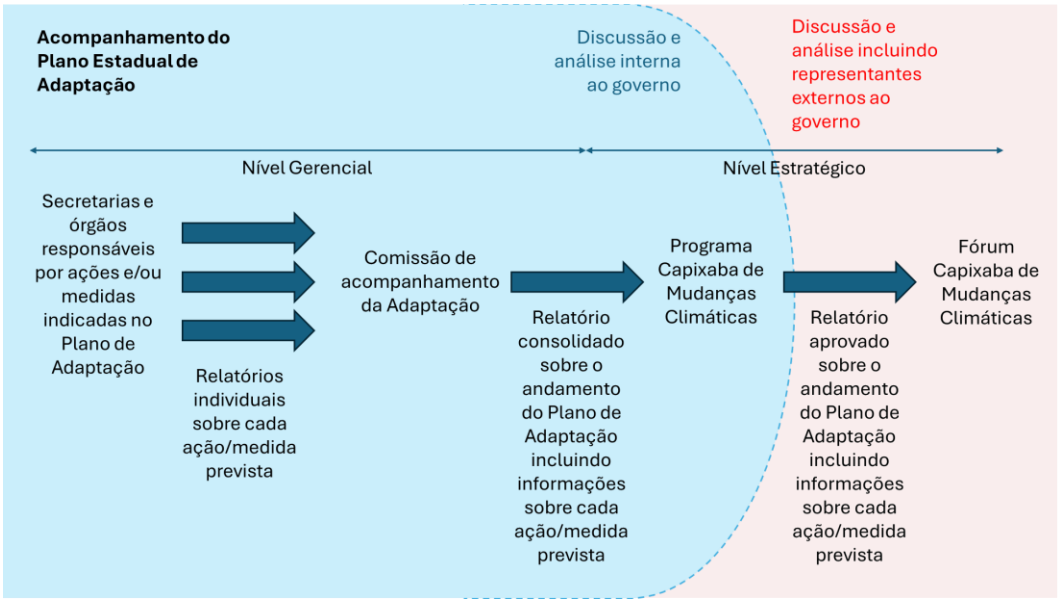


Figura 53. Representação esquemática do processo de acompanhamento da execução do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas.

6.2.4.2. REVISÕES PERIÓDICAS DO PLANO ESTADUAL DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As revisões periódicas do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas são essenciais para assegurar a eficácia, adaptabilidade e relevância contínua das ações e medidas adotadas. Dado que o plano é de longo prazo, essas revisões permitem avaliar o progresso em relação às metas estabelecidas, identificar desafios e obstáculos que dificultem a implementação das medidas, detectar lacunas não previstas e abordar novos desafios surgidos durante a execução.

Adicionalmente, fatores externos como mudanças nas políticas governamentais, avanços tecnológicos e alterações socioeconômicas estão em constante evolução. Revisões periódicas possibilitam ajustar o plano para incorporar essas mudanças, enfrentar novos riscos e aproveitar oportunidades emergentes. Além disso, permitem avaliar a efetividade das medidas, identificando aquelas que não alcançaram os resultados esperados ou cuja implementação foi mais complexa do que previsto, contribuindo para uma melhor alocação de recursos e esforços.

Outro aspecto relevante é que as revisões periódicas representam uma oportunidade estratégica para ampliar o engajamento das partes interessadas, como servidores públicos, representantes da sociedade civil e do setor produtivo. Esse processo fortalece a legitimidade do plano e fornece feedback valioso para aprimorar as ações de adaptação.

Nesse contexto, é fundamental definir um processo estruturado de revisões periódicas em dois níveis distintos.

6.2.4.3. REVISÃO ANUAL (NÍVEL 1)

Anualmente, o Plano deverá passar por uma revisão Nível 1, contemplando uma análise da efetividade das medidas com base nas ações de acompanhamento, descritas na seção anterior. Além das metas e indicadores, é essencial avaliar tendências tecnológicas, novos dados climáticos e/ou indicadores de risco, alterações nas políticas governamentais e mudanças socioeconômicas, visto que esses fatores externos podem exigir ajustes nas medidas propostas. Esta revisão anual deve se apoiar nas tendências e análises obtidas durante as reuniões de acompanhamento trimestrais e sugerir correções na implementação das ações ou novas ações necessárias para aumentar a resiliência climática do Estado. A Comissão de Acompanhamento deverá então elaborar uma versão revisada do Plano e um relatório com um sumário das alterações realizadas e suas justificativas.

Essa versão revisada do Plano e o sumário das alterações deverão ser submetidos a instância estratégica de governança, inicialmente no âmbito interno do governo junto ao conjunto de secretarias e órgãos integrantes do PCMC, e posteriormente analisados pelo FCMC. A Figura 54 apresenta uma representação esquemática do processo.

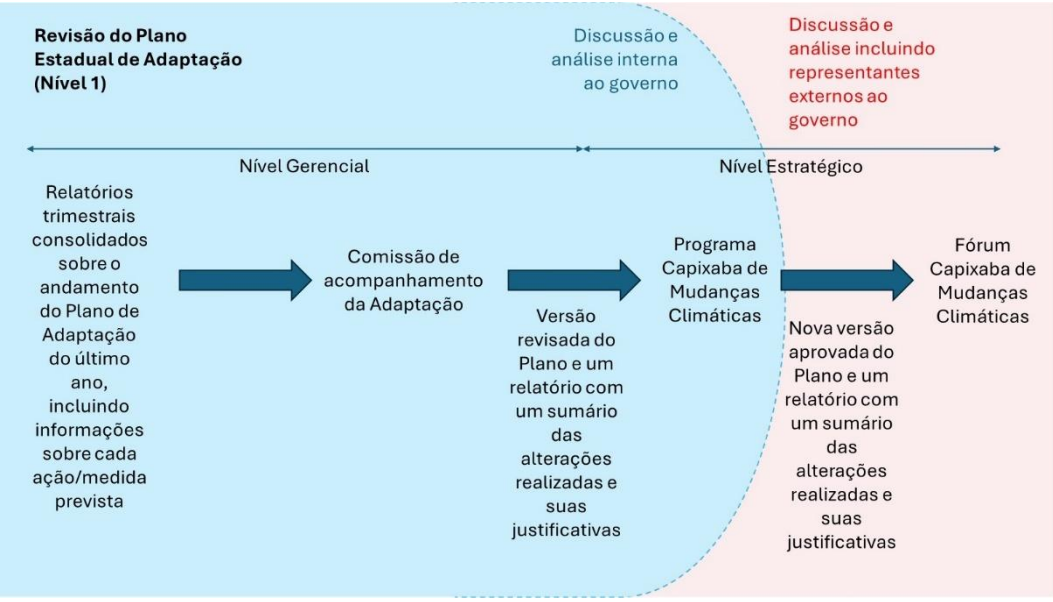


Figura 54. Representação esquemática do processo de revisão anual (nível 1).

6.2.4.4. REVISÃO BIANUAL (NÍVEL 2)

A cada dois anos, o Plano deverá passar por uma revisão estrutural completa, denominada Revisão Nível 2. Neste intervalo, muitas medidas originais podem ter sido concluídas, novas necessidades podem ter surgido e novos dados climáticos podem estar disponíveis. Portanto, o processo inicial de construção do Plano deve ser revisitado para revisar o plano existente, incluindo nova análise de riscos climáticos, projeções climáticas atualizadas e desafios específicos para cada setor relacionado à adaptação.

Essa revisão deve seguir uma abordagem de planejamento estratégico, incluindo etapas de diagnóstico e planejamento, incluindo:

1. Identificação de Vulnerabilidades e Riscos: atualização detalhada dos riscos climáticos e impactos em infraestrutura e comunidades.

2. Análise Interna: reavaliação das capacidades e vulnerabilidades locais, recursos e programas existentes (infraestrutura resiliente, políticas ambientais), bem como fragilidades setoriais (agricultura, turismo, energia) e institucionais.

3. Análise Externa: revisão de fatores externos, como mudanças climáticas recentes (nível do mar, eventos extremos), e fatores socioeconômicos, políticos e tecnológicos (financiamentos e inovações).

Na etapa de planejamento, devem ser revistos desafios estratégicos, ações e medidas, elaborando novos Planos de Trabalho Básicos, definindo prioridades, indicadores, metas e responsabilidades que considerem as capacidades internas e condições externas para assegurar viabilidade e eficácia.

Assim como na versão anterior, a revisão deverá envolver dois tipos de participação social:

- Participação direta por meio de um Grupo de Sustentação (GS), formado por representantes dos stakeholders identificados durante a elaboração inicial, incluindo secretarias, autarquias estaduais, prefeituras, setor privado e sociedade civil organizada, que contribuirão com sugestões e validações estratégicas.

- Participação da sociedade geral por meio de consulta pública.

Por fim, a nova versão revisada do Plano Estadual e o sumário das alterações efetuadas deverão ser submetidos a instância estratégica de governança para aprovação, primeiro internamente junto às secretarias e órgãos do PCMC e, em seguida, pelo FCMC. É importante destacar que neste processo de revisão a adequação da metodologia de construção/revisão do plano de ser analisada, discutindo usa adequação e aplicabilidade às condições internas e externas do momento. A Figura 55 apresenta uma representação esquemática do processo.

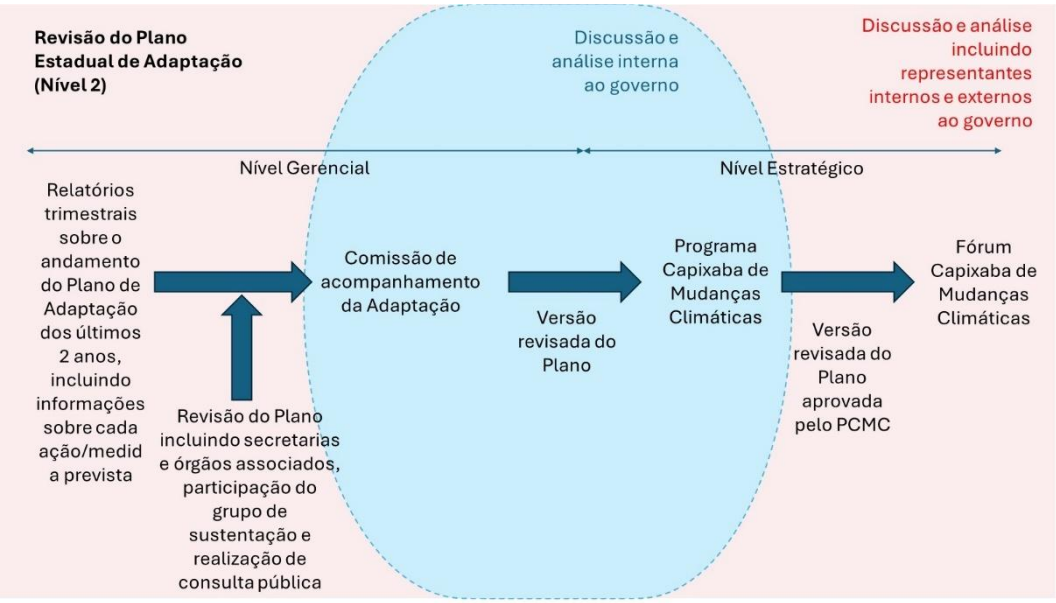


Figura 55. Representação esquemática do processo de revisão bianual (nível 2).

6.2.4.5. ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS E GESTÃO DOS PROGRAMAS QUE INTEGRAM O ORÇAMENTO CLIMÁTICO DO ESTADO

Todas as ações e programas que compõem o orçamento climático estadual com foco em adaptação climática devem ser acompanhadas e avaliadas pela Comissão de Acompanhamento de Adaptação. Analogamente ao procedimento de acompanhamento da implementação do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas (Seção 6.3.1), caberá à secretaria ou órgão responsável por cada ação e/ou programa a elaboração e apresentação semestral de um relatório de progresso para a Comissão de Acompanhamento da Adaptação. O relatório de progresso deverá incluir: (i) monitoramento dos indicadores propostos; (ii) análise do cumprimento das metas; (iii) avaliação da execução das atividades e dos prazos de conclusão; e (iv) síntese das ações corretivas necessárias.

A Comissão de Acompanhamento da Adaptação deverá, então, elaborar o Relatório Semestral de Acompanhamento do Orçamento Climático, que consolidará a análise de todas as ações e programas do orçamento climático. A Comissão de Acompanhamento deverá realizar uma análise do progresso do Plano de Adaptação, discutindo gargalos, deficiências e propondo ações corretivas. Esta análise está associada à instância gerencial e servirá como subsídio técnico para a instância de governança estratégica, apoiando a tomada de decisões quanto a revisões do Plano e à adoção de ações corretivas, quando necessário.

No âmbito da governança estratégica, a análise do Relatório Semestral ocorrerá em duas etapas. A primeira será uma apreciação interna ao Governo do Estado, com apresentação e discussão junto ao conjunto de secretarias e órgãos que integram o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC). Nessa etapa, caberá ao PCMC a aprovação do relatório, com especial atenção ao andamento da execução das medidas e à adequação das ações corretivas propostas. A segunda etapa consistirá na análise pelo Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), que é composto por representantes das secretarias de Estado, órgãos e autarquias, e membros da sociedade civil organizada e do setor produtivo. A Figura 56 apresenta uma representação esquemática do processo.

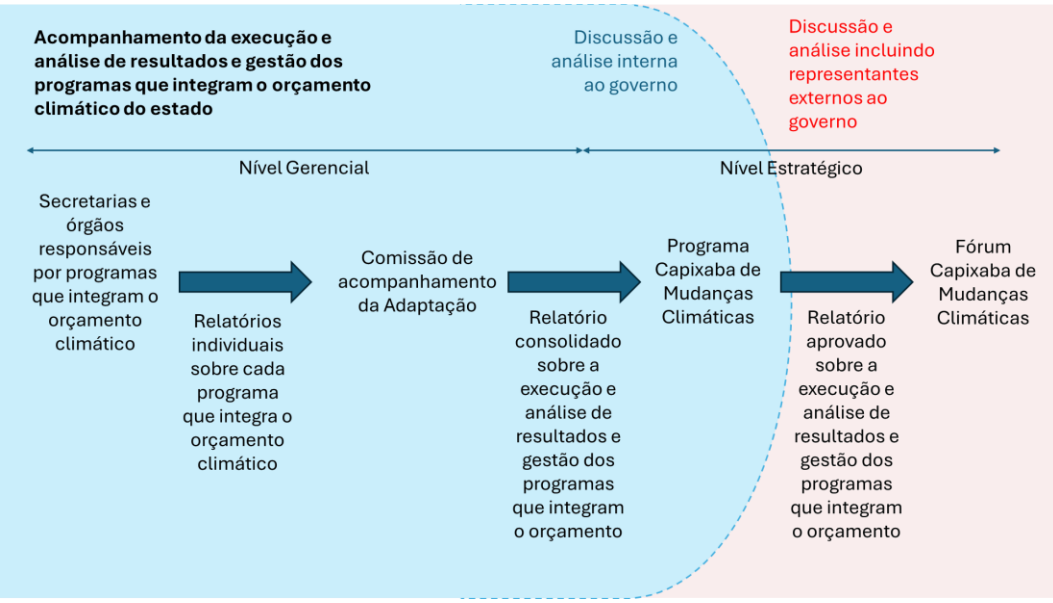


Figura 56. Representação esquemática do processo de acompanhamento da execução e análise de resultados e gestão dos programas que integram o orçamento climático do Estado.

6.2.4.6. ACOMPANHAMENTO DA MELHORIA DOS INDICADORES DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

Os indicadores de resiliência e de capacidade de adaptação são ferramentas fundamentais para avaliar o grau de preparação de uma região — seja em escala estadual ou municipal — diante de eventos adversos relacionados às mudanças climáticas, como tempestades severas, secas prolongadas, ondas de calor e inundações. Esses indicadores permitem compreender a vulnerabilidade local e a capacidade de antecipar, resistir, absorver e recuperar-se dos impactos, constituindo instrumentos centrais para promover processos de adaptação contínua e efetiva.

Sua aplicação abrange múltiplas dimensões, incluindo aspectos socioeconômicos (renda, educação, infraestrutura básica, saúde pública), institucionais (efetividade de políticas, planos e estruturas de gestão pública), ambientais e físicos (uso do solo, cobertura vegetal, qualidade ambiental e presença de infraestrutura resiliente) e sociais (níveis de participação comunitária, percepção de risco, acesso à informação e mecanismos locais de resposta). Dessa forma, permitem que gestores identifiquem áreas prioritárias para intervenção, aprimorem estratégias de adaptação e resiliência, acompanhem a evolução ao longo do tempo e avaliem a efetividade das políticas implementadas.

A Comissão de Acompanhamento da Adaptação será responsável por elaborar e apresentar, anualmente, um relatório contendo os indicadores de resiliência e capacidade de adaptação do Espírito Santo. Esse relatório terá como finalidade avaliar a efetividade geral das medidas do Plano e da governança associada, além de fornecer subsídios técnicos

para apoiar decisões estratégicas e o aprimoramento das respostas frente aos riscos climáticos. A evolução anual desses indicadores deverá ser apresentada ao Programa Capixaba de Mudanças Climáticas (PCMC) e ao Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), instâncias estratégicas da governança climática estadual. A Figura 57 apresenta uma representação esquemática do processo.

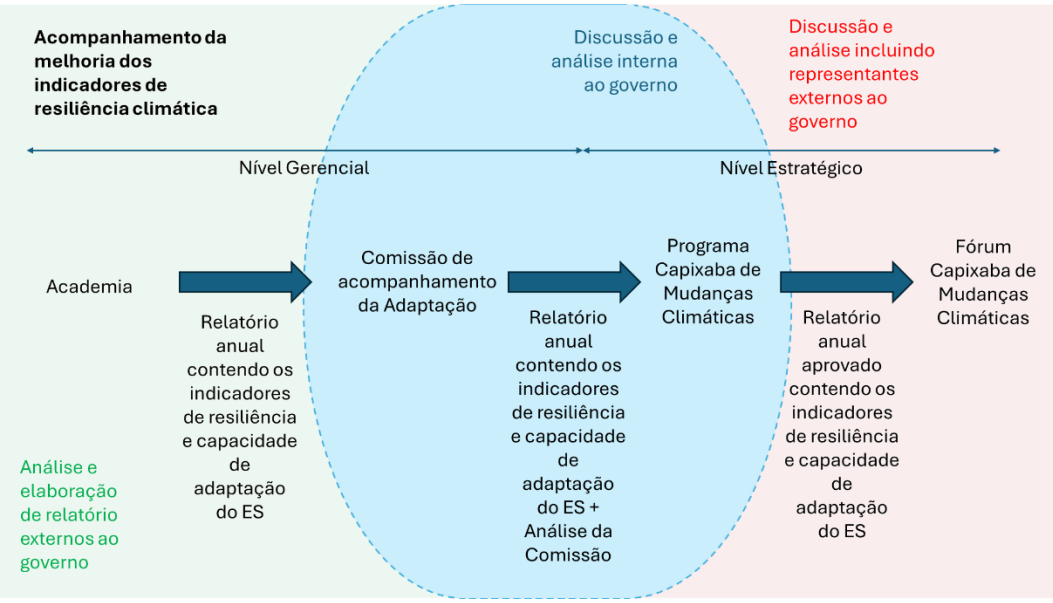


Figura 57. Representação esquemática do processo de acompanhamento da melhoria dos indicadores de resiliência climática.

Além da elaboração do relatório anual, caberá à Comissão de Acompanhamento da Adaptação garantir a manutenção e a atualização contínua do Adapta-ES[9], plataforma digital de acesso público que disponibiliza indicadores do Plano. Entre esses indicadores destacam-se o ICAR, o IIRSS, o ICM e o número de pessoas residentes em áreas de risco geo-hidrológico (suscetíveis a deslizamentos, enxurradas e inundações), todos desagregados por município do Espírito Santo. Além dos indicadores, também deve ser criada uma plataforma digital para o acompanhamento do processo de M&A, permitindo que qualquer cidadão acompanhe, de forma simples e transparente, o andamento do Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas (PEAMC). Estarão disponíveis indicadores, metas, prazos e resultados de cada ação, apresentados em gráficos, mapas interativos e relatórios dinâmicos. Além de garantir o acesso a técnicos e gestores estaduais e municipais envolvidos na execução das medidas, a iniciativa busca aproximar a população do processo de adaptação climática, fortalecendo a participação social e assegurando mais transparência e confiança nas ações do governo do Espírito Santo.

[9] https://adaptaes.incaper.es.gov.br

Este procedimento deve ser realizado em parceria com instituições acadêmicas, de modo a integrar conhecimento científico e metodologias de última geração ao processo de adaptação climática do Espírito Santo. Essa colaboração fortalece a base técnica do Plano, assegura que as ações e decisões estejam sempre fundamentadas nas melhores evidências disponíveis. Ao lado do governo, universidades e centros de pesquisa podem aprimorar continuamente a metodologia de cálculo dos indicadores, incorporando avanços científicos recentes e garantindo a consistência e a confiabilidade dos dados produzidos. Além disso, a cooperação acadêmica contribui para a capacitação de equipes técnicas, para a validação científica dos resultados e para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas voltadas à realidade capixaba. Assim, ao incorporar o conhecimento científico de forma estruturada à gestão pública, o Espírito Santo fortalece a legitimidade do sistema de governança climática e amplia a base de evidências que orienta suas decisões estratégicas de adaptação.



Foto: CEPDEC/ES

7

REFERÊNCIAS

ALBINO, J.; COELHO, A. L. N.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A., Espírito Santo. In: Dieter Muehe. (Org.). Panorama da Erosão Costeira no Brasil. 1ed., 2018.

ALES – Assembleia Legislativa do Espírito Santo. Crise hídrica derrubou agricultura capixaba em 2015. Disponível em: https://www.al.es.gov.br/Noticia/2016/01/29834/crise-hidrica-derrubou-agricultura-capixaba-em-2015.html Acesso em: 17 de outubro de 2024.

ALVES, M. L. Avaliação de desempenho de modelos climáticos para o Brasil. Relatório Técnico-Científico (Produto V e Produto VI do Projeto AdaptaBrasil MCTI). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2023.

ANA - Agência Nacional de Águas (2014). Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Brasília, DF: ANA, 2014. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf

ANA. ANA - Agência Nacional de Águas (2019). Relatório de conjuntura dos recursos hídricos. Brasília, DF: ANA, 2019. Disponível em: https://bit.ly/3Ur9SlR.

ANA - Agência Nacional de Águas. (2019a). *Índice de Segurança Hídrica.* Brasília: ANA. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66

ANA - Agência Nacional de Águas (2019b). *Plano Nacional de Segurança Hídrica* (112 p.). Brasília: ANA. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual. Brasília, DF: ANA. Retrieved in 2022, July 15, from https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura-2020

ANDRADE, H. V. de. Mapeamento das Políticas Estaduais de Adaptação das Cidades às Mudanças Climáticas no Brasil. Revista Geográfica Acadêmica, v. 11, n. 2, p. 24-49, 2017. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rga/article/view/4358>. Acesso em: 19 de out. de 2024.

ARAUJO, A. V et al. Microclima e desenvolvimento do café 'conilon' consorciado com seringueira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, n. 4, p. 872-881, 2014.

ARAÚJO, A. V. et al. Microclima e crescimento vegetativo do café conilon consorciado com bananeiras. Coffee Science, Lavras, v. 10, n. 2, p. 214-222, abr./jun. 2015.

ARAÚJO, A. V. et al. Microclima, desenvolvimento e produtividade do café robusta sombreado por seringueiras e a pleno sol. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 4, p. 700-709, 2016.

ARNELL, N. W.; GOSLING, S. N. The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. Climatic Change, v. 134, n. 3, p. 387-401, 2016.

BALDOTTO, J. B. Avaliação do déficit hídrico na região hidrográfica do Estado do Espírito Santo. 2022. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2022.

BERNARDO, W. P. et al. UV-B reduction and excess: Management strategies regarding Coffea sp. Crop. Scientia Horticulturae, v. 323, p. 112499, 2024.

BISWAS, R. R.; RAHMAN, A. Adaptation to climate change: A study on regional climate change adaptation policy and practice framework. Journal of Environmental Management, v. 336, 117666, 2023.

BRAGA, T. M.; OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de riscos e vulnerabilidade social e desastres naturais associados à mudança climática. São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 1, p. 81-95, 2006.

BRASIL, (2018), Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018. Aprova o Regulamento da 1ª Conferência Nacional de Vigilância em Saúde (1ª CNVS). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 ago. 2018. Seção 1, p. 87-90.

BRASIL, (2024a). Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024. Estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima; altera a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 jun. 2024. Seção 1, p. 8.

BRASIL, (2024b). Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Portaria GM/MMA nº 1.256, de 26 de dezembro de 2024. Institui a iniciativa AdaptaCidades, no âmbito do Programa Cidades Verdes Resilientes, com o objetivo de apoiar Estados, Distrito Federal e Municípios na elaboração de seus respectivos planos de adaptação à mudança do clima. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 dez. 2024b. Seção 1, p. 156-158.

BRASIL, (2025a). Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. AdaptaBrasil: Teórico-metodológico para avaliação do risco de impacto das mudanças climáticas em Setores Estratégicos. Coordenação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2026. Disponível em: https://adaptabrasil.mcti.gov.br/sobre/metodologia. Acesso em: 17 de outubro de 2025.

BRASIL, (2025b). Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. AdaptaBrasil: Cenários para o Setor Estratégico de Recursos Hídricos. Coordenação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2025. Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/2/1/2020/null/ES/municipio/null/adaptabrasil. Acesso em: 17 de outubro de 2025.

BRASIL, (2025c). Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. AdaptaBrasil: Cenários para o Setor Estratégico de Desastres Geo-hidrológicos: Deslizamentos de terra. Coordenação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2025. Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/60001/1/2015/null/ES/municipio/null/adaptabrasil. Acesso em: 17 de outubro de 2025.

BRASIL, (2025d). Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. AdaptaBrasil: Cenários para o Setor Estratégico de Desastres Geo-hidrológicos: Inundações, enxurradas e alagamentos. Coordenação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2025. Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/60041/1/2015/null/ES/municipio/null/adaptabrasil. Acesso em: 17 de outubro de 2025.

BRASIL, (2025e). Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. AdaptaBrasil: Cenários para o Setor Estratégico de Saúde: Arboviroses Dengue, zika e chikungunya. Coordenação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2025. Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/50076/1/2020/null/ES/municipio/null/adaptabrasil. Acesso em: 17 de outubro de 2025.

BRASIL, (2025f). Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. AdaptaBrasil: Cenários para o Setor Estratégico de Biodiversidade: Integridade do bioma. Coordenação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2025. Disponível

em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/90001/1/2017/null/ES/municipio/null/adaptabrasil. Acesso em: 17 de outubro de 2025.

BRÊDA, J. P. L. F. et al. Climate change impacts on South American water balance from a continental-scale hydrological model driven by CMIP5 projections. Climatic Change, v. 159, n. 4, p. 503-522, 2020.

BURTON, I. The Growth of Adaptation Capacity: practice and policy. In: Adapting to climate change., New York, NY, p. 55-67, 1996.

CAFEICULTURA. Calor deve causar quebra de 30% na safra do café capixaba, afirma Incaper. Disponível em: https://revistacafeicultura.com.br/calor-deve-causar-quebra-de-30-na-safra-do-cafe-capixaba-afirma-incaper/ Acesso em: 17 de outubro de 2024.

CALADO, B., SOUZA, A. R. e VALVERDE, M. C. Capacidade Adaptativa dos municípios do Estado do Espírito Santo frente às Mudanças Climáticas: uma análise com base no software SisVuClima, XIV Simpósio Brasileiro De Climatologia Geográfica, João Pessoa.

CHANCEL, L. Global carbon inequality over 1990–2019. Nature Sustainability 5, 931–938, 2022.

CEPDEC. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (Corpo de Bombeiro Militar do Espírito Santo) – Declaração de Extensão de Desastre N. 01/2024, 2024.

CHOU, S. C.; LYRA, A.; MOURÃO, C.; DERECZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D.; CHAGAS, D.; SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; NOBRE, P.; MARENGO, J. Evaluation of the Eta simulations nested in three global climate models. American Journal of Climate Change, v. 3, n. 5, p. 438-454, 2014.

COLLINS, Patricia Hill. Black Feminist Thought: Knowledge, Consciousness, and the Politics of Empowerment. 2ª ed. New York: Routledge, 2000.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Simulação hidrológica de grandes bacias. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n. 1, p. 95-118, 2001.

COLLISCHONN, W.; ALLASIA, D.; DA SILVA, B. C.; TUCCI, C. E. The MGB-IPH model for large-scale rainfall–runoff modelling. Hydrological Sciences Journal, v. 52, n. 5, p. 878-895, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de café. Brasília: CONAB, v. 12, n. 2, segundo levantamento, maio 2025. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/2o-levantamento-de-cafe-safra-2025/boletim-cafe-maio-2025. Acesso em 20/10/2025

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. Terra Livre, São Paulo, v. 19-I (20), p. 193-204, 2003.

CRENSHAW, Kimberlé. Mapping the Margins: Intersectionality, Identity Politics, and Violence against Women of Color. Stanford Law Review, v. 43, n. 6, p. 1241-1299, 1991.

DE PAULA, G. The distributional effect of climate change on agriculture: evidence from a Ricardian quantile analysis of Brazilian census data. Journal of Environmental Economics and Management, v. 104, 102378, 2020.

DELA COSTA, F. P.; BUARQUE, D. C.; BRÊDA, J. P. L. F; FÖEGER, L. B. (2022). Impact of climate change on the flow of the Doce River basin. Brazilian Journal of Water Resources. RBRH, Porto Alegre, v. 27, e34, 2022.

DIFFENBAUGHA, N. S., BURKEA, M. Global warming has increased global economic inequality, PNAS, 116 (20), 9808-9813, 2019.

DOBO, B., ASEFA, F., ASFAW, Z. Effect of tree-enset-coffee based agro-forestry practices on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) species diversity and spore density. Agro-forestry Systems, 92, 525-540, 2018

EVALDT B H C, LEITE Y L R, LOSS A C. Climate Change Impacto n Small Mammals from two Neotropical Hotspots. Biological Journal of the Linnean Society, 2024, 143, 1-12, 2024. https://doi.org/10.1093/biolinnean/blae014

EYRING, V., BONY, S., MEEHL, G. A., SENIOR, C. A., STEVENS, B., STOUFFER, R. J., AND TAYLOR, K. E. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, Geosci. Model Dev., 9, 1937–1958, 2016. https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016

FIELD, C. B. et al. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, 2012.

FREITAS, C. M. et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, 2014.

FREITAS, G. R. de; TEIXEIRA, L. A.; OLIVEIRA, R. C. Impactos ambientais de obras públicas: um estudo de caso no município de Formiga/MG. Guará: Revista de Desenvolvimento Regional, v. 2, n. 2, 2022.

G1. De lavouras destruídas a mortes de agricultores: Os impactos da tragédia da chuva no agronegócio do ES. Disponível em: https://g1.globo.com/es/espirito-santo/agronegocios/noticia/2024/04/07/de-lavouras-destruidas-a-mortes-de-agricultores-os-impactos-da-tragedia-da-chuva-no-agronegocio-do-es.ghtml Acesso em: 18 de outubro de 2024d.

G1. Seca faz produção cair até 70% no Espírito Santo. Disponível em: https://g1.globo.com/espirito-santo/agronegocios/noticia/2016/10/seca-faz-producao-cair-ate-70-no-espirito-santo.html Acesso em: 17 de outubro de 2024a.

G1. Seca fez produção de café cair em 50% em 2015, no ES. Disponível em: https://g1.globo.com/espirito-santo/agronegocios/noticia/2016/01/seca-fez-producao-de-cafe-cair-em-50-em-2015-no-es.html Acesso em: 17 de outubro de 2024b.

G1. Sol forte e falta de chuva comprometem produção de pimenta-do-reino no ES. Disponível em: https://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/sol-forte-e-falta-de-chuva-comprometem-producao-de-pimenta-do-reino-no-es.ghtml Acesso em: 17 de outubro de 2024c.

GELEDES. Recomendações: COP29 CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO AZERBAIJÃO, 2024. Disponível em: <https: //https://www.geledes.org.br/geledes-lanca-recomendacoes-sobre-raca-e-genero-para-asnegociacoes-climaticas-na-cop29-no-azerbaijao/>. Acesso em 14 de fev.2025.

GLOBOPLAY. Produtores do Espírito Santo contabilizam os prejuízos causados pelas enchentes. Disponível em: https://globoplay.globo.com/v/3055129/ Acesso em: 18 de outubro de 2024.

GUZZO, R. R. A Tragédia de Iconha/Es em 2020: Modelagem Hidrológica e Hidrodinâmica Bidimensional de Evento Extremo. Dissertação - Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html. Acesso em: 17 de outubro de 2024.

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. Extrema pobreza no Espírito Santo: análise de uma simulação de transferência de renda a partir da matriz de insumo-produto. Vitória: IJSN, 2022. 32 p. il. tab. (Caderno DRS | 08).

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. Perfil da Pobreza no Espírito Santo: Famílias Inscritas no Cadastro Único, abril, 2025. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/S%C3%ADnteses/Perfil_Pobreza_Espirito_Santo_2023.pdf

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. Vulnerabilidade Costeira e Pesca Artesanal: compilação de informações. Vitória, ES, 2021. 87 p. il. tab. (Caderno DRS | 07).

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. Espírito Santo Produto Interno Bruto (PIB) 2022. Vitória, ES, 2022. 10 p. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/cadernos/PIB%20Estadual%202022_VF.pdf

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Aquecimento Global de 1,5°C. Sumário para Formuladores de Políticas. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Versão em português, publicada pelo MCTI; Brasil, 2018.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Geneva: IPCC, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/>. Acesso em: 19 out. 2024.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J. B. R.; MAYCOCK, T. K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 2391 p. DOI: 10.1017/9781009157896.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editado por H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 3056 p. DOI: 10.1017/9781009325844.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: DOI:10.1017/9781009157926.001.

JAWO, T.O., KYEREH, D., LOJKA, B. The impact of climate change on Coffee production of small farmers and their adaptation strategies: A review. Climate and Development, 15, 93-109, 2022.

KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II, v. 70, n. 4, p. 813-836, 1992.

LEMOS, M. C.; LO, Y.-J.; NELSON, D. R.; EAKIN, H.; BEDRAN-MARTINS, A. M. Linking development to climate adaptation: Leveraging generic and specific capacities to reduce vulnerability to drought in NE Brazil. Global Environmental Change, v. 39, p. 170–179, 2016.

LIM, B.; SPANGER-SIEGFRIED, E. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures. United Nations Development Programme, Cambridge University Press, 2004.

LIMA, J. W. M.; COLLISCHONN, W.; MARENGO, J. A. Efeitos das mudanças climáticas na geração de energia elétrica. São Paulo: AES Tietê, 2014.

LUCENA, A. F. P.; SZKLO, A. S.; SCHAEFFER, R.; SOUZA, R. R.; BORBA, B. S. M. C.; COSTA, I. V. L.; PEREIRA JÚNIOR, A. O.; DA CUNHA, S. H. F. The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil. Energy Policy, v. 37, n. 3, p. 879-889, 2009.

MARAUN, D. Bias correcting climate change simulations - a critical review. Currente Climate Change Reports, 2, 211-220, 2016.

MARENGO, J. A.; CHOU, S. C.; KAY, G.; ALVES, L. M.; PESQUERO, J. F.; SOARES, W. R.; SANTOS, D. C.; LYRA, A. A.; SUEIRO, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D. J.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J. F.; TAVARES, P. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco, and Paraná River basins. Climate Dynamics, v. 38, p. 1829-1848, 2011.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. Climate change and water resources. In: MATTOS, B. C.; GALIZIA, T. J.; CORTESÃO, B. S. M. (Eds.). Waters of Brazil. Switzerland: Springer, 2017.

MARQUES, I., GOUVEIA, D., GAILLARD, J. C., MARTINS, S., SEMEDO, M. C., LIDON, F. C., et al. Next-generation proteomics reveals a greater antioxidative response to drought in Coffea arabica than in Coffea canephora. Agronomy, 12, 148, 2022.

MARQUES, I. et al. Transcriptomic Analyses Reveal That Coffea arábica and Coffea canephora Have More Complex Responses under Combined Heat and Drought

than under Individual Stressors. International Journal of Molecular Sciences, v. 25, 7995, 2024. https://doi.org/10.3390/ijms25147995.

MARTINS, J.I., RODRIGUESA, A.P., MARQUES, I., LEITAO, A.E., PAIS, E.P., SEMEDO, J.N., PARTELLI, F.L., RAKOČEVIĆ, M., LIDON, F.C., RIBEIRO-BARROSA, A.I, DAMATTA, F.M., RAMALHO, J.C. Ecophysiological responses of coffee plants to heat and drought, intrinsic resilience and the mitigation effects of elevated air [CO2] in a context of climate changes. Advances in Botanical Research, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2024.

MDR. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - Atlas Digital de Desastres no Brasil: Dashboard. 2024. Disponível em: https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml. Acesso em: 30/10/2024.

MEHOTRA, S. et al. Climate Change and Urbanization: Building Resilience in Urban Population. Washington D.C.: World Bank, 2009.

MEIRA-NETO, A. A., COSTA, F. P. D., BUARQUE, D. C, Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos, In: Reis, N. C., Nobre, C. A., Santos, J. M., Pezzopane, J. E. M. (Org), Mudanças Climáticas: Efeitos sobre o Espírito Santo, Paco Editorial, 2023, p. 71-110.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE E AMBIENTE, DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL E SAÚDE DO TRABALHADOR. Mudanças climáticas para profissionais de saúde: guia de bolso. Brasília. Ministério da Saúde, 2024. 137 p. : il.

NEVES, C. F.; MUEHE, D., Impacto das mudanças climáticas nas zonas costeiras. In: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. (Org.). Mudança do Clima, v. 1, p. 187-194. Brasília: 2005.

O'NEILL, B.C., KRIEGLER, E., RIAHI, K. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. Climatic Change 122, 387–400 (2014). https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2

OECD. Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation: Policy Guidance. OECD Publishing, Paris, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1787/9789264054950-en.

OLIOSI, G., GILES, J. A. D., RODRIGUES, W. P., RAMALHO, J. C., & PARTELLI, F. L. Microclimate and development of *Coffea canephora* cv. conilon under different shading levels promoted by Australian cedar (Toona ciliata M. Roem. var. Australis). Australian Journal of Crop Science, 10, 528–538, 2016.

OLIVEIRA, M. G., MARTINS, M. Q., PARTELLI, F.L., Mudanças Climáticas e Agricultura no Espírito Santo, In: Reis, N. C., Nobre, C. A., Santos, J. M., Pezzopane, J. E. M. (Org), Mudanças Climáticas: Efeitos sobre o Espírito Santo, Paco Editorial, 2023, p. 145-176.

OLIVEIRA, M. G. et al. Physiological responses of photosynthesis in black pepper plants under different shade levels promoted by intercropping with rubber trees. Ciência e Agrotecnologia, v. 42, n. 5, p. 513-526, 2018.

OLIVEIRA, D. B. H. S., VANELI, B. P., & TEIXEIRA, E. C. (2024). Aprimoramento do Índice de Segurança Hídrica da ANA: adição do indicador vulnerabilidade a inundações e aplicação na região hidrográfica do rio Jucu, ES - Brasil. Revista de Gestão de Água da América Latina, 21, e15. Disponível em: https://doi.org/10.21168/rega.v21e15

OLIVEIRA, D. B-H. S. (2024). Aprimoramento da modelagem para avaliação de segurança hídrica no contexto do desenvolvimento regional sustentável. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ONU-HABITAT. World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization. Nairobi: UN-Habitat, 2020. Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/>. Acesso em: 19 out. 2024.

ONU-Mulheres. Justiça climática feminista: um marco para ação. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.unwomen.org/sites/default/files/2024-10/feminist-climate-justice-a-frameworkfor-action-overview-pt.pdf>. Acesso em 14 fev. 2025.

PACCHETTI, M. B.; DESSAI, S.; STAINFORTH, D. A.; et al. Assessing the quality of state-of-the-art regional climate information: the case of the UK Climate Projections 2018. Climatic Change, v. 168, n. 1, 2021.

PARTELLI, F. L., ARAÚJO, A. V., VIEIRA, H. D., DIAS, J. R. M., MENEZES, L. F. T. D., & RAMALHO, J. C. Microclimate and development of' conilon' coffee intercropped with rubber trees. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 49, 872–881, 2014.

PARTELLI, F.L. História de Vila Valério: colonização, desenvolvimento e café conilon. 1. ed. Vila Valério - ES: do autor, 2016. v. 1. 164p.

PEDEAG4 - Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba 2023/2024. Disponível em:

https://seag.es.gov.br/Media/Seag/Importacao/SEAG_Pedeag_4_Completo_v2023-1.pdf. Acesso em: 17 de outubro de 2024.

PEREIRA, H.R.; REBOITA, M.S.; AMBRIZZI, T. Características da Atmosfera na Primavera Austral Durante o El Niño de 2015/2016. Revista Brasileira de Meteorologia 32, 293-310, 2017.

PERH-ES. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo. Macroproduto 2. Documento consolidado do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Caderno Diagnóstico. Revisão Final. Fev. 2018. Disponível em: https://perh.es.gov.br/Media/perh/Arquivos%20Biblioteca/Diagn%C3%B3sticos/Diagn%C3%B3stico_Consolidado_PERHES.pdf

PEZZOPANE, JOSÉ RICARDO MACEDO et al. Zoneamento de risco climático para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.

PINHO, L. G. R. et al. Mudanças climáticas e a produção de café conilon na microrregião Centro-Oeste do Estado do Espírito Santo. Revista Ifes Ciência, v. 7, n. 1, 2021.

PONTES, P. R. M.; FAN, F. M.; FLEISCHMANN, A. S.; PAIVA, R. C. D.; BUARQUE, D. C.; SIQUEIRA, V. A.; JARDIM, P. F.; SORRIBAS, M. V.; COLLISCHONN, W. MGB-IPH model for hydrological and hydraulic simulation of large floodplain river systems coupled with open source GIS. Environmental Modelling & Software, v. 94, p. 1-20, 2017.

RAMALHO, J. C., RODRIGUES, A. P., LIDON, F. C., MARQUES, L. M. C., LEITÃO, A. E., FORTUNATO, A. S., et al. Stress cross-response of the antioxidative system promoted by superimposed drought and cold conditions in Coffea spp. PLoS One, 13, e0198694, 2018.

RAMALHO, J. C.; MARQUES, I.; PAIS, I. P.; ARMENGAUD, J.; GOUVEIA, D.; RODRIGUES, A. P.; DUBBERSTEIN, D.; LEITÃO, A. E.; RAKOC˘ EVIC´, M.; SCOTTI-CAMPOS, P.; MARTINS, S.; SEMEDO, M. C.; PARTELLI, F. L.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Stress resilience in Coffea arabica and Coffea canephora under harsh drought and/or heat conditions: selected genes, proteins, and lipid integrated responses. Frontiers in Plant Science, v. 16, 1623156, 2025. DOI: 10.3389/fpls.2025.1623156.

REBOITA, M. S.; OLIVEIRA, K. R.; CORRÊA, P. Y. C.; RODRIGUES, R. Influência dos diferentes tipos do fenômeno El Niño na precipitação da América do Sul. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 2, p. 729-742, 2021

REGOTO, P. P.; DERECZYNSKI, C.; SILVA, W. L.; SANTOS, R.; CONFALONIERI, U. Tendências de extremos de precipitação para o Estado do Espírito Santo. Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 1, p. 365-381, 2018.

REVI, A. et al. Urban Areas in Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

RIBEIRO, R. S. 2022. Atlas de riscos geológico e hidrológico do Estado do Espírito Santo no período 2011-2020: resultados gerais (Atlas of geological and hydrological risks for the state of Espírito Santo in the period 2011–2020: general results). Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 22, n. 4, p. -22, dezembro 2022.

ROCK, E., *"Defining Accountability"*. In *Measuring Accountability in Public Governance Regimes*. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

RODRIGUES, A.P., PAIS, I.P., LEITAO, A.E., DUBBERSTEIN, D., LIDON, F.C., MARQUES, I., et al. Uncovering the wide protective responses in Coffea spp. leaves to single and superimposed exposure of warming and severe water deficit. Frontiers in Plant Science, 14, 1320552, 2024.

RODRIGUES, W.P., MARTINS, M.Q., FORTUNATO, A.S., RODRIGUES, A.P., SEMEDO, J.N., SIMÕES-COSTA, M.C., et al. Long-term elevated air [CO2] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical Coffea arabica and Coffea canephora species. Global Change Biology, 22, 415–431, 2016.

ROZENSWEIG, C. et al. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

SALVADOR, H.P.; BERILLI, A.P.C.G.; RODRIGUES, W.P.; MAZZAFERA, P.; PARTELLI, F.L. A climate change perspective on the selection, development, and management of Coffea canephora genotypes. Advances in Botanical Research, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2024.

SECRETARIA ESPECIAL DE ARTICULAÇÃO E MONITORAMENTO DA CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Atualização dos critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais. Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/copy_of_NotaTcnica12023SADJVISAMCCPR_SEI_00042.000497_2023_74.pdf

SCHEWE, Jacob et al. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 111, n. 9, p. 3245-3250, 2014.

SEMEDO, J. N., RODRIGUES, A. P., LIDON, F. C., PAIS, I. P., MARQUES, I., GOUVEIA, D., et al. Intrinsic non-stomatal resilience to drought of the photosynthetic apparatus in Coffea spp. is strengthened by elevated air [CO2]. Tree Physiology, 41, 708–727, 2021.

SIDERS, A. R. Adaptive Capacity to Climate Change: A synthesis of concepts, methods, and findings in a fragmented field. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, v. 10, n. 3; p. e573, 2019.

SILVA, L. O. E.; ALMEIDA, R. N. d; FEITOZA, R. B. B.; DA CUNHA, M.; PARTELLI, F. L. Modifications in Leaf Anatomical Traits of Coffea spp. Genotypes Induced by Management Season Interactions. Plants, v. 14, p. 828, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/plants14050828.

SMIT, B. & WANDEL, J. Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. Global environmental change, v.16, n.3, p.282-292,2006.

SOARES, W. R., Projeções Climáticas para o Espírito Santo, In: Reis, N. C., Nobre, C. A., Santos, J. M., Pezzopane, J. E. M. (Org), Mudanças Climáticas: Efeitos sobre o Espírito Santo, Paco Editorial, 2023, p. 41-70.

TAIZ, L., ZEIGER, L., MOLLER, I.M., MURPHY, A. Plant physiology and development. Sinauer Associates, Sixth edition. 2014, 888p.

SATYAMURTY, P.; NOBRE, C.A. & DIAS, P.L.S. South America. In: Meteorology of the Southern Hemisphere. American Meteorological Society, p. 119-139, 1998.

TAPAÇA, I.P.E., OBIEZE, C.C., PEREIRA, G.V.M., FANGUEIRO, D., COUTINHO, G., FRAGA, I., PARTELLI, F.L., RAMALHO, J.C., MARQUES, I., RIBEIRO-BARROS, A.IK. Irradiance level and elevation shape the soil microbiome communities of Coffea arabica L. Environmental Microbiome, 19, 75, 2024.

TCU – Tribunal de Contas da União, Manual de Aplicação - Painel Clima Brasil, Maio 2025, disponível em: https://sites.tcu.gov.br/recursos/painelclimabrasil/materiais/Manual_T%C3%A9cnico_Painel_ClimaBrasil.pdf

TEIXEIRA, M. DA. S.; PIETRO, R. B. Eventos Extremos de Chuva no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2004 e 2013. Parte 1: Definição dos Eventos e Estatísticas. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. 1, p. 45-52, 2020.

UNISDR. Como Construir Cidades Mais Resilientes: Um Manual Para Líderes do Governo Local. Genebra, 2017. Disponível em:

https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/documents/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20%5B2017%20Edition%5D_PT_Jan2019.pdf.

UN-Water. (2013). *Water security and the global water agenda: a UN-water analytical brie*f. Ontario: United Nations University, Institute for Water, Environment and Health. Recuperado em 12 de janeiro de 2023, de https://www.unwater.org/publications/water-security-and-global-water-agenda

VAN VUUREN, D. P.; EDMONDS, J.; KAINUMA, M.; et al. The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, v. 109, p. 5, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z.

WEHBE, M.; SALMORAL, G.; LÓPEZ-GUNN, E. M.; SMITHERS, R. J. DIY Manual on engaging stakeholders and citizens in climate adaptation: including tools, good practices, and experiences. Brussels: European Union, 2024.

World Meteorological Organization, 2009, Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation, Geneva, disponível online em: https://library.wmo.int/viewer/48826/

World Meteorological Organization, 2025, **WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level**, Geneva, 10/01/2025, disponível online em: https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level



Foto: CEPDEC/ES

ANEXOS

ANEXO I - ANÁLISE SWOT

Conforme citado anteriormente, a fase de diagnóstico em um planejamento estratégico é o primeiro passo essencial para compreender a situação atual de uma organização, projeto ou região. Esta etapa consiste em uma análise detalhada de todos os fatores internos e externos que podem influenciar o alcance dos objetivos futuros. Durante o diagnóstico, busca-se identificar as condições e circunstâncias existentes, de modo a fornecer uma base sólida para a formulação de estratégias eficientes e realistas. No contexto da construção do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas, a fase de diagnóstico é muito importante para a compreensão das vulnerabilidades e capacidades de adaptação de uma região ou comunidade em relação aos impactos climáticos. Durante o diagnóstico, busca-se identificar as condições e circunstâncias existentes, de modo a fornecer uma base sólida para a formulação de estratégias eficientes e realistas.

Conforme descrito no Capítulo 2, a análise SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) foi empregada neste trabalho para avaliação do contexto atual e dos fatores internos e externos que podem influenciar a adaptação climática da região. Dessa forma, a análise SWOT é composta pelos seguintes elementos:

1. **Forças**: Identificação de elementos internos que representam vantagens para a adaptação climática. Isso pode incluir políticas ambientais já estabelecidas, financiamento existente, recursos naturais abundantes, tecnologia atual de monitoramento climático, expertise técnica e/ou científica local, entre outros. O reconhecimento das forças ajuda a definir quais ativos e capacidades podem ser alavancados no Plano de Adaptação.

2. **Fraquezas**: Avaliação de fatores internos que podem dificultar a implementação de estratégias de adaptação. Pode incluir falta de infraestrutura adequada, insuficiência de recursos financeiros, limitações tecnológicas, baixa capacidade institucional, e escassez de dados climáticos regionais. Identificar essas fraquezas permite que o Plano contemple estratégias para superá-las, seja por meio de capacitação, parcerias, ou outras abordagens.

3. **Oportunidades**: Análise de fatores externos que podem ser explorados para fortalecer a adaptação às mudanças climáticas. Inclui a identificação de novas fontes de financiamento federal e internacional para ações climáticas, integração dos esforços estaduais com políticas climáticas municipais, nacionais e internacionais, e avanços tecnológicos que facilitam o monitoramento e previsão de eventos climáticos extremos. As oportunidades ajudam a direcionar o Plano para maximizar os benefícios das condições externas favoráveis.

4. **Ameaças**: Identificação de fatores externos que representam riscos para o sucesso do Plano de Adaptação. Isso pode incluir a ocorrência de eventos climáticos

extremos mais frequentes e severos, alterações nas políticas econômicas e ambientais que limitem ações de adaptação, dependência excessiva de setores vulneráveis às mudanças climáticas (como agropecuária e pesca), e resistência política ou social às mudanças necessárias. Reconhecer essas ameaças é essencial para que o Plano inclua estratégias de mitigação de riscos e respostas a possíveis obstáculos.

A aplicação da análise SWOT na fase de diagnóstico ajuda a compreender a situação atual da região em relação às mudanças climáticas, orientando o desenvolvimento de estratégias mais realistas e adaptadas ao contexto local. Isso assegura que o PAMCES seja construído com uma visão clara das capacidades internas, dos desafios que devem ser superados e das oportunidades que podem ser aproveitadas para promover a adaptação.

A análise SWOT foi conduzida por especialistas acadêmicos de cada uma das áreas relacionadas aos eixos de adaptação, em conjunto com servidores das secretarias envolvidas (conforme descrito no Capítulo 2). O processo incluiu entrevistas, reuniões, análise documental e workshops colaborativos com a participação de diversas secretarias e órgãos públicos. Além disso, os fatores identificados na análise SWOT foram submetidos à validação do Grupo de Sustentação durante a elaboração da Versão I do PEAMC, como parte do processo de detalhamento progressivo e de validação sucessiva descrito no Capítulo 2.

Os fatores da análise SWOT para cada eixo de adaptação foram utilizados para identificar os desafios estratégicos, entendidos como as barreiras ou obstáculos que precisam ser superados para implementar o Plano de Adaptação, considerando as Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças presentes na realidade estadual.

No eixo de Recursos Hídricos, a análise SWOT apresentada na Tabela A.1 permitiu identificar que os desafios estratégicos para a adaptação climática estão voltados, por exemplo, ao fortalecimento do monitoramento hidroclimatológico, criação de sistemas de alerta de eventos extremos e garantia de financiamento para adaptação, conforme mostrado na Tabela A.2. No eixo da Agropecuária e Silvinocultura, a análise SWOT (Tabela A.3) levou aos desafios (Tabela A.4) cuja atenção está voltada, principalmente, para a expansão da infraestrutura de armazenamento de água, fomento de inovações adaptativas e redução da degradação ambiental. Em Saúde (Tabelas A.5 e A.6), a preocupação é enfrentar o avanço das arboviroses, descentralizar diagnósticos e capacitar equipes de vigilância. A Infraestrutura (Tabelas A.7 e A.8) requer coordenação interinstitucional e monitoramento de vulnerabilidades para prevenir desastres, além de modernizar normas para barragens e desenvolver infraestrutura resiliente. A Proteção e Defesa Civil (Tabelas A.9 e A.10) concentra-se em fortalecer a capacidade de resposta, criar protocolos específicos para eventos climáticos e integrar ações estaduais com programas federais. Por fim, no eixo de Cidades (Tabelas A.11 e A.12), há desafios em superar restrições

orçamentárias, integrar governança multinível e implementar infraestruturas verdes para mitigar os riscos climáticos.

Os desafios estratégicos mapeados em cada eixo temático formaram a base para a criação das Ações Estratégicas identificadas no Capítulo 4 que respondem às questões prioritárias e permitirão ampliar a capacidade do Estado de se preparar e de se adaptar de forma eficaz aos impactos das mudanças climáticas.

Tabela A1. Análise SWOT para o Eixo Temático de Recursos Hídricos.

Recursos Hídricos		
Fatores SWOT		
Fatores Internos	**Pontos Fortes**	1. **Política de Estado:** O Estado do Espírito Santo têm sido referência nacional nas temáticas de gestão dos recursos hídricos, segurança hídrica e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas diversas esferas. De fato, a pauta dos recursos hídricos tem aparecido como uma política de Estado, despertando grande preocupação e com diversos investimentos do governo, a exemplo do: Projeto "Água na Medida", voltado às microbacias hidrográficas de bases agrícola e familiar, envolvendo pesquisa e inserção de tecnologia para manejo da irrigação de pequenos produtores; o Proesam (Programa Estadual de Sustentabilidade Ambiental e Apoio aos Municípios), por meio do qual os municípios que aderirem se comprometem a cumprir um quadro de metas previamente estabelecidas, mediante pagamento pelo cumprimento delas; o "Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem do Estado do Espírito Santo - Águas e Paisagens I", em parceria do Estado com o Banco Mundial cuja meta é promover a gestão integrada sustentável das águas, solo e recursos por meio de intervenções nas áreas de recursos hídricos, drenagem, gestão de mananciais, recuperação da cobertura florestal, saneamento ambiental, gestão de riscos e prevenção de desastres.
		2. **Políticas Climáticas Existentes:** o Estado desenvolveu seu Plano Estadual de Descarbonização e o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas, os quais já estabelecem uma base importante para as ações de mitigação e adaptação. Essas políticas permitem uma transição ordenada para a mitigação, ao mesmo tempo em que apresentam ações para a preservação dos recursos hídricos enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Com elas, o Estado busca fortalecer sua capacidade de enfrentar os efeitos das mudanças climáticas.
		3. **Instituto de Estudos Climáticos do Espírito Santo - IEC-ES:** O governo do Estado, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) criou o IEC por meio de um acordo de cooperação entre a Universidade Federal do Espírito Santo, FAPES e VALE, com o objetivo de estimular a formação e qualificação de pesquisadores nas temáticas de mudanças climáticas e de integrar competências entre academia e setor produtivo. Portanto, o instituto tem sido importante para estudar as mudanças climáticas e seus efeitos no Estado, além de auxiliar na proposição de medidas de adaptação de forma a tornar a sociedade e a economia mais resilientes às mudanças climáticas.
		4. **Programa Progestão:** O Estado aderiu ao programa, regulamentado por meio da Resolução ANA nº 379/2013, o qual realiza pagamento por alcance de metas. O programa é desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA) e tem a Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH como a entidade coordenadora no Estado. Esse tem sido um importante instrumento por meio do qual o Estado busca promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual, além de

fortalecer o modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo.

5. **Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo (SIGERH/ES):** O Estado possui um Sistema bem estabelecido e composto, dentre outros, pelo CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos, pela SEAMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, pela AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos e pelos CBHs – Comitês de Bacia Hidrográfica (15 comitês estabelecidos). O Sistema tem papel fundamental para assegurar a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos.

6. **FUNDÁGUA:** Fundo Estadual de Recursos Hídricos e Florestais do Espírito Santo, com objetivo de dar suporte financeiro à implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações nela previstas; à implementação de ações, programas e projetos voltados à segurança hídrica; à manutenção, recuperação e ampliação da cobertura florestal; e ao aperfeiçoamento de profissionais da área ambiental e correlatas.

7. **Monitoramento Hidrometeorológico e de Qualidade da Água:** Estado possui uma rede de monitoramento própria, contando atualmente com 28 estações e atua em parceria com empresas e instituições públicas e privadas para acesso à dados. As informações do monitoramento estadual estão disponibilizadas para acesso público e permitem avaliar as condições dos recursos hídricos e suas variações.

8. **Monitor de Dados Fluviométricos por Telemetria – Agerh-ES:** A Agerh mantém um monitoramento fluviométrico dos rios capixabas com uso de informações de Estações Telemétricas operadas por diferentes Instituições, permitindo ao usuário identificar, de forma amigável, os pontos de monitoramento e acessar os dados fluviométricos de forma organizada e adequada para subsidiar a análise de eventos hidrológicos. O monitor conta uma um sistema Web que apresenta as informações hidrológicas do monitoramento em tempo real.

9. **HidroES - Sistema de monitoramento e previsão de variáveis hidrológicas (chuva e vazão):** A partir de um acordo de Cooperação Técnica celebrado entre a Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH-ES, o Ministério Púbico do Estado do Espírito Santo – MP/ES e a ArcelorMittal Tubarão, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), via Fundação Espírito-santense de Tecnologia (FEST) desenvolveu um Sistema de Monitoramento em tempo real das informações disponíveis em estações telemétricas, apresentando informações de previsão de chuva de vazões nos principais rios com até 10 dias de antecedência, além de avaliar e disponibilizar níveis e emissão de alerta para eventos extremos (chuva e/ou vazão). O sistema foi inicialmente implementado na bacia do rio Santa Maria da Vitória, mas tem previsão de ampliação para todo o Estado, incluindo acesso às informações via web. O sistema está em operação pela Agerh/ES, com disponibilização de informações de forma fácil, rápida, intuitiva e amigável a qual cidadão por meio de um aplicativo para smartphone (HidroES).

10. **SARI – Sistema de Alerta do rio Itapemirim:** A Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) desenvolveu, de forma autônoma e inovadora, um modelo matemático para estimativa do nível do rio Itapemirim a partir de dados de

estações telemétricas disponibilizados para a bacia pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O sistema é uma plataforma digital pública que disponibiliza os dados do monitoramento da vazão dos rios da bacia hidrográfica e prever, com seis horas de antecedência, o risco de inundação na zona urbana do município de Cachoeiro de Itapemirim. Dessa forma, a Defesa Civil Municipal tem a sua disposição uma ferramenta robusta que auxilia nas suas ações e tomadas de decisão durante eventos críticos. Além disso, o desenvolvimento do próprio sistema faz parte das iniciativas da Agerh para uma gestão eficiente dos recursos hídricos e demonstra a capacidade técnica das equipes do Núcleo de Geomática, Monitoramento e Tecnologia da Informação (Nutgeo) e da Gerência de Gestão e Infraestrutura Hídrica (GGIH).

11. **QualiRios – Programa de Monitoramento das Águas Interiores do Estado do Espírito Santo:** Executado pela Agerh, por meio do Núcleo de Qualidade e Pesquisa em recursos hídricos da Agência (NUQUAP), tem realizado o monitoramento sistemático da qualidade das águas dos principais rios e lagoas do Espírito Santo, contribuindo para a gestão dos recursos hídricos.

12. **Probacias – Programa para a Conservação e a Revitalização de Bacias Hidrográficas no Estado do Espírito Santo:** Por meio desse programa, tem sido possível definir e executar ações que visam preservar e conservar as Bacias Hidrográficas do Estado. As ações executadas buscam promover um processo sustentável de uso e gestão dos recursos hídricos, a melhoria das condições socioambientais, o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade de água para usos múltiplos, de forma participativa, integrada e permanente, pelos Governos Estadual e Municipais do Espírito Santo e Sociedade Civil Organizada.

13. **Alerta-ES:** O Alerta-ES é um sistema integrante do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil (Siepdec), com a finalidade de dotar o Estado do Espírito Santo de uma estrutura integrada de planejamento, ordenação e análise das informações de mapeamento, monitoramento, previsão e alerta de extremos meteorológicos, hidrológicos, geológicos e oceanográficos.

14. **Programa Capixaba de Mudanças Climáticas:** O programa engloba os órgãos da Administração Estadual, unindo-os por meio de projetos e iniciativas alinhadas à temática climática, tendo como finalidade coordenar e integrar esforços, políticas públicas e ações concretas. Tendo como foco central a redução e estabilização da concentração dos GEE na atmosfera, o programa tem buscado mitigar seu impacto e estabelecer condições que possibilitem a adaptação às consequências derivadas das alterações climáticas

15. **Fundo CidadES:** O governo estadual criou o Fundo Cidades, que disponibiliza apoio financeiro por meio de repasse direto de verbas aos municípios, contemplando investimentos públicos na elaboração de carteira de projetos municipais, e preparando os municípios capixabas para captação de recursos e execução de investimentos que impactam diretamente na vida dos munícipes. Esse fundo teve suas ações recentemente ampliadas para incluir projetos e obras voltados para a redução dos impactos ambientais causados pelas mudanças climáticas, prevenindo e mitigando as consequências das cheias e secas, com ações prioritárias de preservação e recuperação de áreas atingidas por desastres naturais e busca pela segurança hídrica.

16. **Programa Estadual de Segurança Hídrica – Águas e Paisagem II:** Em parceria com o Banco Mundial, o governo do Espírito Santo investirá R$ 582 milhões neste programa, voltado para minimizar os riscos de inundações e estiagens, em um contexto de mudanças climáticas. Além disso, o programa fortalecerá a capacidade do Estado de gerenciar seus recursos hídricos e enfrentar eventos hidrológicos extremos, reforçando a segurança hídrica das cidades capixabas.

17. **Programa Reflorestar - ES:** Este programa é uma das principais iniciativas estaduais voltadas para a restauração florestal e a conservação dos recursos naturais, originalmente concebido para a preservação dos recursos hídricos do Estado. Com foco na recuperação de áreas degradadas e produção de água, o Reflorestar contribui diretamente para o fortalecimento da resiliência ambiental e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, essenciais em um contexto de mudanças climáticas.

18. **Programa de Regularização Ambiental:** Além de se destacar nacionalmente com cerca de 70% de imóveis com Cadastro Ambiental Rural (CAR) validado, o Estado regulamentou o Programa de Regularização Ambiental do Estado do Espírito Santo (PRA-ES), previsto pela Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), oferecendo condições para que os produtores recuperem seus passivos ambientais, por maio da regularização ambiental de propriedades e posses rurais com áreas que precisam ser recuperadas ambientalmente. O programa tem impacto direto na produção de água, com proteção de reservação, recuperação de áreas de apps e áreas degradas, influenciando na quantidade e qualidade do armazenamento de água.

19. **Programa Estadual de Construção de Barragens:** Programa conta com investimentos por meio da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) para a construção de reservatórios e barragens. Com essas ações, o programa possibilita ampliar a segurança hídrica para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e para usos múltiplos, como irrigação, abastecimento, contenção de cheias, buscado mitigar dos impactos da estiagem.

20. **Discussões Organizadas do Setor Produtivo:** A Findes promove discussões sobre perturbações climáticas e adaptações necessárias, envolvendo empresários e especialistas, o que fortalece o engajamento do setor produtivo na busca por soluções.

Pontos Fracos

1. **Monitoramento Hidroclimatológico**: O Estado possui uma rede de monitoramento hidroclimatológico integrada à rede de monitoramento nacional, permitindo acompanhar a variabilidade hidrológica e a realização de estudos sobre o comportamento dos recursos hídricos. Apesar disso, esse monitoramento ainda é deficitário em modernização, infraestrutura tecnológica e equipe técnica dedicada, com densidade de estações ainda insuficiente para o monitoramento integral dos principais rios. A bacia do rio Santa Maria da Vitória, por exemplo, juntamente com a bacia do rio Jucu, são os dois principais mananciais de abastecimento da Região Metropolitana da Grande Vitória, mas tem monitoramento escasso de vazão e qualidade da água. Sem informações consistentes e precisas, os municípios enfrentam desafios na avaliação e no monitoramento dos riscos.

2. **Deficiência no Entendimento dos Riscos aos Recursos Hídricos:** o Estado sofre a influência de fatores atmosféricos e configurações espaciais que afetam o seu ciclo hidrológico e têm impactos da variação de temperatura em decorrência das mudanças climáticas. No entanto a falta de entendimento assertivo em escala local dos diversos riscos climáticos e os impactos nos recursos hídricos no curto, médio e longo prazo, prejudica a definição, priorização e implementação de medidas de adaptação.

3. **Falta de Monitoramento dos Riscos:** embora haja diversos investimentos em projetos vinculando riscos climáticos e recursos hídricos, o Estado não possui um monitoramento contínuo dos riscos de eventos extremos relacionados aos recursos hídricos. Entender esses riscos climáticos e monitorar sua ocorrência é importante para que se desenvolvam ações eficientes para adaptação e para a tomada de decisão mais assertiva.

4. **Ausência de monitoramento constante:** o Estado não dispões de um órgão/setor específico para lidar com o monitoramento constante e em tempo real da variabilidade dos recursos hídricos no Estado. Embora as instituições existentes tenham lidado com o monitoramento, há dificuldade para a integração e centralização do monitoramento e análises de dados, assim como os recursos humanos para isso têm sido limitados.

5. **Ausência de sistema de previsão e alerta:** embora ações isoladas como o Alerta-ES, SARI e HidroES, o Estado não possui um Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de todas as suas bacias hidrográficas, para variáveis como chuva, vazão, níveis d'água nos rios, áreas inundadas e movimentos de massa. Esse tipo de sistema, vinculado ao monitoramento, é essencial para o suporte quando da possibilidade de ocorrência de eventos extremos, permitindo que a resposta e as ações possam ser mais assertivas.

6. **Segurança hídricos deficitária:** o Estado tem enfrentado, a cada ano, eventos de cheias e secas que se traduzem em diversos impactos sociais e econômicos. Verifica-se que o Estado ainda não está preparado para lidar de forma eficiente com esses eventos e a sua segurança hídrica mostra-se ainda é deficitária, com ações incipientes e nem sempre integradas. O abastecimento público da RMGV, por exemplo, não havia sido planejado com uso de reservatórios, passando por dificuldade em períodos de seca. Necessidade de acompanhamento do índice de perdas de água nos sistemas de distribuição. A baixa conservação ambiental no Espírito Santo agrava o impacto dos eventos climáticos extremos, como enchentes e secas.

7. **Ausência de integração entre ações nas diferentes esferas:** A fragmentação institucional entre os diferentes níveis de governo e a falta de governança integrada dificultam a coordenação das ações de mitigação e adaptação, especialmente em nível municipal. O Estado pouca integração de ações entre as esferas federais, estaduais e municipais, especialmente àquelas voltadas à adaptação climática.

8. **Revisão de Planos de Bacias Hidrográficas:** as bacias hidrográficas do Estado possuem seus Planos de Recursos Hídricos, assim como Estado possui seu Plano Estadual de Recursos Hídricos. No entanto, verifica-se ausência de estudos que

considerem os efeitos esperados das mudanças climáticas nos prognósticos desses planos e, consequentemente, nos seus programas, ações e metas.

9. **Restrições de ações em eixo específico de adaptação climática:** programas importantes do Estado, mesmo com ações de mitigação dos impactos das mudanças climáticas, como o Fundo CidadES Fundo Estadual de Apoio ao Desenvolvimento Municipal – Cidades) e o Proesam (Programa Estadual de Sustentabilidade Ambiental e Apoio aos Municípios), ainda não possuem ações em eixo específico de adaptação climática.

10. **Ausência de monitoramento da exploração dos aquíferos:** as águas subterrâneas vêm assumindo um importante e relevante papel como fonte de abastecimento, especialmente a medida em que as mudanças climáticas se intensificam e as crises hídricas se tornam mais frequentes. O Estado do Espírito Santo tem um bom potencial de extração de água subterrânea, especialmente na porção Leste-Nordeste, mas pouquíssimas cidades são abastecidas com águas subterrâneas. Estado carece de dados sobre a disponibilidade hídrica dos aquíferos, não possuindo também uma rede de monitoramento da qualidade da água subterrânea. Apesar de possuir um Cadastro Estadual de Usuários de Águas Subterrâneas, permitindo a regularização dos usuários de recursos hídricos subterrâneos, ainda há necessidade de pesquisas que ajudem a tornar mais sustentável o uso desse recurso.

11. **Percentual Relativamente Baixo de Recuperação Florestal:** A baixa conservação ambiental no Espírito Santo agrava o impacto dos eventos climáticos extremos, como enchentes e secas. A falta de proteção de áreas naturais afeta a capacidade de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que essas áreas desempenham um papel vital na regulação dos ecossistemas e na contenção de desastres naturais. Apesar de programas importantes como o Reflorestar e Águas e Paisagens II, as ações de recuperação florestal com intuito de aumentar o armazenamento de água na bacia são tímidas.

12. **Limitada segurança hídrica para o pequeno produtor rural:** a agricultura familiar no Estado é uma importante fonte de renda no campo e tem grande força na produção de alimentos e nas áreas social, econômica e cultural. No entanto, esses produtores sofrem com as secas cada vez mais recorrentes e com ausência de política pública que permita ter acesso a créditos para financiar a criação seus próprios sistemas de reservação, reduzindo os riscos de escassez hídrica.

13. **Ausência de um monitor estadual de seca:** o Estado sempre foi atingido por secas, com diferentes magnitudes e impactos, as quais têm se intensificado ao longo dos anos e há previsão de intensificação com as mudanças climáticas. Apesar disso, o Estado ainda não está preparado para enfrentar esses eventos, faltando um plano de contingência de secas com planejamento de longo prazo e atualização contínua. O Brasil possui um Monitor de Secas que fornece suporte à tomada de decisões para gestão de risco, fornecendo resultados mensalmente do grau de severidade das secas nos Estados e municípios. Porém, não há um monitor a nível estadual, com informações mais detalhas e um processo de acompanhamento regular e periódico da situação local que permita melhorar uma tomada de decisão.

		14. **Falta de capacidade técnica dedicada:** Apesar das políticas estaduais voltadas para as mudanças climáticas, muitas prefeituras e o Estado não dispõem de pessoal capacitados e dedicado, ou possui em quantidade insuficiente, para lidar com os riscos relacionados aos recursos hídricos. A falta de recursos humanos, associada a falta de recursos financeiros, impede a implementação de ações eficazes para adaptação os impactos climáticos.
		15. **Restrições Orçamentárias e Fragmentação Institucional:** Os municípios capixabas, em sua maioria, enfrentam severas restrições orçamentárias, limitando sua capacidade de implementar projetos de adaptação climática em larga escala. A fragmentação institucional entre os diferentes níveis de governo e a falta de governança integrada também dificultam a coordenação das ações de mitigação e adaptação, especialmente em nível municipal. Lacunas na regulamentação e incentivos para fontes alternativas de água dificultam a adoção em larga escala de fontes alternativas como reuso de água tratada e dessalinização no setor industrial. Apesar da existência de fundos, incertezas regulatórias, riscos cambiais e modelos de concessão complexos dificultam a atração de investimentos privados (especialmente externos) para projetos hídricos resilientes.
Fatores Externos	**Oportunidades**	1. **Sistema Nacional de Alerta de Desastres:** O novo Sistema de Alerta de Desastres, em andamento pelo governo Federal, tem previsão de incluir todos os municípios do país e mostra-se uma ferramenta importante de alerta de eventos hidrológicos extremos. É uma oportunidade de o Estado desenvolver e integrar à sua operação um sistema estadual de monitoramento, previsão e alerta.
		2. **Inovação e Parcerias com Universidades:** A criação de parcerias com universidades e centros de pesquisa, como o Instituto Jones dos Santos Neves, pode ajudar a desenvolver e aplicar soluções inovadoras para os desafios climáticos. O setor privado tem investido em projetos que visam a sustentabilidade e inovações, especialmente incluindo a Universidade. Tecnologias como sistemas de monitoramento, previsão e alerta eficientes, podem ser implantadas em todo o Estado por meio dessas parcerias, promovendo uma avaliação contínua e sistemática da situação dos recursos hídricos e impactos relacionados.
		3. **Captação de Recursos Internacionais**: O Espírito Santo tem a oportunidade de captar recursos de fundos climáticos internacionais que apoiam projetos de mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Esses recursos poderiam ser destinados à conservação de biomas e reflorestamento, além de infraestruturas. O acesso a esses fundos é uma oportunidade para superar as limitações orçamentárias dos municípios e viabilizar projetos climáticos de maior escala.
		4. **Desenvolvimento e regulamentação de fontes hídricas alternativas:** Potencial para investir e criar normas para o uso de água de reuso (industrial e doméstico tratado), dessalinização (longo prazo), captação de água de chuva e exploração sustentável de aquíferos, diversificando a matriz hídrica e aumentando a segurança.
	Ameaças	1. **Intensificação dos Eventos Climáticos Extremos**: O clima no Estado apresenta alta variabilidade devido a presença de duas regiões naturais distintas: a região litorânea e a região serrana. A existência de uma região serrana próxima ao mar

favorece a ocorrência de eventos extremos de precipitação e consequentes alagamentos. O regime de precipitação do Estado também fortemente afetado por diversos fenômenos atmosféricos, especialmente ZCAS, ASAS e ENOS nas fazes EN e LN. As mudanças climáticas estão influenciando esses fatores intensificando as alterações no regime hidrológico do Estado, percebendo-se maior frequência de ocorrência de chuvas intensas em curto espaço de tempo e períodos secos cada mais duradouros. A porção norte e o centro-oeste capixaba por exemplo, vem apresentando maior risco de ocorrência de secas e estiagens, enquanto a porção sul, incluindo a faixa leste capixaba, apresentando maior potencial para inundações e alagamentos. Essas mudanças impões necessidades de ações para garantir a segurança hídrica estadual e adaptação aos cenários climáticos futuros. A interdependência entre infraestrutura hídrica, energética e logística podem, em situações de ocorrência de eventos climáticos extremos (como inundações), não apenas afetar diretamente os recursos hídricos, mas também comprometer a infraestrutura energética e de transportes, impactando cadeias de suprimento e a continuidade de serviços essenciais e atividades econômicas dependentes de água.

2. **Abastecimento público muito dependente de condições climáticas:** O Espírito Santo (ES) frequentemente passa por fortes estiagens em decorrência da longa falta de chuvas no Estado. Uma das consequências mais graves desta situação é o racionando água para a população. O sistema de abastecimento público, como o da Região Metropolitana da Grande Vitória, tem grande dependência das condições climáticas e pode ser mais bem adaptado às alterações do clima. Os investimentos em reservação ainda estão iniciando, faltando ações integradas de conservação de água.

3. **Pressão Sobre os Recursos Hídricos**: O desmatamento e o assoreamento dos rios estão agravando a pressão sobre os recursos hídricos, comprometendo o volume e a qualidade das águas, representando uma grave ameaça à agropecuária e ao abastecimento de água para a população e setores produtivos. Esse cenário aumenta os riscos de conflitos pelo uso da água, principalmente em períodos de seca prolongada. Além disso, o aumento do nível do mar pode contribuir para a salinização dos corpos d'água nas porções mais próximas ao litoral, prejudicando a biodiversidade e a qualidade da água para uso rural e urbano. Soma-se a isso a existência de bacias hidrográficas de domínio federal.

4. **Restrições e Dificuldades na Captação de Recursos**: A captação de recursos para projetos de adaptação climática enfrenta diversas barreiras, como a competição por fundos limitados e a necessidade de conformidade com critérios rigorosos impostos por financiadores internacionais. Essas dificuldades comprometem a implementação de iniciativas essenciais para aumentar a resiliência das cidades capixabas, especialmente nas áreas mais vulneráveis.

Tabela A2. Desafios Estratégicos para o Eixo Temático de Recursos Hídricos.

Recursos Hídricos

1. **Fortalecer o monitoramento hidroclimatológico:** A escassez de dados hidroclimatológicos qualificados e sistematizados sobre os recursos hídricos e os riscos climáticos dificulta um planejamento eficaz. O monitoramento hidroclimatológico é essencial para acompanhar a variabilidade dos recursos hídricos. Estabelecer sistemas contínuos e integrados de coleta de dados será fundamental para direcionar políticas públicas, realizar estudos e projetos, priorizar ações de adaptação e desenvolver sistemas de previsão e alerta robusto. Para esse fortalecimento, será necessário:

    a) Ampliar e modernizar do monitoramento hidrometeorológico, especialmente os de telemetria, e de qualidade da água existente: o Estado necessita realizar estudos para avaliação das necessidades de ampliação da rede atual, integrando os sistemas existentes e criando infraestrutura adequada.

    b) Desenvolver mecanismos para um monitoramento contínuo dos riscos de eventos extremos relacionados aos recursos hídricos, permitindo identificar os efeitos locais das mudanças climáticas e fortalecendo ações de mitigação e adaptação aos riscos.

    c) Definir órgão/setor específico para lidar com o monitoramento constante e em tempo real da variabilidade dos recursos hídricos no Estado, contando com infraestrutura de governança e garantia de permanência de corpo técnico capacitado.

    d) Efetivar monitoramento e medição da exploração dos aquíferos e de todos os mecanismos que podem intensificar as pressões nos recursos hídricos.

    e) Criar um monitor de secas estadual, com geração de informações detalhadas e um processo de acompanhamento regular e periódico da situação local que permita melhorar uma tomada de decisão.

2. **Mitigar a deficiência em previsibilidade e alerta de eventos extremos:** Um Sistema de Previsão Hidroclimatológico e de Alerta de Eventos extremos permite uma gestão mais adequada dos recursos hídricos e mitigação aos eventos críticos. Como auxílio no processo de tomada de decisão, o conhecimento das condições hidrológicas em tempo real, como estimativas de chuva, vazão e níveis futuros permitem aos usuários da água, aos governos e à sociedade civil tomarem providências para enfrentar cenários críticos como o de escassez hídrica, com: redução gradual da demanda hídrica, realocação de equipamentos, campanhas públicas para solicitar atenção da população, acordos comunitários para o uso compartilhado das águas, entre outros. Para a mitigação, são necessários:

    a) Integrar e ampliar os atuais sistemas de previsão e alerta, como o Alerta-ES, SARI e Hidro-ES, acoplado ao monitoramento hidroclimatológico é fundamental para o suporte e tomadas de decisões mais assertivas na possibilidade de ocorrência de eventos críticos ou durante a sua ocorrência.

b) Efetivar um sistema de alerta de desastre integrando ações estaduais e municipais com o novo Sistema de Alerta de Desastres nacional, permitindo que o Estado tenha um instrumento indicativo da situação de risco de desastre previsível em curto prazo (alguns dias de antecedência).

3. **Superar as Restrições Orçamentárias e Garantia de Financiamento Suficiente:** Um dos maiores desafios para os municípios capixabas é a limitação orçamentária. Muitas cidades enfrentam dificuldades financeiras para implementar projetos de adaptação de grande escala. A obtenção de financiamento é, portanto, um aspecto crítico. Para superar essa limitação será necessário:

    a) Captar recursos internacionais: A adesão a fundos internacionais e outros programas de apoio às políticas de resiliência climática é uma oportunidade muito importante para garantir o financiamento de iniciativas de adaptação aos impactos climáticos sobre os recursos hídricos.

    b) Ampliar Parcerias Público-Privadas (PPP): A colaboração entre o setor público e o privado pode facilitar a realização de estudos que busquem garantir a segurança hídrica do Estado frente aos efeitos climáticos futuros. A parceria pode ajudar a desenvolver e aplicar soluções inovadoras para os desafios climáticos, bem como implementação de projetos. Essas parcerias são fundamentais para mobilizar recursos e compartilhar riscos em projetos de longo prazo. O desenvolvimento de incentivos fiscais e regulatórios poderia facilitar a parceria público-privada e reduzir os custos finais para o Estado.

4. **Fortalecer e ampliar os recursos de fundos e programas estaduais existentes:** O Estado possui diversos programas e fundos voltados para ações de mitigação aos efeitos das mudanças climáticas, mas muitos deles precisam incluir ações específicas relacionadas a adaptação.

    a) Incluir ações em eixo específico de adaptação às mudanças climáticas relacionadas aos recursos hídricos em programas como Fundo CidadES, Proesam e outros.

    b) Efetivar a articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual no âmbito do Programa Progestão.

    c) Fortalecer o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e Florestais (FUNDAGUA) do Espírito Santo no âmbito dos efeitos das mudanças climáticas.

    d) Ampliar o escopo do Programa Estadual de Sustentabilidade Ambiental e Apoio aos Municípios (Proesam) com ações relacionadas à adaptação às mudanças climáticas.

    e) Garantir a manutenção e ampliação das ações do Programa para a Conservação e a Revitalização de Bacias Hidrográficas no Estado do Espírito Santo (Probacias) que visam preservar e conservar as Bacias Hidrográficas do Estado de forma resiliente e adaptada aos impactos das mudanças climáticas.

5. **Fortalecer a Segurança Hídrica do Estado:** Garantir uma segurança hídrica resiliente e adaptada às mudanças climáticas permite que o Estado tenha mais facilidade em lidar

com os efeitos climáticos futuro extremos (cheias e secas), com maior assertividade e priorização de ações, além de planejamento adequado. Esses desafios envolvem:

a) Garantir a continuidade de programas como o "Programa Capixaba de Segurança Hídrica - Águas e Paisagem II" fortalecerá a capacidade do Estado de gerenciar seus recursos hídricos e enfrentar eventos hidrológicos extremos.

b) Ampliar a conservação ambiental no Espírito Santo com manutenção e adaptação do programa Reflorestar aos efeitos das mudanças climáticas em suas ações de recuperação de áreas degradadas.

c) Fortalecer o Instituto de Estudos Climáticos do Espírito Santo - IEC-ES estimulará a formação e qualificação de pesquisadores nas temáticas de mudanças climáticas e a integração de competências entre academia e setor produtivo, além de auxiliar na proposição de medidas de adaptação de forma a tornar a sociedade e a economia mais resilientes às mudanças climáticas.

d) Minimizar os impactos das secas cada vez mais recorrentes e adotar política pública que permita ao pequeno produtor rural ter acesso a créditos para financiar a criação seus próprios sistemas de reservação, reduzindo os riscos de escassez hídrica. A agricultura familiar tem grande importância econômica e social no Estado.

e) Desenvolver o Programa de Regularização Ambiental (PRA-ES) considerando os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. A recuperação dos passivos ambientais dos produtores rurais, por meio da regularização ambiental de propriedades gera impacto direto na produção de água, com proteção de reservação, recuperação de áreas de apps e áreas degradas, influenciando na quantidade e qualidade do armazenamento de água.

f) Construir reservatórios de água possibilita ampliar a segurança hídrica para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e para usos múltiplos, como irrigação, abastecimento, contenção de cheias, buscado mitigar dos impactos da estiagem. É necessário garantir a efetivação e ampliação de programas como o Programa Estadual de Construção de Barragens.

g) Promover a diversificação da matriz hídrica e eficiência no uso da água: **Incentivar e regulamentar fontes alternativas (reuso, dessalinização, água de chuva), revisar o PERH à luz das mudanças climáticas, investir na redução de perdas nos sistemas de distribuição e fomentar o uso eficiente na indústria e agropecuária.**

h) **Fomentar a implementação de Infraestruturas Verdes e Soluções baseadas na Natureza (SbN) para segurança hídrica: Promover a restauração florestal em áreas de recarga, a recuperação de matas ciliares e a adoção de técnicas de manejo de solo e água que aumentem a infiltração e reduzam o escoamento superficial**

6. **Fortalecer a Governança Multinível e Capacitação Técnica:** A falta de governança integrada e a fragmentação institucional são entraves para a implementação de uma política climática eficiente. Superar esses desafios exige:

a) Capacitar Gestores Públicos e Equipes Técnicas: Os gestores municipais e técnicos locais precisam ser capacitados para lidar com os desafios climáticos. Isso inclui a formação continuada em temas como gestão de recursos

hídricos, monitoramento, previsão e alerta, gestão de riscos climáticos e captação de recursos financeiros.

b) Estruturar uma Governança Multinível: É necessário desenvolver uma governança climática integrada entre os diferentes níveis de governo (municipal, estadual e federal) para assegurar a coordenação eficiente das políticas de adaptação. O Programa Capixaba de Mudanças Climáticas é um bom exemplo em projetos com a finalidade de coordenar e integrar esforços, políticas públicas e ações concretas. A criação de conselhos municipais de mudanças climáticas pode garantir uma abordagem mais participativa e intersetorial.

7. **Realizar o manejo sustentável dos recursos hídricos:** A adequada proteção, gestão e uso sustentável dos recursos hídricos será essencial para garantir a resiliência do Estado em face das secas e variações climáticas extremas e mitigar as pressões sobre esse recurso.

8. **Priorizar e integrar as ações de adaptação aos riscos climáticos:** Os investimentos do governo estadual nas temáticas de gestão dos recursos hídricos, segurança hídrica e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas diversas esferas têm sido intensos, mas necessitam de integração das ações realizadas, especialmente destinadas à adaptação climática, além de priorização dessas ações.

9. **Ampliar o entendimento dos riscos aos recursos hídricos:** O entendimento assertivo em escala local dos diversos riscos climáticos e os impactos nos recursos hídricos no curto, médio e longo prazo, facilita a definição, priorização e implementação de medidas de adaptação.

10. **Fortalecer os Planos de Bacias Hidrográfica frente às mudanças climáticas:** Os planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas do Estado e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (seus programas, metas e ações) necessitam ser reavaliados à luz dos efeitos esperados das mudanças climáticas.

Tabela A3. Análise SWOT para o Eixo Temático de Agropecuária e Silvicultura.

Agropecuária e Silvicultura		
Fatores SWOT		
Fatores Internos	**Pontos Fortes**	1. **Programa Estadual Reflorestar:** O Projeto Reflorestar é uma iniciativa do Governo do Estado do Espírito Santo e tem como objetivo promover a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e recuperação da cobertura florestal, com geração de oportunidades e renda para o produtor rural, estimulando a adoção de práticas de uso sustentável dos solos. Essas ações auxiliam na fixação de GEE e podem auxiliar na adaptação às mudanças climáticas.
		2. **Instituições de extensão e fiscalização presente em todos os municípios do Estado:** Existe presença do Incaper e IDAF em todos os municípios do Estado. Também há instituições de pesquisa, cooperativas e outras empresas públicas ou privadas em grande parte do Estado, que promovem ações relacionadas a mitigação das emissões de GEE e adaptação às mudanças climáticas.
		3. **Número significativo de barragens de pequeno e médio porte:** No decorrer nos anos agricultores, munícios e governo estadual vem construindo muitas barragens de pequeno, médio e grande porte. Essas barragens auxiliam no armazenamento de água, a ser utilizada na irrigação e consumo de animais e humanos. Pode também regularizar o fluxo de água, atenuando as enchentes.
		4. **Existência de outorga da água superficial e subterrâneas:** A Outorga dá água vem ocorrendo no Estado a muitos anos e tem auxliado no uso racional da água no Estado. Permite ao Poder Público fiscalizar o uso de recursos hídricos.
		5. **Definição de Recursos em lei para pesquisa e inovação:** Recursos em lei para pesquisa e inovação que são gerenciados por um conselho e executados por uma Fundação de Pesquisa e Inovação. Eventualmente parte desses recursos podem ser utilizados para pesquisas e inovações relacionadas a adaptação e às mudanças climáticas.
		6. **Predominância de agricultores familiares:** Existem aproximadamente 110 mil propriedades rurais no Estado, tendo uma média de 30,1 hectare por propriedade. Destaca-se que 88% apresentam áreas iguais ou inferiores a 50 hectares. A predominância de agricultores familiares indica maior diversificação da propriedade e uso maior de práticas conservacionistas.
		7. **Programa de Regularização Ambiental (iniciando):** O Programa de Regularização Ambiental do Estado do Espírito Santo (PRA-ES). Visa promover a regularização ambiental de propriedades e posses rurais com áreas que precisam ser recuperadas ambientalmente. Tal ação busca oferecer as melhores condições para que os produtores recuperem seus passivos ambientais, fomentando a recuperação e

		preservação. Dessa forma, indiretamente pode promover a diminuição de áreas degradadas e absorção de água no solo, fortalecendo as nascentes e diminuindo o escorrimento de água e enchentes.
		8. **Programa Compra Direta de Alimentos (CDA):** Este é um programa que consiste na aquisição de gêneros alimentícios de forma direta da agricultura familiar e doação simultânea dos produtos adquiridos à rede socioassistencial e de segurança alimentar e nutricional municipal, englobando diversos equipamentos públicos.
	Pontos Fracos	1. **Dificuldades no controle de zerar queimadas e desmatamento ilegal:** Apenas do Estado ter realizado diversos esforços para zerar o desmatamento e diminuir significativamente as queimadas, ambas continuam existindo. As queimadas e o desmatamento promovem grandes emissões de GEE e podem promover também o aumento da temperatura.
		2. **Grande quantidade de áreas degradadas e com erosão:** No Estado há muitas áreas degradadas, principalmente cultivadas com pastagem. Essas áreas degradadas facilitam a erosão e apresentam baixa capacidade de absorção de água.
		3. **Quantidade insuficiente de barraginhas, caixas secas e terraceamento construídos:** Essas construções auxiliam significativamente a absorção de água proveniente das chuvas, diminuindo o escorrimento superficial e melhorando a absorção de água no solo. Portanto, melhoram a capacidade de armazenamento do solo e diminuem as magnitudes das enchentes.
		4. **Baixo controle e fiscalização da outorga da água:** A Outorga dá água é o ato administrativo que expressa os termos e as condições mediante as quais o Poder Público permite o uso de recursos hídricos por um prazo determinado. Utilizado também para regular o uso da água.
		5. **Baixo conhecimento sobre potencial/quantidade da água superficial e subterrâneo no Estado:** As águas superficiais e subterrâneas são utilizadas com grande frequência e volume na agropecuária e nas cidades. Portanto, o conhecimento do seu regime, localização e quantidade são fundamentais para poder usar com racionalidade e responsabilidade.
		6. **Poucas pesquisas, inovação e desenvolvimento relacionado a adaptação e a mudanças climáticas:** Pesquisas diversas inovações são realizadas no Estado, contudo, são poucas as relacionadas à adaptação e mudanças climáticas. Assim, mais pesquisas e desenvolvimento tecnológico podem ajudar a mitigar problemas relacionados.
		7. **Falta de publicidade das ações ligadas aos recursos hídricos, ambientais e outros:** Informações de qualidade e direcionada aos recursos hídricos, ambientais e outros relacionados às adaptações e às mudanças climáticas auxiliam a sociedade a entender e a contribuir com ações necessárias como por exemplo não queimar e economizar água.

		8. **Dificuldade na difusão e adoção de práticas conservacionistas e de adaptação devido à baixa conscientização**: A falta de informação acessível sobre mudanças climáticas agrava a exclusão, dificulta o engajamento social e a adoção de práticas necessárias para adaptação e recuperação pós-desastres no meio rural.
		9. **Percepção da existência de barreiras de acesso a mecanismos de incentivo e mercados para pequenos produtores**: Mecanismos como o mercado de créditos de carbono ou outros incentivos à sustentabilidade são frequentemente percebidos como inacessíveis ou representam um custo adicional inviável para micro e pequenas propriedades rurais, limitando sua participação em ações de mitigação e adaptação.
		10. **Planejamento hídrico (PERH) ainda não totalmente integrado às projeções climáticas específicas e necessidades setoriais**: Embora o PERH tenha sido elaborado em contexto de mudanças climáticas, há necessidade de revisão contínua para integrar cenários climáticos atualizados e as demandas específicas da agropecuária frente a esses cenários, garantindo previsibilidade e decisões alinhadas à adaptação.
Fatores Externos	Oportunidades	1. **Boa integração com governo Federal e até mesmo outros mecanismos internacionais:** O Governo do Estado do Espírito Santo tem significativa integração com o Governo Federal e organismos internacionais e esse fato pode favorecer a captação de recursos.
		2. **Recursos públicos Federais disponíveis:** Há recursos públicos Federais disponíveis como do PAC, que podem ser conquistados para construção de grandes projetos associadas à adaptação às mudanças climáticas como construção de barragens.
		3. **Rusticidade, diversidade genética e capacidade adaptativa de muitas espécies:** A rusticidade, diversidade genética e capacidade adaptativa das plantas podem ser utilizada no molhamento de plantas e na adaptação ao estresse. Portanto, essas vantagens são significativas no Estado, uma vez que há grande diversidade de clima e espécies cultivadas no Espírito Santo
		4. **Áreas disponíveis para produção de espécies de maior valor agregado:** Atualmente no Estado há muitas áreas de pastagens degradadas e que podem se tornar disponíveis para produção de espécies que agregam maior valor na produção e, ao mesmo tempo proporcionaram maior absorção de água no solo.
		5. **Utilização de fontes renováveis de energia:** A utilização de fontes renováveis de energia, como por exemplo energia solar e biomassa são uma realidade. Elas podem em muitos momentos substituir outras fontes de energia rotineiramente utilizadas na produção agrícola, como óleo diesel, portanto, auxiliam na redução da emissão de GEE.
		6. **Mercado de carbono:** O mercado de carbono é uma ação que pode incentivar o plantio de arvores, portanto pode atenuar os efeitos das altas temperaturas e

		melhorar a absorção de água no solo, diminuindo consequentemente a erosão/enchentes e melhorando a qualidade das nascentes de água.
		7. **IA na agropecuária / Agro digital:** Essas tecnologias têm o potencial de revolucionar a agropecuária, seja no desenvolvimento de pesquisas bem como na sua aplicação, portanto, podem ser direcionadas para as adaptações às mudanças climáticas
	Ameaças	1. **Seca severa / Extremas:** Toda planta, bem como todos os animais dependem de água para o seu crescimento e desenvolvimento. A água está envolvida em diversos processos metabólicos e sua falta provoca danos metabólicos e até morte das folhas e plantas. Historicamente o Estado passou por várias secas consideradas importantes, as vezes no Sul e outras vezes no norte do Estado. A última grande seca ocorreu a partir do segundo semestre de 2014 e praticamente todo ano de 2015. Essa catástrofe climática propiciou dados econômicos e sociais gigantescos nas atividades agropecuária do Estado, levando a uma queda significativa da produção de muitos produtos capixabas.
		2. **Ondas severas de calor:** As plantas quando expostas a temperaturas extremas apresentam estresse e perdas no crescimento e desenvolvimento, o que pode afetar significativamente a produtividade. Exemplo disso, em 2017, devido a ondas de altas temperaturas, houve abortamento significativo de flores em pimenta do reino e, consequentemente, queda da produção no Espírito Santo. Fato similar (ondas de calor), em final de 2023, provocou queda da produção esperada do café conilon em aproximadamente 30%.
		3. **Enchentes catastróficas:** Enchentes podem ocasionar danos severos para a agricultura e pecuária. A grande maioria das plantas não suportam mais de dois ou três dias com solo submerso em água. Ocorre também danos físicos estruturantes, como interdição de estradas, desmoronamentos, grandes erosões e até mesmo danificação em estrutura predial, morte de animais e de pessoas. O Estado tem enfrentados diversas enchentes, trazendo grandes prejuízos nos campos e nas cidades.
		4. **Esgotamento da água subterrânea:** Com a seca, os agricultores e as “cidades” passam a utilizar todas as reservas hídricas, inclusive as subterrâneas. Quando a seca se estante a retirada de água e maior que a entrada e as reservas vão diminuído, podendo ocorrer falta generalizada, como ocorreu em 2015, ano em que houve o secamento de muitas barragens e leitos de córregos. Assim, muitos agricultores, fizeram drenagens profundas em leitos de córregos, poços rasos e artesianos em busca de água subterrânea e mesmo assim, muitos ficaram sem água para irrigar as lavouras.
		5. **Dificuldade no convencimento do agricultor e na difusão de técnicas conservacionistas:** Mesmo tendo-se se conhecimento dos problemas do uso inadequado do solo e do cultivo, é encontrado muitas áreas degradadas, principalmente de pastagens. Com é de conhecimento essas áreas estão mais propicias a erosão e até mesmo maior emissão de GEE.

6. **O Estado não tem uma sede física da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária):** A Embrapa é a principal empresa púbica federal do Brasil do setor agropecuário e florestal e, o Espírito Santo é um entre dois Estados que não possui uma sede física da Embrapa. É uma empresa de grande destaque mundial na produção de pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico, principalmente em agricultura de clima temperado, portanto pode ver a contribuir com ações relacionadas às adaptações às mudanças climáticas.

7. **Impacto da escassez Hídrica no setor industrial:** A escassez hídrica já representa um obstáculo significativo para os processos industriais no Espírito Santo, especialmente em períodos de seca prolongada.

8. **Vulnerabilidade das micro e pequenas empresas frente à crise climática:** A micro e pequenas empresas necessitam, além de soluções imediatas às situações emergenciais promovidas pelas alterações climáticas, desenvolver, planejar e operacionalizar ações de pequeno, médio e longo prazos que possam minimizar os impactos provocados pela crise climática.

9. **Forte dependência do transporte rodoviário no Brasil e no Espírito Santo:** Essa dependência torna as cadeias de suprimento vulneráveis a interrupções causadas por alagamentos, deslizamentos e danos em infraestrutura, comprometendo a logística de matérias-primas e produtos acabados.

10. **Exclusão social e econômica na transição para práticas de baixo carbono:** A transição energética e a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis (baixo carbono) podem excluir ou prejudicar trabalhadores rurais e comunidades vulneráveis, especialmente em regiões dependentes de práticas tradicionais ou com menor acesso a informação, tecnologia e capacitação.

Tabela A4. Desafios Estratégicos para o Eixo Temático de Agropecuária.

 **Agropecuária e Silvicultura**
1. **Aumentar o armazenamento de água superficial:** Há uma necessidade de expandir a capacidade de armazenamento de água e melhorar seu fluxo. Nesse sentido, é necessário construir mais barragens no Estado.
2. **Aumentar pesquisa e inovação relacionadas a adaptação e às mudanças climáticas:** É importante fomentar estudos específicos para o ES nesta área, que vão desde a inserção de espécies mais adaptadas às novas condições climáticas até técnicas mais avançadas de gestão da água e recursos hídricos e o uso de Inteligência Artificial no setor agropecuário. Ter mais conhecimento e produtos tecnológicos para melhorar a adaptação às mudanças climáticas, como desenvolvimento de plantas mais tolerantes a seca e alta temperatura auxiliaram a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, portanto de grande importância para o setor agropecuário e florestal. **É importante, também, fomentar pesquisas para o desenvolvimento de cultivares de importância para a alimentação humana adaptados às mudanças climáticas, ampliando o alcance das ações para atender às necessidades do setor agropecuário, garantir a disponibilidade e o fornecimento de alimentos, e fortalecer a resiliência produtiva no Estado. Apoiar pesquisas sobre sistemas agroflorestais, manejo integrado de pragas e doenças, e agricultura de precisão, fortalecendo a conexão entre academia, extensão rural e setor produtivo.**
3. **Executar a Regularização Ambiental em todo Estado:** O Programa de Regularização Ambiental, coordenado pelo Instituto de defesa Agropecuária e Florestal (IDAF), envolve quase todos os municípios e demanda significativos recursos humanos e financeiros.
4. **Reduzir as queimadas e zerar desmatamento ilegal:** Manter áreas preservadas contribui não apenas para reduzir as emissões de GEE, mas também para melhorar a capacidade de absorção de água no solo, fortalecendo nascentes e diminuindo o escoamento superficial.
5. **Diminuir significativamente as áreas degradadas e com erosão:** Esse desafio é de grande relevância, pois ao diminuir essas áreas, diminui-se a emissão de GEE, melhora a absorção de água, melhorando a capacidade das nascentes e pelo fato de diminuir a erosão pode diminuir as enchentes.

6. **Melhorar a absorção de água no solo:** Tal desafio visa reduzir o risco de enchentes e erosão, além de preservar a qualidade do solo e a recarga de aquíferos, essenciais em períodos de seca. Essa prática aumenta a resiliência climática e promove um ambiente mais saudável e sustentável para a população e ecossistemas.

7. **Fortalecer a fiscalização e o controle do uso da água:** O controle da água superficial e subterrânea é essencial para um uso sustentável dos recursos hídricos, prevenindo a escassez.

8. **Conhecer o potencial/quantidade de águas subterrâneas no Estado:** As águas subterrâneas são fontes finitas que são utilizadas principalmente quando ocorrem grandes secas. Portanto, conhecer esse potencial faz com que o uso da água, principalmente na irrigação seja racional e responsável, uma vez que há risco de esgotamento. Assim, conhecer melhor esse potencial em uso é muito importante. Águas subterrâneas representam uma importante fonte de água em muitas regiões do Estado, contudo, pode ser insuficiente em algumas regiões. Assim, devido a sua importância há necessidade de se conhecer esse potencial.

9. **Aumentar o acesso a recursos públicos Federais**: Ter mais acesso aos recursos públicos Federais como do PAC para construção de grandes projetos relacionados às adaptações às mudanças climáticas.

10. **Aproveitar a rusticidade, diversidade genética e capacidade adaptativa de muitas espécies cultivadas no Estado:** Explorar melhor a rusticidade, diversidade genética e capacidade adaptativa de muitas espécies cultivadas no Estado, com foco na adaptação climática, permitindo melhor produtividade e sustentabilidade, mesmo em condições adversas.

11. **Ter mais áreas com culturas de maior valor agregado e menos áreas com pastagens degradadas:** Substituir áreas de pastagem degradadas por culturas de maior valor agregado **e de importância para a alimentação humana, diminuído a emissão de GEE e melhorando a absorção de água no solo, a rentabilidade agrícola e a disponibilidade e fornecimento de alimentos. Incentivar práticas como plantio direto, terraceamento, rotação de culturas e manejo adequado de pastagens, além de apoiar a recuperação de passivos ambientais em propriedades rurais**

12. **Aumentar a penetração do ES no mercado de carbono:** O aumento do mercado de carbono pode incentivar ações relacionadas a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, como plantio de árvores e recuperação de áreas de preservação permanente (APPs).

13. **Estar mais bem preparado para o enfrentamento a grandes secas:** Estar bem-preparado para enfrentar grandes secas é o principal desafio para o setor agropecuário do Estado. Ter água de qualidade e disponível para irrigação e ter disponível plantas mais adaptadas e tolerantes são fundamentais para superar essa ameaça. **Construir e adequar barragens, cisternas e sistemas de irrigação eficientes, considerando a dupla função de reservação para seca e contenção de cheias.**

14. **Estar mais bem preparado para enfrentar ondas de calor:** Em conjunto com a preparação para enfrentar secas, a preparação para ondas de calor é de extrema importância, podendo incluir desde o cultivo de culturas e/ou pastagem com arvores até o plantio de plantas/variedades geneticamente mais adaptadas, mais tolerantes ao estresse por alta temperatura.

15. **Estar mais bem preparado para receber grandes volumes de água:** Estar bem-preparado para evitar e/ou superar as enchentes, quando ocorrer grandes volumes de chuvas. Nesse sentido, deve-se priorizar a melhoria da absorção de água no solo, impedindo ou diminuído o escorrimento superficial e ter estruturas para melhorar o fluxo e armazenamento de água.

16. **Ampliar o uso de mais práticas conservacionistas:** O maior uso de práticas conservacionistas é importante para diminuir as emissões de GEE e até mesmo melhorar as adaptações referentes às mudanças climáticas, pois diminuem a erosão e melhoram a absorção de água no solo. Assim é fundamental convencer os agricultores a usarem práticas conservacionistas. **Remunerar agricultores por práticas que gerem benefícios ambientais (conservação de água, biodiversidade, sequestro de carbono) e criar linhas de crédito específicas para adaptação.**

17. **Fortalecer a fiscalização e o controle do uso de agrotóxicos/pesticidas: A ausência de controle e fiscalização gera o uso indiscriminado de agrotóxicos que contaminam solo e água, afetam a saúde e causam o desaparecimento dos polinizadores dos agroecossistemas.**

18. **Fortalecer a assistência técnica e extensão rural (ATER) com foco em adaptação: Capacitar técnicos e agricultores sobre os impactos das mudanças climáticas e as estratégias de adaptação disponíveis.**

Tabela A5. Análise SWOT para o Eixo Temático de Saúde.

Saúde		
Fatores SWOT		
Fatores Internos	**Pontos Fortes**	1. **Articulação da vigilância sanitária da SESA com as vigilâncias sanitárias municipais:** O controle das doenças transmissíveis, como as arboviroses, depende de um monitoramento contínuo da cadeia de transmissão da doença. No caso específico, são pontos importantes para o controle de arboviroses, como a dengue, o papel da vigilância epidemiológica que faz o monitoramento de casos. Toda a vigilância epidemiológica estadual está centralizada em subsecretaria específica da SESA. Além disso, todos os municípios também possuem vigilâncias epidemiológicas que se referem à subsecretaria. Esta estrutura já existente é fundamental para organizar ações de combate a vetores, monitoramento de casos, realização de campanhas para vacinação em massa, dentre outras. Esta estrutura já foi testada em muitas outras situações, como no caso das campanhas de vacinação, por exemplo, e pode ser facilmente mobilizada para outras campanhas para enfrentamento de endemias e epidemias.
		2. **A SESA dispõe de um Laboratório Central (Lacen) bem equipado e com pessoal qualificado capaz de fornecer diagnóstico sorológico e molecular de arboviroses:** Para enfrentamento das doenças transmissíveis, como a dengue, Covid-19, zika, sífilis, etc., é fundamental a existência de uma estrutura laboratorial com capacidade de realizar desde testes mais simples, como os exames sorológicas, até os mais complexos, como os testes moleculares que permitem não só diagnosticar uma doença mas também identificar características específicas de um vírus. A dengue, por exemplo, é transmitida por quatro diferentes tipos de cepas virais que apresentam patogenicidade diferente. O Lacen dispõe de equipamentos e pessoal qualificado para fazer testes moleculares que são fundamentais, não só para dar diagnóstico para doentes, mas também para fazer diagnósticos epidemiológicos, como a entrada de nova variante viral no Estado, possibilitando assim emitir alertas, orientar tratamentos mais específicos etc.
		3. **A SESA dispõe de um sistema de notificação on line em funcionamento capaz de gerar informações em tempo real da incidência de doenças transmissíveis, como a dengue.** O Estado já dispõe de um sistema completo de notificação de casos on line, ou seja, o Lacen ao receber uma amostra de caso suspeito pode obter rapidamente como indicado no item 2.3 se a amostra positiva ou negativa para determinada doença de interesse. Em sendo positivo, o caso é notificado de imediato em painel possibilitando acesso a essas informações por todo o sistema de vigilância epidemiológica do Estado (Painel da Dengue). Como o painel é sempre atualizado, pode-se identificar com facilidade o aparecimento de 'pontos quentes', isto, locais específicos num território (municípios, bairros etc.) onde esteja ocorrendo maior incidência de casos, orientando assim a adoção de ações de enfrentamento a endemias nos locais específicos onde essa ação é mais necessária e tem maior potencial de produzir resultados positivos.

		4. **O Espírito Santo detém toda a expertise necessária para montar painéis de notificação de qualquer doença de interesse:** A pandemia de Covid-19 deixou como legado a capacitação de profissionais capixabas na montagem de painéis de incidência de qualquer doença, sendo que esse tipo de recurso é de grande utilidade no combate às arboviroses. Frente ao avanço da dengue ocorrido a partir de 2022, em pouco tempo a Subsecretaria de Vigilância Epidemiológica da SESA, atuando em conjunto com outros órgãos estaduais, montou o sistema de notificação da dengue que pode ser acessado em tempo real por todas as vigilâncias epidemiológicas municipais, constituindo uma ferramenta essencial para enfrentamento a este tipo de epidemia. A aquisição de know how nessa área indica um melhor preparo do Estado para enfrentamento da expansão das arboviroses, o que pode vir a ocorrer com o aumento da temperatura média.
	Pontos Fracos	1. **Não há ainda um Plano Estadual proposto e discutido com a sociedade de ações específicas na área da saúde para enfrentamento das mudanças climáticas:** Como indicado na introdução deste trabalho, o aumento da temperatura poderá ocasionar a intensificação de três tipos de eventos com impacto direto na saúde da população: aumento das ondas de calor, expansão das arboviroses (dengue, principalmente) e desastres ambientais. O preparo do setor de saúde para essas eventualidades deverá ser feito com planos individuas adaptados para cada região ou município. Esses planos deverão ser discutidos com os atores locais: prefeituras, terceiro setor, setor privado de saúde visando reunir esforços para reduzir danos materiais, atenuar o impacto na saúde das pessoas e produzir menos sobrecarga aos serviços de saúde.
		2. **O tempo para chegada das amostras biológicas até o Lacen ainda é grande, o que atrasa a notificação dos casos suspeitos:** O tempo é um fator chave para combate às doenças transmissíveis. Muito embora o Lacen tenha uma estrutura ágil para realização de diagnósticos, o tempo de trânsito das amostras entre o local de coleta de material de casos suspeitos e o Lacen ainda é grande. Mesmo considerando que o Espírito Santo seja um Estado de tamanho reduzido, o trânsito de amostras feito por via rodoviária ainda é lento, o que atrasa o início do tratamento de pacientes e dificulta o uso do painel para fins de combate às epidemias de modo geral.
		3. **O uso de painéis de vigilância epidemiológica pelas Vigilâncias Municipais ainda é pequeno:** A notificação de casos de doenças transmissíveis em painel constitui recurso de grande utilidade para se mitigar ou controlar epidemias ou pelo combate aos vetores ou por tratamento precoce de doentes. Observa-se que o uso deste instrumento nas vigilâncias municipais para o direcionamento de ações específicas para o combate a vetores da dengue, por exemplo, ainda é pequeno.
		4. **Os índices de morbidade e mortalidade por dengue ainda são altos no Espírito Santo:** O número de óbitos por dengue no Espírito Santo ainda é alto (aproximadamente 100 em 2023). O óbito muitas vezes ocorre por atraso no diagnóstico, baixa valorização de sintomas nos atendimentos aos pacientes suspeitos ou ainda pela implantação de condutas inadequadas a cada caso. Não existem estudos sistemáticos para indicar o local de falha na cadeia de atendimento à saúde de pacientes indicando as causas da elevada necessidade de internações hospitalares e óbito por dengue.

		5. **Os efeitos das ondas de calor sobre os grupos mais vulneráveis (idosos e crianças com menos de 3 anos) ainda é pouco conhecido pela população:** O impacto da onda de calor na saúde é decorrente, não só do desconforto térmico, mas também da desidratação e da hipotensão arterial, que pode levar ao colapso cardiocirculatório e morte. Não existe um trabalho sistemático de educação climática para a população geral ou para grupos específicos, como cuidadores de idosos, sobre as maneiras de prevenir e de perceber a gravidade da hipertermia pois o tratamento precoce é a maneira mais prática e menos custosa de lidar com a hipertermia decorrente das ondas de calor.
		6. **Falta de preparo para enfrentamento dos problemas de saúde nos desastres ambientais.** Um desastre ambiental é caracterizado por um evento quando a população afetada perde a condição de se auto proteger, necessitando de auxílio externo. Nesses eventos deve ter não apenas uma articulação específica com a defesa civil, bombeiros e outro setores, para atendimentos emergenciais de saúde, mas também preparação para que o restabelecimento dos serviços de saúde ocorra o mais brevemente possível. Há vulnerabilidade da infraestrutura de saúde a falhas em serviços essenciais (energia, água, comunicação). A infraestrutura de saúde (hospitais, postos, laboratórios, armazenamento de insumos) depende criticamente do fornecimento contínuo de energia, água potável e sistemas de comunicação, que podem ser interrompidos durante eventos climáticos extremos, comprometendo a capacidade de atendimento.
Fatores Externos	**Oportunidades**	1. **Aproveitamento da capacidade instalada em instituições do Espírito Santo para enfrentamento dos efeitos na saúde em decorrência das mudanças climáticas:** As mudanças climáticas representam um desafio para toda a sociedade, e os impactos na saúde são facilmente perceptíveis por toda população. Há oportunidade para melhorar o conhecimento em várias áreas e para isso a capacidade instalada de instituições (como IFES, UFES, UVV, Incaper etc.) podem ser mobilizadas para geração de pesquisas ou de serviços que auxiliem o Estado na área da saúde. Dentre essas áreas pode-se elencar, por exemplo, a necessidade de monitoramento das cepas do vírus da dengue em circulação o que pode ser feito com auxílio de levantamento de dados genéticos destes microorganismos.
		2. **Captação de recursos e aumentar a interação de agentes locais com agências internacionais envolvidas na questão da mudança climática:** Os estudos do clima representam área de interesse em todo mundo. Portanto, o momento que estamos passando constitui oportunidade para aumentar a interação entre pesquisadores do Espírito Santo com os de outros Estados e países visando aumentar a nossa massa crítica e expertise visando melhorar a previsibilidade do clima no Estado como um todo e nas diversas microrregiões do Espírito Santo.
		3. **Parceria com Organizações da Sociedade Civil (OSCs) existentes para educação em saúde:** Fortalecer e utilizar a capilaridade das OSCs como parceiras na disseminação de informações sobre riscos climáticos à saúde, promoção de medidas preventivas e identificação/apoio a grupos mais vulneráveis.

		4. **Utilização do mapeamento de vulnerabilidades para planejamento em saúde**: Integrar dados de zoneamento climático (áreas de risco hídrico, secas, ondas de calor) e vulnerabilidade social ao planejamento estratégico da saúde, direcionando recursos, vigilância epidemiológica e ações preventivas para as áreas e populações de maior risco.
	Ameaças	1. **Descrença na ocorrência de mudanças climáticas por parte de segmentos importantes da sociedade:** As novas mídias trouxeram grande facilidade para a difusão da informação, mas também para desinformação. Frequentemente a ocorrência de mudanças climáticas é contestada nas mídias sociais, inclusive por formadores de opinião, levando à descrença em relação à necessidade de tomada de ações para mitigar ou prevenir efeitos.
		2. **Descrença em relação às previsões do tempo e alertas:** Considerando que o sistema de previsão do tempo no Brasil em geral e no Espírito Santo em particular ainda tem suas limitações, muitas previsões acabam não se confirmando, o que contribui para descrença no sistema de informações. Essa é uma ameaça concreta para a tomada de decisão em relação à prevenção de dano nas ondas de calor e nos desastres ambientais, principalmente. Grande parte da população ainda entende a previsão do tempo não como resultado de uso de informações com base científica (dados metereológicos) mas apenas como fruto da opinião de pessoas.
		3. **O sistema de acompanhamento das epidemias em tempo real ainda é precário em muitos municípios e localidades do interior:** O acesso em tempo real a dados em painel depende de infraestrutura de rede de comunicações e de equipamentos (computadores) que possam responder às necessidades dos softwares em relação à velocidade de transmissão e processamento de dados e de qualidade das imagens geradas. As vigilâncias epidemiológicas municipais muitas vezes não dispõem de infraestrutura (rede) e equipamentos (processadores e telas de computador, por exemplo) para acesso adequado a dados em painel, como o Painel da Dengue por exemplo.
		4. **O investimento per capita saúde ainda é pequeno no Brasil e no Espírito Santo: O gasto em saúde vem aumentando em todo o mundo e são motivo de preocupação de todos os governos:** Apesar de a SESA ser a secretaria com a maior dotação orçamentária do Espírito Santo, o montante per capita ainda é insuficiente para fornecer saúde de qualidade para toda a população. Muitas ações que são necessárias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas dependem de investimentos em infraestrutura e de pessoal. A maior parte dos orçamentos público e privado em saúde é drenado para o tratamento de doenças e não para a prevenção de doenças.
		5. **Existe uma alta rotatividade nas coordenações das vigilâncias epidemiológicas municipais:** Equipes capacitadas e bem treinadas nas vigilâncias municipais constitui fator de grande importância no combate às endemias, aos surtos e às

epidemias. O que se observa de modo geral nos municípios é a alta rotatividade de pessoal nesse setor, notadamente no nível de direção, o que leva à descontinuidade de ações e necessidades de contínuo treinamento de profissionais.

6. **Vulnerabilidade da infraestrutura de transporte federal impactando acesso e logística em saúde no Espírito Santo:** Interrupções em rodovias e outros modais de transporte devido a eventos climáticos extremos (deslizamentos, alagamentos) podem impedir o acesso de pacientes a serviços de saúde, a chegada de profissionais e o abastecimento de medicamentos e insumos essenciais.

Tabela A6. Desafios Estratégicos para o Eixo Temático de Saúde.

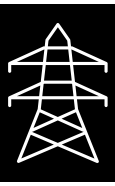
Saúde
1. **Enfrentar a expansão das arboviroses:** A dengue é uma das principais arboviroses em expansão, mas outras doenças semelhantes, como febre amarela (muito mais grave que a dengue), zika (que afeta gravemente o desenvolvimento fetal quando contraída no primeiro trimestre da gravidez) e febre oropouche, também representam riscos crescentes. É fundamental considerar tanto o surgimento de novas arboviroses quanto o aparecimento de variantes mais infecciosas ou transmissíveis, para as quais vacinas eficazes podem ainda não existir. As vacinas são a ferramenta mais poderosa no combate a essas doenças, mas enfrentam desafios significativos, incluindo capacidade limitada de produção e mutações virais que, muitas vezes, reduzem sua eficácia.
2. **Manter a estabilidade das equipes de vigilância municipal:** Os cargos de chefia são preenchidos muitas vezes por indicações políticas de pessoas sem qualificação para o exercício das funções inerentes à vigilância. Sendo assim, os cargos de chefia deveriam ser exclusivos para servidores de carreira com formação específica na área. Para isso há necessidade não só de mudanças em legislações municipais, mas também de formação de cultura local para a importância das vigilâncias no combate às doenças transmissíveis.
3. **Melhorar a capacitação técnica e operacional das vigilâncias municipais:** É necessária a aquisição de equipamentos de informática mais adequados para acesso às informações em painel da vigilância centralizada na SESA. Além disso, os servidores precisam receber capacitação adequada para usar os recursos disponibilizados pelos painéis, como o Painel da Dengue, e usar essas informações no planejamento de ações nos territórios sob jurisdição das respectivas vigilâncias.
4. **Descentralizar as ações de diagnóstico do Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN):** Embora o Espírito Santo tenha dimensões territoriais reduzidas, a agilidade entre a identificação de casos suspeitos e a confirmação do diagnóstico é crucial para o tratamento eficaz de pacientes e o controle dos vetores de arboviroses, como o *Aedes aegypti*. Cada região de saúde do Estado deveria contar com uma unidade descentralizada do Lacen, capacitada para a realização de exames sorológicos. Ao Lacen central caberia, além dos exames sorológicos, a realização de testes moleculares essenciais para o rastreamento de variantes virais, fortalecendo a resposta rápida e eficiente no combate às arboviroses.
5. **Realizar estudos para identificar fragilidades na cadeia de atendimento a pacientes com dengue, visando reduzir morbidade e mortalidade:** A maioria das doenças infectocontagiosas pode ser tratada com sucesso se o diagnóstico for precoce e o tratamento for iniciado rapidamente. O aumento expressivo de casos de dengue no Espírito Santo em 2023 e 2024 elevou não só o número de óbitos, mas também a ocupação de leitos hospitalares, o que aumentou significativamente os custos de atendimento. Para reduzir esses desfechos, é necessário realizar estudos detalhados com

base nos dados de prontuários, que servirão como base para o treinamento das equipes que atuam na linha de frente, facilitando um primeiro atendimento mais ágil e eficaz aos pacientes suspeitos.

6. **Esclarecer a população sobre os efeitos das ondas de calor nos grupos mais vulneráveis:** Existe um grande desconhecimento sobre os impactos das ondas de calor nas populações mais vulneráveis. Campanhas de conscientização devem ser prioritariamente direcionadas aos cuidadores de idosos, para que possam identificar precocemente os sinais de hipertermia. Além disso, é necessário capacitar as equipes de saúde que atuam na linha de frente (UBS e PAs) para o atendimento adequado desses casos, garantindo uma resposta mais eficaz e preventiva.

7. **Garantir o atendimento adequado a saúde durante desastres ambientais e o rápido restabelecimento dos serviços de saúde após as ocorrências:** Os planos devem ser criados considerando os tipos de desastre previsíveis (enchentes, escorregamentos) e dimensões ou número de pessoas afetadas. Tais planos devem ser construídos em associação com outros órgãos que atuam nessas situações (defesa civil, corpo de bombeiros, etc). O plano de atendimento deve contemplar análise de locais onde haja mais risco de ocorrência de desastres.

Tabela A7. Análise SWOT para o Eixo Temático de Infraestrutura.

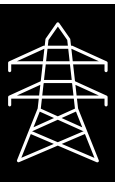
 **Infraestrutura**		
Fatores SWOT		
Fatores Internos	**Pontos Fortes**	1. **Comprometimento da Gestão Pública Estadual:** A administração estadual demonstra compromisso com a questão climática, promovendo políticas e ações que visam a adaptação e mitigação dos impactos climáticos.
		2. **Bom Arranjo Institucional para Gerenciamento de Desastres:** O Estado possui uma estrutura organizacional para lidar com a temática.
		3. **Projetos Estratégicos do Programa Estadual de Mudanças Climáticas:** A existência de projetos estratégicos específicos no Programa Capixaba de Mudanças Climáticas fortalece o direcionamento das ações para a infraestrutura resiliente financiadas por Fundos Estaduais de Apoio a Projetos Climáticos**: Fundos como o Fundo CidadES e o PROESAN estão disponíveis para apoiar financeiramente projetos que promovam a adaptação e resiliência climática, facilitando o acesso a recursos para ações estruturais.
		4. **Planos de Redução de Riscos:** A existência de planos de redução de riscos oferece uma base estratégica para a mitigação de desastres naturais, ajudando a proteger infraestruturas críticas e áreas urbanas vulneráveis.
		5. **Planos Municipais de Saneamento:** Número significativo de municípios já dispõem de planos de saneamento que incluem diretrizes de infraestrutura hídrica, facilitando a integração com iniciativas de adaptação climática e controle de enchentes.
		6. **Obras de Macrodrenagem em Diversos Municípios:** O governo estadual tem executado obras de macrodrenagem em várias cidades, reduzindo o risco de inundações e melhorando a resiliência das áreas urbanas a chuvas intensas.
		7. **Obras de Proteção Costeira:** A construção de barreiras e infraestruturas de proteção costeira demonstra o compromisso com a proteção das áreas litorâneas contra a erosão e o aumento do nível do mar, beneficiando comunidades costeiras e suas economias.
	Pontos Fracos	1. **Necessidade de Maior Integração Governamental:** A falta de coordenação entre diferentes níveis de governo (estadual e municipal) e áreas específicas no tema de mudanças climáticas dificulta a execução de ações integradas de adaptação.

		2. **Insuficiência de Pessoal Qualificado:** A escassez de profissionais capacitados para lidar com os desafios trazidos pela emergência climática compromete a capacidade de resposta e planejamento na infraestrutura.
		3. **Falta de Diagnóstico sobre Vulnerabilidades Urbanas a Precipitações Extremas:** A ausência de estudos detalhados por município para identificar áreas urbanas vulneráveis a chuvas intensas limita o desenvolvimento de planos de mitigação específicos.
		4. **Falta de Diagnóstico sobre Vulnerabilidade de Infraestruturas a Rompimentos de Barragens:** Sem estudos específicos por município sobre o risco de rompimento de barragens, a infraestrutura do Estado permanece suscetível a desastres potencialmente devastadores.
		5. **Ausência de um Programa Contínuo de Caracterização de Riscos de Inundação e Deslizamentos de Massa:** A falta de monitoramento contínuo por município sobre riscos de desastres naturais deixa o Estado sem dados essenciais para a prevenção e mitigação de desastres.
		6. **Falta de Diagnóstico sobre Vulnerabilidades Costeiras à Erosão:** Sem uma avaliação sobre as áreas costeiras mais vulneráveis à erosão, as cidades litorâneas ficam expostas a danos progressivos e aumento do nível do mar.
		7. **Falta de Acompanhamento e Visibilidade de Ações para Aumentar a Resiliência:** A infraestrutura carece de um sistema para monitorar nos municípios e dar visibilidade às ações que promovem resiliência climática.
		8. **Ausência de um Programa de Priorização de Investimentos para Resiliência:** A falta de um programa específico para priorizar investimentos limita a capacidade de alocar recursos de forma eficaz frente aos desafios climáticos.
		9. **Falta de Preparação para Captar e Receber Investimentos em Resiliência:** Sem um plano para receber e direcionar investimentos de resiliência, o Estado perde oportunidades de financiamento e suporte externo. Além disso, barreiras financeiras e regulatórias para investimentos em infraestrutura resiliente dificultam a captação de recursos, especialmente internacionais, para projetos de infraestrutura verde e resiliente que enfrentam obstáculos como percepção de baixa viabilidade econômica, incerteza regulatória/jurídica, risco cambial e modelos complexos de concessão.
		10. **Baixa Implementação de Ações de Redução de Riscos:** A execução das ações previstas nos planos de redução de riscos é baixa, comprometendo a resiliência da infraestrutura existente.
		11. **Falta de Visibilidade da Conformidade com o Programa Estadual de Mudanças Climáticas:** Há pouca clareza sobre a aderência dos projetos estratégicos estaduais aos objetivos de curto prazo contra mudanças climáticas.

		12. **Regiões Urbanas em Áreas Sujeitas a Inundações:** Extensas áreas urbanas foram construídas em locais propensos a inundações periódicas, aumentando o risco de danos e perdas materiais.
		13. **Assoreamento de Rios e Canais Urbanos:** A sedimentação dos rios e canais aumenta a frequência e intensidade das inundações em regiões urbanas, agravando os impactos de chuvas intensas.
		14. **Falta de um Sistema de Alerta para Auto salvamento em Casos de Inundações Repentinas:** A inexistência de um sistema de previsão e alerta eficaz limita a capacidade de auto salvamento da população em áreas suscetíveis a enchentes repentinas, como Iconha e Mimoso do Sul.
		15. Marco regulatório inadequado para licitação de "Produtos Circulares": A lei de licitação 14.133/2021 prioriza preço e eficiência, mas não inclui diretrizes claras para avaliação de critérios circulares. Embora a Lei 12.305/2010 (PNRS) e o Decreto 11.044/2022 mencionem sustentabilidade, não há mecanismos obrigatórios para preferência em licitações. Não há definições nacionais claras para "produto circular", gerando inconsistências entre órgãos públicos.
		16. Manutenção preventiva insuficiente das infraestruturas existentes: Há uma lacuna na garantia da manutenção preventiva permanente de sistemas essenciais, como os de escoamento de água (galerias, barragens, cisternas), comprometendo sua eficácia e aumentando os riscos climáticos.
		17. Alta vulnerabilidade da infraestrutura logística devido à dependência rodoviária: A forte dependência do transporte rodoviário torna a logística estadual (escoamento de produção, abastecimento) extremamente vulnerável a interrupções por eventos climáticos (alagamentos, deslizamentos), impactando a economia e o acesso a bens essenciais.
Fatores Externos	**Oportunidades**	1. **Financiamentos e Parcerias Federais e Internacionais:** O Estado tem potencial para captar recursos externos, como os oferecidos por programas federais e internacionais, além de parcerias com prefeituras e entidades privadas, que podem apoiar o fortalecimento da infraestrutura.
		2. **Radar Meteorológico em Santa Teresa:** A presença do radar meteorológico na região auxilia na previsão de desastres e pode ser ampliada para melhorar o sistema de alerta precoce e monitoramento.
	Ameaças	1. **Mudança do Engajamento Político:** Alterações no compromisso político podem afetar a continuidade e o financiamento de projetos de infraestrutura resiliente, prejudicando a capacidade de resposta a eventos climáticos extremos.
		2. **Intensificação de Extremos Climáticos em Prazo Curto:** O aumento rápido e inesperado de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e ondas de

		calor, coloca pressão significativa sobre a infraestrutura existente, que pode não estar preparada para essas novas demandas.
		3. **Dificuldade dos Municípios em Implementar Ações de Drenagem:** Muitos municípios enfrentam limitações técnicas e financeiras para realizar obras de drenagem, essenciais para mitigar enchentes e outros problemas decorrentes de chuvas fortes.
		4. **Pouca Disponibilidade de Profissionais Especializados em Drenagem nas Prefeituras:** A escassez de profissionais capacitados para atuar em áreas críticas como drenagem urbana limita a eficácia das respostas municipais aos riscos climáticos.
		5. **Baixa Capacidade Financeira dos Municípios para Investir em Ações Estruturais:** A dificuldade de mobilizar recursos para financiar projetos robustos de drenagem e controle de inundações reduz a resiliência das cidades frente a desastres climáticos.
		6. **Dependência dos Planos Municipais para Resiliência da Infraestrutura:** A infraestrutura estadual depende da implementação e eficácia dos planos municipais, que podem ser inconsistentes e variar conforme a capacidade de cada município.
		7. **Falta de Planos de Contingência e Planos de Aumento de Resiliência das Distribuidoras de Energia para Eventos Extremos:** A ausência de planos de contingência por parte das distribuidoras de energia para ventos extremos, queimadas e incêndios compromete a estabilidade energética e a segurança das áreas urbanas e rurais.
		8. **Alta dependência da infraestrutura logística do modal rodoviário:** A predominância do transporte rodoviário expõe de forma crítica toda a cadeia de suprimentos e a economia do Estado a interrupções causadas por eventos climáticos que afetem as estradas. As incertezas regulatórias apontadas pelo setor industrial para os contratos de concessão dificultam os investimentos privados no setor.

Tabela A8. Desafios Estratégicos para o Eixo Temático de Infraestrutura.

 **Infraestrutura**
1. **Fortalecer a Coordenação Interinstitucional em Infraestrutura para Mudança Climática:** Criar um comitê interinstitucional com representantes de regulação, licenciamento, projetos e construção para coordenar ações de infraestrutura com foco na resiliência climática, promovendo a integração entre níveis de governo e municípios. Assegurar que a governança seja heterogênea e possua uma visão transversal, integrando diversas áreas e perspectivas.
2. **Desenvolver um Mapeamento Detalhado de Vulnerabilidades para Eventos Extremos:** Implantar um sistema de mapeamento de áreas vulneráveis, classificando-as em níveis de risco (extremo, elevado, moderado), com foco na identificação de populações vulneráveis, para orientar a alocação de recursos e definir prioridades de ação.
3. **Implementar um Programa de Monitoramento e Execução dos Planos de Redução de Riscos:** Destinar recursos específicos e equipe técnica para garantir a implementação e o monitoramento das ações contidas nos planos de redução de riscos existentes, aumentando a efetividade das ações preventivas. É necessário aferir as melhorias e entregas realizadas por meio de métricas e indicadores, observando, por exemplo, como o entorno das obras evoluiu. Após um período, é importante retornar para realizar uma análise situacional. As entregas devem ser acompanhadas e as manutenções realizadas periodicamente. Um exemplo disso é que, após a inauguração de obras, o Estado não costuma realizar manutenções regulares. É importante realizar comparativos entre o antes e o depois das obras, além de destacar realizações do Estado em comparação com projetos externos de renome.
4. **Desenvolver Programas de Realocação e Proteção de Populações em Áreas de Alto Risco:** Criar programas para reduzir a exposição de populações a eventos climáticos extremos, incluindo realocação planejada e obras de infraestrutura para reforço e mitigação de riscos em áreas críticas.
5. **Restabelecer a Capacidade de Vazão de Rios e Canais Urbanos:** Promover parcerias com os municípios para realizar obras de desassoreamento e restauração de canais e rios urbanos, recuperando sua capacidade de escoamento e reduzindo o risco de enchentes em áreas urbanas.
6. **Revisar e Fortalecer as Normas de Gestão de Segurança de Barragens:** Revisar os parâmetros de segurança para barragens, especialmente em contextos de eventos climáticos extremos, assegurando o cumprimento de normas rigorosas de licenciamento, fiscalização e monitoramento.
7. **Fomentar a Captação de Recursos para Investimentos em Infraestrutura Resiliente:** Criar uma equipe especializada em elaboração de projetos de captação de investimentos e

financiamentos, com foco em aumentar a resiliência da infraestrutura pública a eventos climáticos extremos.

8. **Aperfeiçoar os Planos de Contingência e Planos de Aumento de Resiliência das Concessionárias de Energia para Eventos Climáticos:** Trabalhar junto às concessionárias de energia para desenvolver e implementar planos de contingência e planos de aumento de resiliência que considerem os impactos de queimadas e tempestades, assegurando a continuidade do fornecimento durante eventos climáticos adversos.

9. **Capacitar Técnicos Municipais para a Elaboração de Projetos de Resiliência:** Oferecer programas de capacitação para técnicos municipais, habilitando-os a desenvolver termos de referência e projetos de infraestrutura que aumentem a resiliência climática, especialmente em áreas urbanas de alto risco.

10. **Revisar e Aprimorar os Projetos do Programa Estadual de Mudanças Climáticas:** Reavaliar os projetos estratégicos do programa para garantir que incluam medidas de mitigação de curto prazo e estejam preparados para enfrentar eventos climáticos extremos com eficácia.

TabelaA9. Análise SWOT para o Eixo Temático de Gestão de Desastres.

Gestão de Desastres		
Fatores SWOT		
Fatores Internos	**Pontos Fortes**	1. **Programa Estadual de Sustentabilidade Ambiental e Apoio aos Municípios (PROESAM):** implantado por ciclos, de adesão voluntária, no qual os municípios que solicitam adesão se comprometem a perseguir a execução de um quadro, contendo um conjunto de metas previamente estabelecidas, mediante pagamento pela execução das mesmas;
		2. **O Programa Capixaba de Mudanças Climáticas:** elaborado com o propósito de enfrentar os desafios das mudanças climáticas, engloba os Órgãos da Administração Estadual, unindo-os por meio de projetos e iniciativas que se alinham com essa temática climática. Esse programa visa reforçar a resiliência da população capixaba diante de eventos climáticos extremos, evidenciando assim seu público-alvo direto a partir de 19 projetos estratégicos diretos e 19 projetos estratégicos indiretos, em uma abordagem holística para lidar com os desafios climáticos, juntamente com mais de 40 ações e projetos não estratégicos direcionados à pauta de mudanças climáticas.
		3. **O Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem do Estado do Espírito Santo:** parceria realizadas pelo Estado com o Banco Mundial cuja meta é promover a gestão integrada sustentável das águas, solo e recursos através de intervenções nas áreas de recursos hídricos, drenagem, gestão de mananciais, recuperação da cobertura florestal, saneamento ambiental, gestão de riscos e prevenção de desastres. Nesse último eixo, visa promover a gestão integrada de risco de desastres, incluindo a melhoria da capacidade de resposta do Estado aos eventos extremos da natureza.
		4. **Programa Capixaba de Segurança Hídrica – Águas e Paisagem II:** programa do Governo do Estado do Espírito Santo que tem como objetivo fortalecer a capacidade do Estado de gerenciar recursos hídricos e eventos hidrológicos extremos, assim como aumentar a resiliência aos riscos de inundações e estiagem. Entidades envolvidas: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama), (Gerenciadora), Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh), Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (Cepdec), Departamento de Edificações e Rodovias do Espírito Santo (DER-ES) (Implementadoras);
		5. **Programa Reflorestar:** iniciativa do Estado do Espírito Santo com o objetivo de promover a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e recuperação da cobertura florestal, com geração de oportunidades e renda para o produtor rural, estimulando a adoção de manejo sustentável dos solos como forma de fazer o enfrentamento dos períodos de seca prolongada em diversas regiões e protegendo os mananciais que abastecem os centros urbanos, e que possuem parte da sua cobertura do solo degradadas, reduzindo a capacidade de infiltração das águas das chuvas e elevando o risco de desabastecimento.

		6. **Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC):** cuja finalidade é articular e promover a prevenção, preparação e resposta aos desastres no Estado do Espírito Santo, estabelecendo as atribuições de cada uma das instituições que compõem o Comitê Estadual de Combate às Adversidades Climáticas.
		7. **Cartão Reconstrução, instrumento da Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social (SETADES):** criado como auxílio financeiro pela Lei nº 11.102, de 27 de janeiro de 2020, regulamentada pelo Decreto nº 4.570-R, de 31 de janeiro de 2020. Esse programa é destinado a famílias de baixa renda residentes nos 22 municípios contemplados pelos Decretos nº 092/2020, 0132-S/2020 e 0133-S/2020 e que atendem cumulativamente os critérios estabelecidos. Consiste em um auxílio financeiro temporário pago em uma parcela única, para auxiliar as famílias de baixa renda inscritas no Cadastro Único, que que sofreram perdas ou danos materiais, em decorrência das chuvas. As equipes de Assistência Social dos municípios são treinadas e orientadas pelo Estado a buscar e identificar as famílias. Bem como, organizar para o recebimento dos requerimentos daquelas que terão direito ao benefício.Cada edição do Cartão Reconstrução, tem legislação específica para cada evento (desastre) ocorrido, por um período específico
		8. **Fundo Estadual de Apoio ao Desenvolvimento Municipal (FUNDO CIDADES):** mecanismo de apoio financeiro prEstado pelo Estado por meio de repasse de verbas aos municípios, contemplando investimentos públicos na elaboração de carteira de projetos municipais, preparando os municípios capixabas para captação de recursos e na execução de investimentos em projetos e obras nas áreas de infraestrutura econômica e social, e que atende também a ações de prevenção em áreas de risco de desastres; ações de resposta e de recuperação/reconstrução em áreas atingidas por desastre; em ações de preservação, controle e conservação dos recursos hídricos; em programas de apoio ao desenvolvimento econômico regional; em obras e equipamentos.
		9. **Cofinanciamento Estadual de Benefícios Eventuais e da Rede Sócio-assistencial :** Cofinanciamento Fundo a Fundo - Estado do Espírito Santo, realiza a transferência de recursos financeiros, de forma regular, obrigatória e automática, do Fundo Estadual de Assistência Social (FEAS) para os Fundos Municipais de Assistência Social (FMAS), destinada ao cofinanciamento das despesas de custeio para a concessão de benefícios eventuais e para a oferta de serviços continuados da Assistência Social, mediante pactuação prévia na Comissão Intergestores Bipartite (CIB) e aprovação prévia pelo Conselho Estadual de Assistência Social (CEAS).
		10. **A relevância dada ao tema Adaptação às Mudanças Climática pelo Governo atual**
	Pontos Fracos	1. **Inexistência de identificação precisa de riscos existentes ou com nível de detalhamento insuficiente**, no qual apesar de haver a setorização de riscos geológicos e hidrológicos de todas as áreas urbanas dos municípios baseado nas suscetibilidades naturais dos sítios, o detalhamento é inadequado e sem proposta de adaptação.
		2. **Inexistência de um programa de identificação contínua dos riscos implementado.**

		3. **Os programas de adaptação às mudanças climáticas e ambientais são incipientes ainda ou estão em processo de elaboração.**
		4. **Os níveis de financiamento para ações envolvidas ao longo dos diferentes momentos do ciclo dos desastres são baixos.**
		5. **A priorização dos recursos financeiros para prevenção é feita a partir de edital de chamamento, os municípios apresentam os projetos (Proesam, p/ex.), mas as escolhas dos contemplados precisam que sejam garantidas atendimento de critérios técnicos a partir de análise de maior risco, maior quantidade de pessoas beneficiadas e custo/habitante beneficiado.**
		6. **Capacidade de resposta limitada (pessoal, equipamentos, veículos, estoques etc.);**
		7. **Não existem procedimentos específicos em andamento para lidar com as ameaças ligadas às mudanças climáticas,** sendo necessária atualização e revisão na medida que novas metodologias forem sendo definidas e implementadas.
		8. **Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil se situar em um nível hierárquico situado no 4º escalão,** o que pode reduzir a autonomia e capacidade decisória relativa às ações envolvidas no ciclo de desastres, assim como a participação da CEPDEC na mobilização/conscientização dos órgãos e da sociedade em geral fora dos momentos de desastres.
		9. **Estrutura de comunicação com a sociedade inadequada** para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, gerando baixa mobilização/conscientização dos órgãos e da sociedade em geral fora dos momentos de desastres.
		10. **Capacidade atual de previsão, monitoramento e alerta meteorológico limitada** por infraestrutura tecnológica e disponibilidade de pessoal especializado.
		11. **Iniciativas de integração das ações locais e programas federais incipientes e insuficientes.**
		12. **Dificuldade de fazer benefícios sociais chegarem aos efetivamente afetados** como o cartão reconstrução, por exemplo.
		13. **Precariedade da logística de ajuda humanitária**
Fatores Externos	**Oportunidades**	1. **Relevância do tema no âmbito nacional e global associado a mudanças climáticas.**
		2. **Fóruns internacionais sobre Infraestrutura Resistente a Desastres reunindo governos, organizações, instituições, mídia para criarem planos de ações para atração de investimentos em infraestrutura resiliente a desastres (plataforma para stakeholders)** que incluem o Instituto Clima e Sociedade, e a *Coalition for Disaster Resilient Infrastructure* (CDRI), coalizão internacional de países, agências

		das Nações Unidas, bancos multilaterais de desenvolvimento, setor privado e instituições acadêmicas, que visa promover a infraestrutura resiliente a desastres.
		3. **Disponibilidade de recursos internacionais para aplicação/investimento, como os anunciados pelo CAF – Banco de Desenvolvimento da América Latina e do Caribe**: o da ordem de US$ 15 bilhões até 2030 para promover medidas de adaptação e gestão de riscos de desastres naturais.
		4. **Organização de Consórcios Intermunicipais como estratégia de melhoria da prestação de serviços e desenvolvimento de ações conjuntas para o acesso dos municípios a recursos e investimentos.**
		5. **Plano Clima: Programa Federal** com elaboração conduzida, pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), e integrado por representantes de 22 ministérios, pela Rede Clima e pelo Fórum Brasileiro de Mudança do Clima, e que servirá como guia da política climática brasileira até 2035, tendo dois pilares: O primeiro é a Estratégia Nacional de Mitigação, para reduzir as emissões de GEE, cuja alta concentração na atmosfera provoca o aquecimento global. O segundo é a Estratégia Nacional de Adaptação, para diminuir a vulnerabilidade de cidades e ambientes naturais às mudanças do clima e garantir melhores condições de o país enfrentar os eventos climáticos extremos. Os componentes de mitigação e adaptação também terão planos setoriais.
		6. **Periferia sem Risco**: Programa Federal que orienta as ações do Departamento de Mitigação e Prevenção de Risco da Secretaria Nacional de Periferias (SNP) do Ministério das Cidades, e que objetiva fortalecer o desenvolvimento de capacidades locais de infraestrutura, planejamento, informação e participação social para enfrentamento das desigualdades e redução das vulnerabilidades relativas a riscos de deslizamento e inundação nas periferias brasileiras, visando evitar o surgimento de novas áreas de risco e reduzir o risco das áreas já identificadas como maneira de construir uma política antecipatória de qualificação de segurança, principalmente, do ambiente urbano.
	Ameaças	1. **Baixa capacidade técnica das prefeituras e alta rotatividade dos servidores**
		2. **Aumento na recorrência, amplitude e intensidade dos desastres**
		3. **Alto custo das obras de prevenção**
		4. **Possibilidade de sucessão de governo com descontinuidade da relevância do tema**
		5. **Baixa capacidade de investimento dos municípios**
		6. **Poucos municípios com PMRR/PDAP**

		7. **Poucos municípios com Planos de Contingência**
		8. **Muitas obras e estruturas construídas sem resiliência a desastres**
		9. **Muitas instalações públicas implantadas em áreas de risco**
		10. **Baixa abordagem do tema desastres nos conteúdos escolares**
		11. **Baixa cultura de prevenção e autoproteção da população**
		12. **Grande parcela de população na faixa de pobreza e extrema pobreza (menor resiliência)**
		13. **Falta de compreensão ou aceitação dos riscos climáticos pela população que dificulta a implementação de medidas preventivas, a adesão a alertas e ordens de evacuação, e a colaboração com as ações da Defesa Civil.**
		14. **Vulnerabilidade da infraestrutura de comunicação e transporte:** Interrupções nas redes de comunicação e transporte durante eventos extremos podem isolar comunidades, dificultar a chegada de socorro, a emissão/recepção de alertas e a coordenação das operações de resposta.

Tabela 10. Desafios Estratégicos para o Eixo Temático de Proteção e Defesa Civil.

 **Proteção e Defesa Civil**
1. Estimular a adesão dos municípios aos programas e ações estaduais em andamento.
2. Ampliar a capacidade de mapeamento e monitoramento(fiscalização) de áreas de risco.
3. Reduzir das despesas promovidas pelos eventos potencialmente danosos com investimentos em infraestrutura adaptada às novas solicitações e resiliente a danos derivados de eventos recorrentes.
4. Ampliar da captação e o aporte de recursos para prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.
5. Melhorar a qualidade dos investimentos com base em critérios definidos pelos PMRRs de risco geodinâmico/vulnerabilidade social.
6. Ampliar e fortalecer a capacidade de resposta dos órgãos e entidades do Sistema Estadual de Monitoramento e Alerta de Desastres (Cepdec, Agerh, Incaper, IEMA, IJSN e Cesan), além de atrair parceiros estratégicos dos setores público e privado, a fim de alcançar os objetivos do sistema.
7. Criar protocolos específicos e implementar nos órgãos estaduais para lidar com as ameaças ligadas às mudanças climáticas.
8. Trazer a gestão de redução de riscos e desastres para o primeiro escalão de governo para ampliar a capacidade de mobilização junto aos órgãos colegiados componentes do PEPDEC.
9. Melhorar a comunicação com a população com promoção da adesão da população e dos diversos segmentos da sociedade afim de consolidar a relevância do tema na educação e na população em geral, e de que se constate ser esse um tema que deve ser interpretado como uma pauta de Estado e não uma pauta de governo.
10. Ampliar da capacidade de previsão, monitoramento e alerta e meteorológico.
11. Ampliar a integração das ações estaduais com os programas federais.
12. Melhorar as ferramentas de identificação e cadastro da população afetada em cada desastre.
13. Melhorar a estrutura e rotinas de ajuda humanitária.

14. Promover a participação e o acesso do Estado a Fóruns Internacionais sobre Infraestrutura Resistente a Desastres.
15. Incentivar e fomentar a estruturação de consórcios intermunicipais para projetos de investimentos em gestão de riscos e desastres (RRD).
16. Fazer convergir as diretrizes do Plano Estadual de Mudanças Climáticas com o Programa Federal naquilo em que esses programas se mostrarem complementares.
17. Suprir os municípios com pessoal do Estado capacitado.
18. Aumentar capacidade de previsão, monitoramento e alerta.
19. Aumentar os investimentos em prevenção de desastres.
20. Aumentar capacidade de resposta aos desastres.
21. Incorporar a percepção de riscos e desastres nos diversos órgãos, programas e obras.
22. Ampliar a captação de recursos.
23. Implementar capacidade de apoiar e/ou elaborar PMRR/PDAP pelo Estado e Universidades.
24. Fomentar a elaboração de planos de contingência.
25. Estabelecer política de identificação, substituição ou reconstrução das obras públicas, implantadas em áreas de risco, com mais resiliência.
26. Fomentar programas de educação para desastres nas escolas municipais e privadas.
27. Promover a cultura de prevenção e autoproteção.
28. Implementar programas de desenvolvimento e distribuição de renda focados em populações em áreas de risco.

Tabela A11. Análise SWOT para o Eixo Temático de Cidades.

Cidades		
Fatores SWOT		
Fatores Internos	**Pontos Fortes**	1. Recursos **Naturais e Energias Renováveis:** O Espírito Santo dispõe de condições favoráveis para o aproveitamento de energias renováveis, em especial solar e eólica. O Estado já iniciou projetos importantes nesse setor, como parques eólicos no litoral e usinas solares em municípios do interior. Essas fontes de energia limpa representam um diferencial importante na descarbonização e adaptação climática das cidades, contribuindo para reduzir as emissões de GEE e diversificar a matriz energética local.
		2. **Políticas Climáticas Existentes**: O Plano Estadual de Descarbonização e o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas já estabelecem uma base importante para as ações de mitigação e adaptação. Essas políticas permitem uma transição ordenada para a mitigação, ao mesmo tempo em que preparam as cidades capixabas para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, com destaque para a proteção costeira e o aumento da resiliência urbana.
		3. **Iniciativas de Infraestrutura Sustentável**: Algumas cidades capixabas, como Vitória e Vila Velha, estão adotando medidas inovadoras em infraestrutura urbana, principalmente de drenagem e melhoramento de vias urbanas. Projetos como o transporte público elétrico (ônibus elétricos no Transcol) e a expansão de áreas verdes nas cidades estão alinhados com práticas de resiliência climática. A infraestrutura verde, como parques e sistemas de drenagem sustentáveis, ajuda a mitigar os impactos de inundações e ilhas de calor urbanas.
		4. **Programa Reflorestar - ES**: Este programa é uma das principais iniciativas estaduais voltadas para a restauração florestal e a conservação dos recursos naturais. Com foco na recuperação de áreas degradadas, o Reflorestar contribui diretamente para o fortalecimento da resiliência ambiental e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, essenciais em um contexto de mudanças climáticas.
		5. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI)**: O PDUI, além de definir diretrizes para o crescimento urbano ordenado, reforça a integração entre os municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória, facilitando a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável. Esse plano é um exemplo da tradição de planejamento regional já consolidada no governo capixaba.
		6. **Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS)**: O Espírito Santo possui uma tradição de planejamento regional que foi reforçada por diversas iniciativas de desenvolvimento sustentável. O DRS promove a articulação de políticas de desenvolvimento econômico com foco na sustentabilidade, gerando benefícios sociais, econômicos e ambientais de longo prazo para as cidades capixabas.

7. **Fundo Cidades**: O governo estadual criou o Fundo Cidades, que disponibiliza recursos para financiar a política de desenvolvimento urbano e aumentar a resiliência das cidades capixabas. Esse fundo é uma ferramenta fundamental para a realização de projetos de infraestrutura, mobilidade, gestão de resíduos e outros aspectos voltados para o fortalecimento urbano em face das mudanças climáticas.

8. **Paisagens Naturais e Potencial Econômico Sustentável**: O Espírito Santo possui uma rica diversidade de paisagens naturais que representam um grande potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas, como o turismo, agroturismo e a economia circular. Essas atividades não apenas preservam o meio ambiente, mas também criam oportunidades econômicas e melhoram a qualidade de vida das populações locais.

9. **Reduzida Extensão Territorial**: A menor extensão territorial do Espírito Santo, em comparação com outros Estados brasileiros, facilita o processo de integração e gestão das políticas públicas. Isso permite uma maior eficiência no monitoramento, planejamento e execução de ações de desenvolvimento urbano e sustentabilidade.

10. **Programa Estadual de Segurança Hídrica – Águas e Paisagem II**: Em parceria com o Banco Mundial, o governo do Espírito Santo investirá R$ 582 milhões neste programa, voltado para minimizar os riscos de inundações e estiagens, em um contexto de mudanças climáticas. Além disso, o programa fortalecerá a capacidade do Estado de gerenciar seus recursos hídricos e enfrentar eventos hidrológicos extremos, reforçando a segurança hídrica das cidades capixabas.

11. **Programa Compra Direta de Alimentos (CDA):** Este é um programa que consiste na aquisição de gêneros alimentícios de forma direta da agricultura familiar e doação simultânea dos produtos adquiridos à rede socioassistencial e de segurança alimentar e nutricional municipal, englobando diversos equipamentos públicos.

Pontos Fracos

1. **Infraestrutura em Áreas Vulneráveis:** As áreas de encostas e margens de rios, frequentemente ocupadas por populações de baixa renda, são as mais vulneráveis a deslizamentos e inundações. A infraestrutura urbana nessas áreas é geralmente insuficiente para lidar com eventos climáticos extremos, o que aumenta os riscos de desastres. A ocupação irregular do solo e a falta de planejamento urbano adequado agravam esses problemas, como ocorreu nas enchentes de 2013 e nas fortes chuvas recentes, que causaram enormes prejuízos no sul do Estado. Além disso, as áreas costeiras sofrem com a erosão acelerada, comprometendo a segurança e a qualidade de vida nessas regiões.

2. **Dependência de Setores Econômicos Vulneráveis:** A economia do Espírito Santo depende significativamente de setores vulneráveis às mudanças climáticas, como a agropecuária e a pesca. Secas prolongadas e variações climáticas severas afetam a produtividade agrícola, comprometendo a sustentabilidade econômica de muitas cidades do interior. A produção de café conilon, um dos principais produtos agrícolas do Estado, vem sofrendo grandes perdas devido às secas e ao aumento das temperaturas, prejudicando a economia rural e aumentando a vulnerabilidade das populações.

3. **Restrições Orçamentárias e Fragmentação Institucional:** Os municípios capixabas, em sua maioria, enfrentam severas restrições orçamentárias, limitando sua capacidade de implementar projetos de adaptação climática em larga escala. A fragmentação institucional entre os diferentes níveis de governo e a falta de governança integrada também dificultam a coordenação das ações de mitigação e adaptação, especialmente em nível municipal.

4. **Falta de Governança Climática Local:** Apesar das políticas estaduais voltadas para as mudanças climáticas, muitos municípios ainda carecem de planejamento urbano adequado. A falta de capacidade técnica e de recursos financeiros impede a implementação de ações eficazes para mitigar os impactos climáticos, deixando várias áreas urbanas e rurais vulneráveis e desprotegidas.

5. **Resistência Política e Social:** A resistência de líderes políticos em adotar políticas climáticas robustas, associada ao ceticismo e à falta de conscientização da população, prejudica a implementação de medidas de adaptação e mitigação. Essa resistência está muitas vezes relacionada à falta de conhecimento sobre os riscos climáticos e aos impactos econômicos de curto prazo.

6. **Baixa Conscientização Pública sobre os Riscos das Mudanças Climáticas: A** ausência de sensibilização sobre os impactos das mudanças climáticas dificulta a mobilização social e o apoio a políticas públicas de adaptação e mitigação. Muitas comunidades subestimam os efeitos de fenômenos como secas prolongadas, inundações e elevação do nível do mar, dificultando a adoção de medidas preventivas.

7. **Falta de Disponibilidade de Dados Qualificados e Integrados sobre os Municípios:** A carência de dados sistematizados e integrados sobre os municípios, especialmente no que diz respeito às vulnerabilidades climáticas, sociais e ambientais, dificulta o planejamento e a implementação de políticas públicas eficazes. Sem informações consistentes, não há como realizar diagnóstico qualificado das vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais. As cidades enfrentam, desse modo, desafios na avaliação e no monitoramento dos riscos.

8. **Dificuldade para Fiscalizar e Monitorar a Implementação de Ações Planejadas:** A fiscalização e o monitoramento da implementação das ações planejadas, principalmente em nível municipal, são deficientes, o que afeta diretamente a efetividade das políticas de adaptação climática. Muitas ações acabam sendo apenas simbólicas ou mal executadas.

9. **Ausência de Participação Social no Controle das Políticas incidentes nas Mudanças Climáticas:** A debilidade nos processos de controle social e o funcionamento inadequado dos conselhos municipais de políticas públicas limitam a participação popular. Sem um controle social efetivo, as políticas públicas voltadas para mitigação e adaptação, tendem a ser menos inclusivas e menos voltadas para as reais necessidades das populações vulneráveis.

10. **Falta de Políticas Integradas e Transversais para Enfrentamento das Vulnerabilidades da População:** A ausência de uma abordagem integrada e

		transversal para o enfrentamento das vulnerabilidades climáticas e sociais impede a eficácia das ações. As políticas muitas vezes são fragmentadas e tratadas de forma isolada, o que compromete o alcance das soluções. Existe uma lacuna na integração do planejamento urbano com a gestão de riscos pós-desastres. Faltam políticas e planos urbanos que considerem sistematicamente a necessidade de reordenação territorial e a possibilidade de realocação segura de comunidades após eventos extremos que deve ser discutida com as comunidades.
		11. **Falta de Políticas Educacionais de Conscientização sobre a Questão Climática:** A educação é uma ferramenta fundamental para a conscientização sobre as mudanças climáticas, mas há uma lacuna significativa na integração dessa temática nos currículos escolares e nas campanhas educativas. A falta de políticas educacionais que preparem as futuras gerações para enfrentar os desafios climáticos limita a criação de uma cultura de resiliência e sustentabilidade. Além disso, a baixa conscientização da população em geral sobre o tema dificulta a adaptação urbana. A falta de informação acessível e compreensão pública sobre os riscos climáticos específicos das cidades (ilhas de calor, inundações urbanas, etc.) e sobre as medidas de adaptação limita o engajamento social, a aceitação de políticas e a adoção de práticas resilientes pela população urbana.
		12. **Percentual Relativamente Baixo de Áreas Naturais Protegidas:** A baixa conservação ambiental no Espírito Santo agrava o impacto dos eventos climáticos extremos, como enchentes e secas. A falta de proteção de áreas naturais afeta a capacidade de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que essas áreas desempenham um papel vital na regulação dos ecossistemas e na contenção de desastres naturais.
		13. **Monitoramento e Preservação das Áreas de Risco Mapeadas:** Há uma defasagem no monitoramento contínuo e na preservação das áreas de risco mapeadas no Estado. Muitas dessas áreas continuam sendo ocupadas de forma irregular ou sem a devida fiscalização, expondo as populações a perigos iminentes.
		14. **Inadequação dos Programas Habitacionais às Questões Climáticas:** Os programas habitacionais atuais não consideram adequadamente os riscos climáticos. As novas construções, em muitos casos, são feitas sem levar em conta a vulnerabilidade das áreas às mudanças climáticas, o que compromete a segurança das habitações e aumenta a exposição das populações aos riscos ambientais. Por outro lado, os programas habitacionais podem ser coadjuvantes importantes no sentido de evitar a ocupação urbana em áreas de risco e favorecer a relocação de famílias que hoje ocupam algumas dessas áreas.
Fatores Externos	**Oportunidades**	1. **Captação de Recursos Internacionais:** O Espírito Santo tem a oportunidade de captar recursos de fundos climáticos internacionais, como o Fundo Verde para o Clima, de modo complementar aos recursos nacionais e estaduais que se tenha a oportunidade de mobilizar. Esses recursos poderiam ser destinados à implementação de soluções baseadas na natureza e à adaptação de infraestrutura crítica nas cidades. O acesso a esses fundos é uma oportunidade para superar as limitações orçamentárias dos municípios e viabilizar projetos climáticos de maior escala.

2. **Inovação e Parcerias com Universidades:** A criação de parcerias com universidades e centros de pesquisa, como o Instituto Jones dos Santos Neves, pode ajudar a desenvolver e aplicar soluções inovadoras para os desafios climáticos. Tecnologias emergentes, como sistemas de monitoramento de desastres, infraestrutura inteligente e práticas de construção resilientes, podem ser implantadas nas cidades capixabas, promovendo uma adaptação eficiente.

3. **Fortalecimento da Governança Climática e da Participação Social:** A criação de planos municipais de adaptação climática, aliados ao fortalecimento das defesas civis locais, pode transformar as fraquezas identificadas em oportunidades. O engajamento da sociedade civil na elaboração e execução dessas políticas é fundamental para garantir a inclusão social e a proteção das comunidades mais vulneráveis.

4. **Estruturação de Governança Multinível:** A estruturação de uma governança multinível é uma oportunidade significativa para fortalecer o planejamento e a execução das políticas climáticas no Estado. A governança multinível envolve a articulação entre os níveis federal, estadual e municipal, permitindo uma maior coordenação e integração das ações de adaptação. No contexto do Espírito Santo, essa abordagem pode facilitar a criação de um sistema integrado de governança, que não apenas aproveita os recursos estaduais e federais, mas também fomenta a colaboração entre os municípios, promovendo um desenvolvimento mais equilibrado e eficiente. Essa estruturação é essencial para alinhar as políticas setoriais e territoriais, otimizando o uso de recursos e aumentando a resiliência das cidades.

5. **Desenvolvimento do Turismo Sustentável:** O Espírito Santo tem um potencial significativo para o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis, como o turismo ecológico e o agroturismo. A promoção dessas atividades pode gerar novas fontes de renda para as populações locais, ao mesmo tempo em que preserva as paisagens naturais do Estado. O desenvolvimento de um turismo sustentável e integrado às políticas climáticas pode tornar-se uma peça-chave no fortalecimento da resiliência das cidades e na adaptação às mudanças climáticas.

6. **Implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SbN):** Soluções baseadas na natureza, como a restauração de ecossistemas e a criação de infraestrutura verde, oferecem uma oportunidade para mitigar os impactos das mudanças climáticas enquanto proporcionam benefícios ambientais, sociais e econômicos. No Espírito Santo, a aplicação de SbN em áreas vulneráveis pode ser uma solução eficaz para reduzir riscos de inundações, deslizamentos e erosão costeira, além de melhorar a qualidade de vida das comunidades locais.

7. **Políticas de Incentivo à Economia Circular:** O fomento de políticas voltadas para a economia circular oferece uma oportunidade de reduzir a pressão sobre os recursos naturais e minimizar o impacto ambiental. A promoção da reciclagem, reutilização de materiais e a redução de resíduos sólidos pode ser integrada ao plano de adaptação climática, contribuindo para a sustentabilidade das cidades capixabas.

	8. **Desenvolvimento de Infraestrutura Resiliente:** Investimentos em infraestrutura resiliente, como sistemas de drenagem urbana, redes de transporte sustentável, utilização de fontes hídricas alternativas para abastecimento urbano (como reuso de água tratada, captação de chuva e manejo sustentável de aquíferos urbanos ou próximos) e habitações adaptadas às mudanças climáticas, representam uma oportunidade para reduzir os riscos climáticos e aumentar a capacidade de recuperação das cidades em face de eventos extremos. Esses investimentos podem ser financiados através de parcerias público-privadas e fundos internacionais, promovendo um desenvolvimento urbano sustentável.
	9. **Aprimoramento das Capacidades Técnicas Locais:** O fortalecimento das capacidades técnicas dos municípios, por meio de treinamentos e capacitações, pode melhorar a eficiência na implementação das políticas de adaptação climática. O Espírito Santo tem a oportunidade de estabelecer programas de capacitação voltados para técnicos e gestores municipais, promovendo uma cultura de gestão integrada e aumentando a capacidade dos municípios de enfrentar os desafios climáticos.
	10. **Aprimoramento do licenciamento ambiental para projetos urbanos e iniciativas urbanas que estejam comprovadamente associados à adaptação climática:** Um zoneamento climático estadual detalhado deve servir como base para o planejamento do uso e ocupação do solo urbano, orientando o desenvolvimento para áreas de menor risco e definindo diretrizes para infraestrutura resiliente em áreas vulneráveis (enchentes, secas, etc.) e, portanto, facilitar o processo de licenciamento ambiental com vistas à projetos associados à adaptação climática.
	11. **Estabelecimento de Planos Municipais de Contingência e Resiliência:** Apoiar os municípios na elaboração de planos específicos para resposta a desastres climáticos e para a recuperação acelerada e resiliente da infraestrutura e serviços urbanos.
	12. **Estabelecimento de parcerias com Organizações da Sociedade Civil (OSCs) para comunicação e engajamento urbano:** Utilizar a rede de OSCs atuantes nas cidades para disseminar informações sobre riscos climáticos urbanos, promover ações de adaptação e engajar comunidades locais, especialmente as mais vulneráveis.
	13. **Alinhamento à Taxonomia Sustentável Brasileira:** Integrar as políticas e projetos urbanos de adaptação à discussão e implementação da Taxonomia das finanças sustentáveis para mobilizar e redirecionar os fluxos de capitais para os investimentos necessários para o enfrentamento à crise climática e facilitar o acesso a financiamentos verdes e atrair investimentos.
Ameaças	1. **Intensificação dos Eventos Climáticos Extremos:** As mudanças climáticas estão intensificando eventos como secas, tempestades, inundações e deslizamentos. Cidades costeiras, como Marataízes, Guarapari e Conceição da Barra, já sofrem com a erosão e o aumento do nível do mar, enquanto as cidades do interior enfrentam desafios relacionados à escassez hídrica e à desertificação de áreas agrícolas. Essas mudanças exacerbam os problemas estruturais das cidades capixabas e aumentam

a vulnerabilidade das populações, principalmente aquelas que já vivem em condições precárias.

2. **Pressão Sobre os Recursos Hídricos:** O desmatamento e o assoreamento dos rios estão agravando a pressão sobre os recursos hídricos, comprometendo o abastecimento de água para a população e setores produtivos. Esse cenário aumenta os riscos de conflitos pelo uso da água, principalmente em períodos de seca prolongada. Além disso, o aumento do nível do mar pode contribuir para a salinização dos corpos d'água nas porções mais próximas ao litoral, prejudicando a biodiversidade e a qualidade da água para uso rural e urbano.

3. **Comprometimento da Qualidade dos Cursos D'água:** O assoreamento dos leitos de rios e a redução dos volumes de água devido ao desmatamento, bem como a contaminação por defensivos agrícolas, representam uma grave ameaça à agropecuária e ao abastecimento urbano. Além disso, a salinização de corpos hídricos costeiros, pode ocasionar impacto direto na captação de água potável, além de prejuízos para a biodiversidade.

4. **Perda de Biodiversidade e Degradação Ambiental:** As mudanças climáticas também ameaçam os ecossistemas locais, resultando na perda de biodiversidade marinha e terrestre. A degradação ambiental compromete os serviços ecossistêmicos, como a oferta de água limpa e áreas de lazer, o que afeta negativamente a qualidade de vida nas cidades e aumenta os custos de adaptação.

5. **Migração Interna e Crescimento Desordenado:** A migração forçada causada por desastres naturais e pela degradação ambiental é uma ameaça crescente. À medida que áreas rurais sofrem com secas e a perda de produtividade agrícola, mais pessoas migram para as cidades, pressionando a infraestrutura urbana e os serviços públicos. Sem políticas de inclusão social para essas populações, há um risco de intensificação das desigualdades sociais.

6. **Insegurança Alimentar:** O Espírito Santo, que depende fortemente da agricultura, enfrenta riscos relacionados a secas prolongadas, elevação de temperaturas e variações climáticas extremas. Essas mudanças afetam a produtividade agrícola, comprometendo a segurança alimentar das populações mais vulneráveis, especialmente aquelas famílias que dependem da agricultura de subsistência, nas áreas rurais. A degradação dos solos e a escassez de água agravam a situação, expondo essas comunidades à fome e à pobreza.

7. **Aumento da Pobreza e Desigualdade:** As mudanças climáticas amplificam os desafios sociais já presentes no Estado, prejudicando a produção agrícola e pressionando a infraestrutura urbana. As populações mais pobres, que já vivem em áreas de risco, enfrentam maiores dificuldades devido à intensificação dos eventos extremos, como secas e inundações, aumentando sua vulnerabilidade e dificultando o acesso a oportunidades de melhoria socioeconômica. As mudanças climáticas e as próprias medidas de adaptação (se não planejadas com equidade) podem intensificar as desigualdades existentes nas cidades, afetando desproporcionalmente populações pobres e vulneráveis em áreas de risco ou com menor acesso a serviços e infraestrutura resiliente.

8. **Desinformação, Fake News e Dificuldade para Construção de Diálogo:** A desinformação e a proliferação de *fake news* sobre as mudanças climáticas criam obstáculos na conscientização pública, dificultando a construção de um diálogo eficaz entre os governos e a população. Muitas vezes, as informações sobre as mudanças climáticas são complexas e técnicas, o que dificulta a compreensão por parte da população. A falta de uma comunicação acessível em linguagem simples compromete o engajamento social e a implementação de políticas de adaptação climática, além de alimentar a resistência política e social.

9. **Restrições e Dificuldades na Captação de Recursos:** A captação de recursos para projetos de adaptação climática enfrenta diversas barreiras, como a competição por fundos limitados e a necessidade de conformidade com critérios rigorosos impostos por financiadores internacionais. Essas dificuldades comprometem a implementação de iniciativas essenciais para aumentar a resiliência das cidades capixabas, especialmente nas áreas mais vulneráveis. Além disso, a instabilidade ou falta de clareza nas regulações (ambientais, urbanísticas, financeiras) e a percepção de insegurança jurídica podem desencorajar investimentos privados essenciais para projetos de adaptação em infraestrutura e serviços urbanos.

10. **Dificuldade em Priorizar Áreas Mais Pobres e Vulneráveis:** A alocação de recursos para adaptação climática nem sempre prioriza as áreas mais vulneráveis. Investimentos urbanos sem uma devida priorização das demandas sociais podem levar a uma inversão de prioridades, onde os recursos são direcionados para projetos menos urgentes ou em áreas de menor risco, deixando as populações mais pobres e vulneráveis desassistidas. Esse desequilíbrio agrava as desigualdades e reduz a eficácia das políticas de adaptação.

11. **Baixa Capacidade de Implementação das Políticas Climáticas:** Apesar da existência de alguns planos de adaptação e mitigação, há uma ameaça constante na capacidade dos governos municipais e estadual em implementar efetivamente essas políticas. A falta de recursos técnicos e financeiros, bem como a fragmentação entre diferentes níveis de governança, prejudica a aplicação das medidas necessárias.

Tabela A12. Desafios Estratégicos para o Eixo Temático de Cidades.

 **Cidades**
1. **Superar restrições orçamentárias e garantir financiamento suficiente para cidades:** Um dos maiores desafios para os municípios capixabas é a limitação orçamentária, pois muitas cidades enfrentam dificuldades financeiras para implementar projetos de adaptação em larga escala. A obtenção de financiamento torna-se, assim, um aspecto crítico. O desafio para captação de recursos não está apenas na disponibilidade financeira, mas também na elaboração de projetos de captação de recursos voltados para a adaptação climática. A adesão a fundos internacionais, como o Fundo Verde para o Clima, e a outros programas de apoio às políticas de resiliência climática representa uma oportunidade importante para assegurar o financiamento de iniciativas de adaptação. Para acessar esses recursos, é essencial que os municípios desenvolvam projetos bem fundamentados e tecnicamente robustos.
2. **Mitigar as vulnerabilidades nas áreas de risco:** As áreas vulneráveis nas cidades capixabas, especialmente as localizadas em encostas, margens de rios e regiões costeiras, enfrentam grandes riscos de desastres naturais, como deslizamentos e inundações. Além disso, a proteção de cidades costeiras da erosão e aumento do nível do mar é de grande importância. Neste quesito é de extrema importância a existência de um detalhado mapeamento das áreas de risco e a priorização de soluções baseadas na natureza, como áreas verdes, parques urbanos lineares ao longo dos cursos d'água e em outras áreas de contribuição pluvial, bem como sistemas de drenagem permeável (como jardins infiltrantes, seguindo os princípios de cidade esponja), ajuda a reduzir os impactos das enchentes e a aumentar a resiliência das cidades. Essas infraestruturas verdes também contribuem para a regulação climática, mitigando os efeitos das ilhas de calor urbanas.
3. **Fortalecer a governança multinível:** A falta de governança integrada e a fragmentação institucional são entraves para a implementação de uma política climática eficiente. É necessário desenvolver uma governança climática integrada entre os diferentes níveis de governo (municipal, estadual e federal) para assegurar a coordenação eficiente das políticas de adaptação. Tal governança deve contemplar as diferentes áreas da administração afetas aos problemas ligados a mudanças climáticas, incluindo desde infraestrutura e meio ambiente até saúde e orçamento.
4. **Capacitar gestores públicos e equipes técnicas:** Os gestores municipais e técnicos locais precisam ser capacitados para lidar **com** os desafios climáticos. Isso inclui a formação continuada em temas como planejamento urbano sustentável, gestão de riscos climáticos e captação de recursos financeiros.
5. **Superar a resistência** política **e social:** A resistência política e social às pautas climáticas é um dos principais desafios a serem superados. Para enfrentar essa resistência é necessário: a) Educação e conscientização climática: Campanhas de conscientização e programas de educação ambiental são fundamentais para sensibilizar tanto os

gestores públicos **quanto** a população sobre os riscos climáticos e as soluções de adaptação.

b) Participação social e envolvimento comunitário: A inclusão da sociedade civil nas discussões e na tomada de decisões é essencial para garantir o engajamento e a aceitação das políticas climáticas.

6. **Identificar formas de coletar e integrar dados municipais qualificados:** A falta de dados qualificados e sistematizados sobre os municípios dificulta o planejamento eficaz. Estabelecer sistemas contínuos e integrados de coleta de dados climáticos e socioeconômicos será fundamental para direcionar políticas públicas e priorizar ações de adaptação.

7. **Reestruturar os mecanismos de participação social:** Reestruturar os conselhos e fóruns municipais para garantir uma participação social mais efetiva na implementação das políticas climáticas é uma prioridade. Essa participação deve ser ampliada para permitir que as comunidades mais afetadas pelas mudanças climáticas tenham voz nas decisões.

8. **Proteger e recuperar as áreas naturais:** A ampliação da proteção de áreas naturais, bem como o monitoramento e a preservação de áreas de risco mapeadas, ocupadas ou não, são essenciais para mitigar os impactos das mudanças climáticas e evitar a ocupação desordenada.

9. **Promover habitação segura em áreas vulneráveis:** Promover a construção de habitação segura em áreas de risco, evitando o deslocamento de pessoas sempre que **possível**, e, quando necessário, garantir que os reassentamentos sejam feitos de forma digna e planejada, levando em consideração as necessidades sociais e ambientais.

10. **Realizar o manejo sustentável dos recursos hídricos:** A adequada gestão e uso sustentável dos recursos hídricos será essencial para garantir a resiliência do Estado em face das secas e variações climáticas extremas.

11. **Aprimorar a legislação ambiental:** A legislação ambiental deve ser continuamente aprimorada para enfrentar os desafios climáticos contemporâneos e garantir a preservação de áreas críticas para a resiliência ambiental e social.

12. **Incorporar os conceitos de adaptação às mudanças climáticas e prevenção de desastres naturais ao planejamento urbano dos municípios:** Isso significa adotar uma visão preventiva e de planejamento de longo prazo, onde áreas de risco são mapeadas e medidas de adaptação são implantadas para evitar desastres e minimizar seus impactos. Isso inclui restrições de construção em áreas vulneráveis, como encostas e margens de rios, e prioriza o uso de infraestruturas verdes, como parques lineares e jardins de chuva, que atuam como barreiras naturais para conter e redirecionar o fluxo das águas pluviais.

ANEXO II – DETALHES METODOLÓGICOS DO MODELO CLIMÁTICO

A seleção dos modelos climáticos empregados foi realizada com base nos resultados apresentados no Relatório Técnico-Científico de Avaliação de Desempenho de Modelos Climáticos para o Brasil (Alves, 2023). A escolha dos modelos seguiu critérios de desempenho estatístico, assegurando maior confiabilidade às projeções futuras. Esses dados possuem resolução temporal diária e abrangem o período histórico de janeiro de 1995 a dezembro de 2014. Foram considerados cenários históricos e projeções futuras, devidamente processadas e harmonizadas para a área de estudo.

Com base nessa avaliação, foram selecionados diferentes conjuntos de modelos de acordo com a variável de interesse. Para precipitação, foram utilizados os modelos NorESM2-MM, GFDL-ESM4, INM-CM5-0 e MRI-ESM2-0. Para temperatura máxima e mínima, foram considerados os modelos MRI-ESM2-0, CNRM-ESM2-1, CanESM5, NorESM2-MM e CMCC-ESM2.

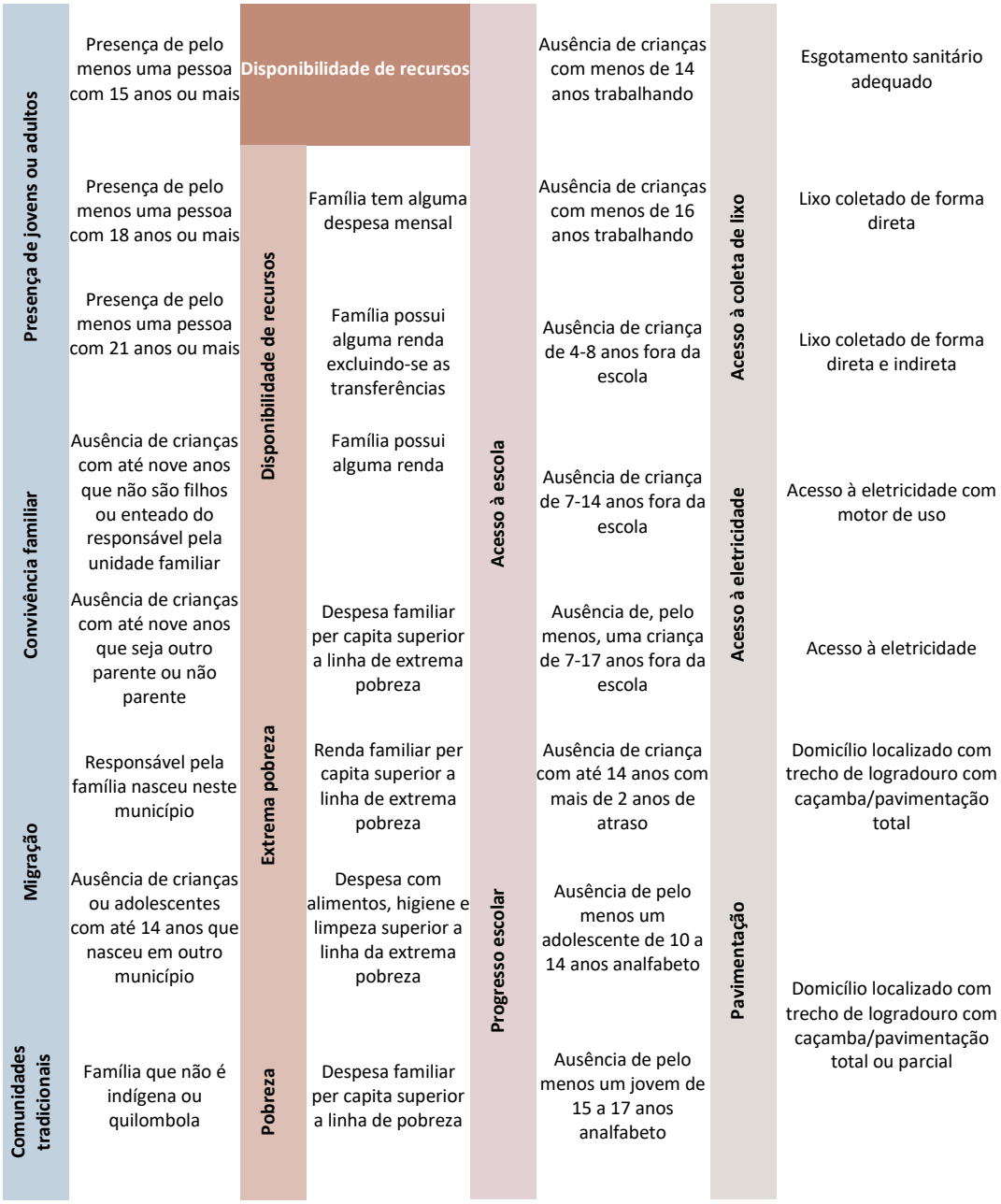
Para validação e correção de viés dos modelos, foi empregado o conjunto de dados Daily Gridded Meteorological Variables in Brazil (BR-DWGD), desenvolvido por Xavier et al. (2022). Esse conjunto é baseado em observações terrestres interpoladas a partir de pluviômetros e estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas e Abastecimento (ANA), respectivamente. O BR-DWGD apresenta resolução espacial de 0.1° x 0.1° para todo o território brasileiro e disponibiliza séries diárias de precipitação, temperatura máxima e mínima do ar próxima à superfície, no período de 1961 a 2020.

Ressalta-se que os modelos climáticos do CMIP6 foram interpolados para uma grade de 0.1°, empregando a técnica de interpolação bilinear, a fim de manter consistência espacial com os dados de BR-DWGD. Essa etapa é essencial para garantir a comparabilidade direta entre os conjuntos de dados, permitindo a aplicação de procedimentos de validação, correção de viés e cálculo dos indicadores climáticos de forma robusta.

A correção de viés dos modelos climáticos foi realizada por meio do método delta aditivo ancorado ao observado. Essa abordagem consiste em calcular a diferença média entre as projeções futuras e o período histórico simulado pelo modelo, ajustando em relação as observações de referência (Maraun, 2016).

ANEXO III – DIMENSÕES E QUESITOS DE COMPÕEM O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO DA FAMÍLIA (IDF)

Ausência de vulnerabilidade		Acesso ao conhecimento		Acesso ao trabalho		Condições habitacionais	
Crianças, adolescentes e jovens	Ausência de crianças	Analfabetismo	Ausência de adultos analfabetos	Disponibilidade de Trabalho	Presença de pelo menos um membro em idade ativa	Propriedade do domicílio	Domicílio particular ou coletivo
	Ausência de criança ou adolescente		Ausência de adultos analfabetos funcionais		Mais da metade dos membros em idade ativa encontram-se ocupados		Domicílio particular permanente ou provisório
	Ausência de criança ou adolescente ou jovem		Presença de pelo menos uma pessoa com 15 anos ou mais alfabetizada	Qualidade dos postos de trabalho	Presença de pelo menos um ocupado no setor formal		Domicílio particular permanente
Portadores de deficiência e idosos	Ausência de deficientes e idosos		Presença de pelo menos uma pessoa com 15 anos ou mais que frequenta ou tenha frequentado a escola		Presença de pelo menos um ocupado em atividade não agrícola	Densidade de até 2 moradores por dormitório	Densidade de até 2 moradores por dormitório
	Ausência de idoso		Presença de pelo menos uma pessoa com 15 anos ou mais alfabetizada que frequenta ou tenha frequentado a escola	Remuneração	Presença de pelo menos um ocupado com recebimento superior a 1 salário-mínimo	Abrigabilidade	Material de construção permanente
	Ausência de pessoa na família internada ou abrigada em hospital, casa de saúde, asilo, orfanato ou estabelecimento similar	Escolaridade	Presença de pelo menos um adulto com fundamental completo		Presença de pelo menos um ocupado com recebimento superior a 2 salários-mínimos	Acesso adequado à água	Acesso adequado à água de rede geral de distribuição
Dependência econômica	Presença de cônjuge		Presença de pelo menos um adulto com secundário completo	Desenvolvimento infantil		Acesso adequado à	Acesso adequado à água
	Mais da metade da família encontra se em idade ativa		Presença de pelo menos um adulto com alguma educação superior	Trabalho precoce	Ausência de crianças com menos de 12 anos trabalhando		Domicílio possui banheiro ou sanitário


Presença de jovens ou adultos
Convivência familiar
Migração
Comunidades tradicionais
Presença de pelo menos uma pessoa com 15 anos ou mais
Presença de pelo menos uma pessoa com 18 anos ou mais
Presença de pelo menos uma pessoa com 21 anos ou mais
Ausência de crianças com até nove anos que não são filhos ou enteado do responsável pela unidade familiar
Ausência de crianças com até nove anos que seja outro parente ou não parente
Responsável pela família nasceu neste município
Ausência de crianças ou adolescentes com até 14 anos que nasceu em outro município
Família que não é indígena ou quilombola
Disponibilidade de recursos
Disponibilidade de recursos
Extrema pobreza
Pobreza
Família tem alguma despesa mensal
Família possui alguma renda excluindo-se as transferências
Família possui alguma renda
Despesa familiar per capita superior a linha de extrema pobreza
Renda familiar per capita superior a linha de extrema pobreza
Despesa com alimentos, higiene e limpeza superior a linha da extrema pobreza
Despesa familiar per capita superior a linha de pobreza
Acesso à escola
Progresso escolar
Ausência de crianças com menos de 14 anos trabalhando
Ausência de crianças com menos de 16 anos trabalhando
Ausência de criança de 4-8 anos fora da escola
Ausência de criança de 7-14 anos fora da escola
Ausência de, pelo menos, uma criança de 7-17 anos fora da escola
Ausência de criança com até 14 anos com mais de 2 anos de atraso
Ausência de pelo menos um adolescente de 10 a 14 anos analfabeto
Ausência de pelo menos um jovem de 15 a 17 anos analfabeto
Acesso à coleta de lixo
Acesso à eletricidade
Pavimentação
Esgotamento sanitário adequado
Lixo coletado de forma direta
Lixo coletado de forma direta e indireta
Acesso à eletricidade com motor de uso
Acesso à eletricidade
Domicílio localizado com trecho de logradouro com caçamba/pavimentação total
Domicílio localizado com trecho de logradouro com caçamba/pavimentação total ou parcial