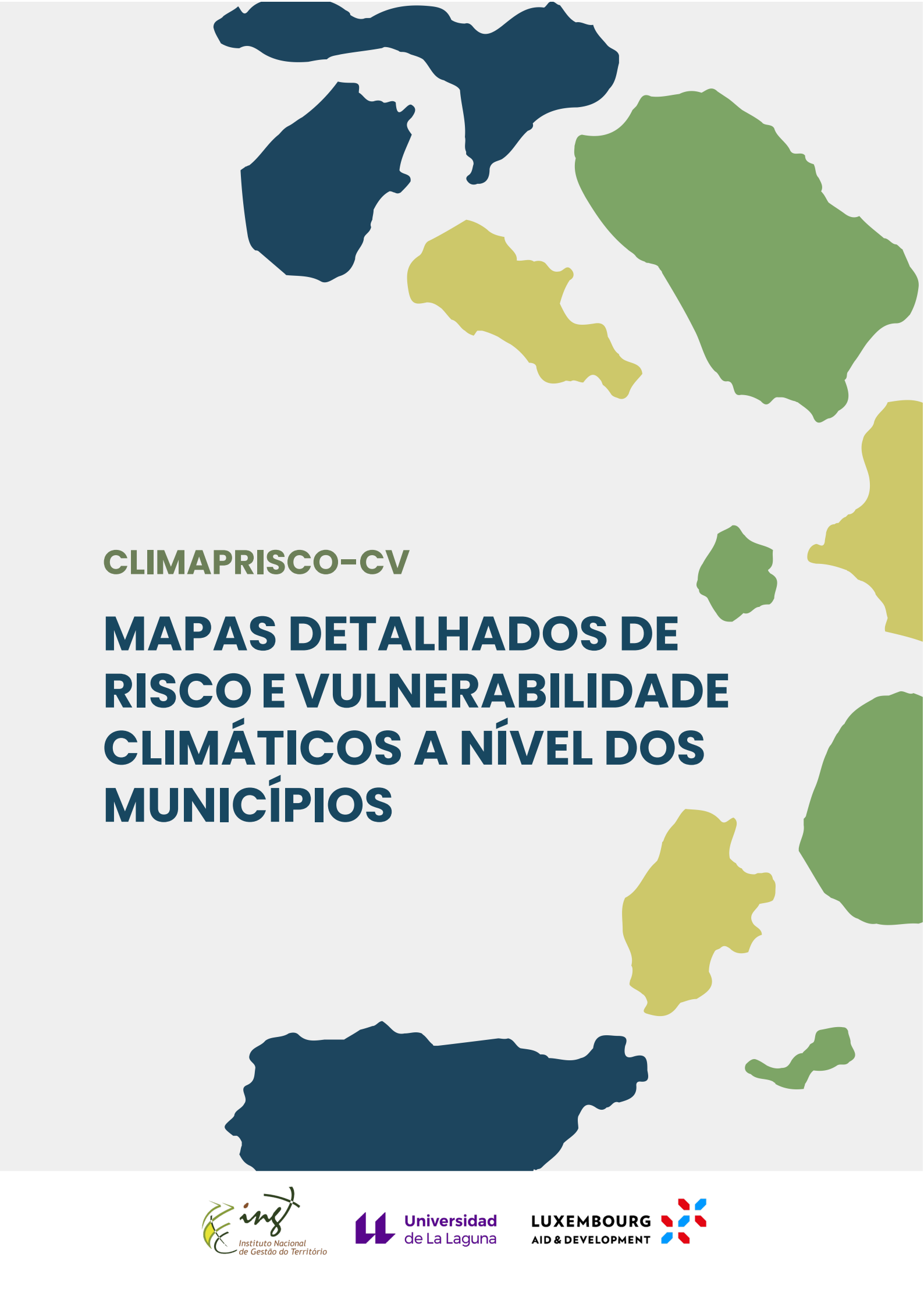




CLIMAPRISCO-CV

**MAPAS DETALHADOS DE
RISCO E VULNERABILIDADE
CLIMÁTICOS A NÍVEL DOS
MUNICÍPIOS**

Cabo Verde, Junho de 2025

Este estudo foi produzido com o suporte do “Financiamento Climático Internacional” do Governo de Luxemburgo.



Este estudo foi realizado com o apoio e a colaboração das seguintes instituições internacionais:



Ficha Técnica

Referência

Ministério das Infraestruturas, Ordenamento do Território e Habitação. 2025. Instituto Nacional de Gestão de Território (INGT). Cartografia de risco e vulnerabilidade climática a nível local. Praia. República de Cabo Verde.

Propriedade



Presidente do Conselho Diretivo

Ilce Malfada de Carvalho Amarante

Coordenação

Jaime Díaz Pacheco, Chefe de equipa ULL
Wagner de Sá Nogueira, Chefe de equipa INGT

Equipa Técnica – Elaboração do Relatório

Elaboração e Revisão

ULL – Universidade de La Laguna (Fundação General)
Jaime Díaz Pacheco, Chefe de equipa ULL
Wagner de Sá Nogueira, Chefe de equipa INGT

Revisão

Inês Mourão, Coordenação (LuxDev)
Nilton Gomes (LuxDev)
Laurence Janssens (LuxDev)

Financiamento

Luxembourg AID Development

Âmbito

Programa Ação Climática

Índice

Ficha Técnica	3
Colofão	9
Glossário	11
Lista de acrónimos	14
Sumário executivo	17
1. Introdução	21
1.1 Objetivo principal	23
1.2 Objetivos específicos	23
2. Contexto geográfico	25
2.1 Localização, população e povoamento	26
2.2 Atividade económica e mudanças climáticas	27
2.2.1 O setor de serviços e o turismo	27
2.2.2 O sector agrícola e as pescas	28
2.2.3 Indústria e energia	29
2.3 Clima e tendências climáticas	30
2.3.1 Variações climáticas inter-ilhas	30
2.3.2 Tendências climáticas gerais	31
2.3.3 Cartas climáticas e projeções climáticas em Cabo Verde com dados de reanálises.	34
3. Mapas de extremos climáticos e perigos em Cabo Verde	39
3.3.1 Extremos climáticos e os seus impactos em Cabo Verde	40
3.3.2 Mapeamento dos extremos climáticos desenvolvido no projeto	41
3.3.3 Temperaturas extremas	43
3.3.4 Chuvas extremas	43
3.1 Ameaças climáticas em Cabo Verde	46
3.1.1 Subida do nível do mar	46
3.1.2 Movimentos de vertente	48
3.1.3 Inundações e cheias	50
3.1.4 Ondas de calor	51
3.1.5 Seca	54
3.1.6 Incêndios	56
3.1.7 Tempestades e ventos fortes	58
3.1.8 Tempestades e ventos fortes	60
4. Vulnerabilidade aos riscos climáticos em Cabo Verde	63
4.1 Vulnerabilidade climática em Cabo Verde	65
4.1.1 Fatores que contribuem para a vulnerabilidade	66
4.1.2 Setores e áreas suscetíveis de serem mais afetados	67
4.1.3 Fatores que contribuem para a vulnerabilidade	68
4.1.4 Planeamento e utilização dos solos	68
4.1.5 Reduzir a sensibilidade	69
4.1.6 Infraestruturas resilientes e gestão sustentável dos ecossistemas	69
4.2 Capacidade de adaptação	70
4.2.1 Capacidade de adaptação	71
4.2.2 Reforço da governança	72
4.2.3 Desafios na avaliação e na resposta	73
4.3 Avaliação da vulnerabilidade por ilhas e zonas	73
4.3.1 Boa Vista	73
4.3.2 Brava	75
4.3.3 Fogo	77
4.3.4 Maio	78
4.3.5 Sal	80
4.3.6 Santiago	80
4.3.7 Santo Antão	82
4.3.8 São Nicolau	83
4.3.9 São Vicente	85
5. Análise cartográfica pormenorizada da vulnerabilidade aos riscos climáticos em Cabo Verde	87
5.3.1 Duas escalas de análise de risco (perigo, vulnerabilidade-exposição) para perigos climáticos	89
5.3.2 Mapa pormenorizado dos riscos climáticos a nível zonal	89
5.3.3 Avaliação da vulnerabilidade social (capacidade adaptativa) por zonas	89
5.3.3.1 Avaliação da vulnerabilidade-exposição (sensibilidade) por zonas	96
5.3.3.2 Avaliação inicial dos riscos por zonas e por perigos	99
5.3.3.3 Avaliação do risco total ao nível da zona	99
5.3.4 Levantamento participativo no terreno dos pontos críticos de risco	100
6. Recomendações técnicas para a transferência de conhecimento e dados	103
6.1 Metodologia proposta	104
6.1.1 Recolha de dados qualitativos e quantitativos	105
6.1.2 Recolha de dados qualitativos e quantitativos	110
6.1.3 Avaliação da vulnerabilidade	111
6.1.4 Cooperação e coordenação com as instituições locais	111
6.1.5 Recomendações técnicas para a transferência de conhecimentos e dados	112
7. Metodologia de mapeamento de riscos e avaliação de resultados	113
7.1 Conceitos metodológicos gerais para o mapeamento de riscos	114
7.1.1 Etapa 1. Identificação de ameaças	115
7.1.2 Etapa 2. Cálculo individualizado de ameaças	115
7.1.3 Etapa 3. Análise de vulnerabilidade	116
7.1.4 Etapa 4. Integração e mapeamento do risco	117
7.2 Metodologia para a caracterização climática e análise de risco climático	119
7.3 Metodologia para a caracterização climática e análise de risco de movimentos de vertente	121

7.4	Metodologia de caraterização e análise do risco de inundação	123
7.4.1	Bacias hidrográficas e redes de drenagem	123
7.4.1.1	Cálculo de caudais	124
7.4.1.2	Cálculo de planícies de inundação	131
8.	Validação dos resultados	133
8.1	Validação participativa com atores locais e regionais	134
8.2	Consulta de fontes escritas e bases de dados	135
9.	Conclusões	139
Anexos		144
	Anexo I – Cartografias de Riscos Climáticos	144
	Anexo II – Relação dos mapas WMS	190

Lista de Tabelas

Tabela 1:	Cenários térmicos e pluviométricos de acordo com as trajetórias socioeconómicas (IPCC).	32
Tabela 2:	Indicadores climáticos.	36
Tabela 3:	Variáveis utilizadas para construir o Índice de Vulnerabilidade.	90
Tabela 4:	Pesos atribuídos a cada variável.	91
Tabela 5:	Exemplo de matriz para análise de vulnerabilidade a partir do uso de indicadores.	96
Tabela 6:	Dados socioeconómicos vinculados à vulnerabilidade (sensibilidade e capacidade de adaptação)	107
Tabela 7:	Organização do repositório (o nome atual da pasta não é apresentado, mas sim o seu significado)	108
Tabela 8:	Reclassificação dos declives, precipitação, usos do solo e litologias.	122
Tabela 9:	Lista de publicações ligadas com as mudanças climáticas e riscos climáticos em Cabo Verde	136

Lista de Figuras

Figura 1:	Mapa geral de Cabo Verde.	26
Figura 2:	Consumo de água por sector.	28
Figura 3:	Ilhas de Cabo Verde. Projeção temperaturas medias 2080-2099 SSP5-8.5.	33
Figura 4:	Ilhas de Cabo Verde. Precipitação media anual (1950-2023).	35
Figura 5:	Perigosidade das chuvas extremas.	45
Figura 6:	Probabilidade de subida do nível do mar.	47
Figura 7:	Perigosidade por movimentos de vertente em Cabo Verde.	49
Figura 8:	Perigosidade por ondas de Calor (com índice de duração de 6 dias).	53
Figura 9:	Perigosidade por seca em Cabo Verde.	55
Figura 10:	Perigosidade de incêndio florestal.	57
Figura 11:	Probabilidade tempestade (índice K).	59
Figura 12:	Perigosidade bruma seca.	61
Figura 13:	Níveis de vulnerabilidade social (capacidade de adaptação) por zona em Cabo Verde.	93
Figura 14:	Níveis de vulnerabilidade para Praia e Mindelo (bairros).	94
Figura 15:	Exemplo de valoração de vulnerabilidade exposição a escala de detalhe.	98
Figura 16:	Exemplo de cálculo do risco de movimento de vertente a nível zonal.	99
Figura 17:	Trabalho de campo com instituições locais em diferentes ilhas.	100
Figura 18:	Dados físicos geográficos vinculados a perigos climáticos.	104
Figura 19:	Dados de localização e descrição básica de elementos vulneráveis.	106
Figura 20:	Componentes da Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas e Risco Climático (Fonte: D’Haeyer et al., 2023)	114
Figura 21:	Proposta metodológica para cálculo de risco.	118

Figura 22: Esquema de cálculo do método racional modificado. Fonte: Departamento de Engenharia Industrial e Engenharia Civil da Universidade de Cádiz.

Figura 23: Ilustrações de sessões online de validação dos resultados realizadas nas plataformas digitais, envolvendo instituições nacionais e câmaras municipais.

130

135

Colofão

Atribuição	CLIMAPRISCO. Análise de vulnerabilidade a riscos climáticos em Cavo Verde.
Para	Elaboração de mapas detalhados de risco e vulnerabilidade climáticos em Cabo Verde Ilce Mafalda de Carvalho Amarante Presidente do Instituto Nacional de Gestão do Território (INGT) Cidade de Praia, Cabo Verde
Pelo	ULL – Universidade de La Laguna (Fundação General) Avenida de la Trinidad, 61 San Cristóbal de La Laguna Santa Cruz de Tenerife 38203
Contacto	Dr. Jaime Díaz Pacheco Professor da Área de Geografia Física Cátedra Redução do risco de desastres https://wp.ull.es/resiliencia/
Documento	3/2025 CLIMAPRISCO-CV
Coordenadores	Jaime Díaz Pacheco, Chefe de equipa ULL Wagner de Sá Nogueira, Chefe de equipa INGT

Equipa ULL

Membros	Posição	Afilição/especialidade	Função no projeto
María Jiménez Mejías	Investigadora	ULL – Geóloga	Coordenação de informação
Jordan González Correa	Investigadora	ULL – Geógrafo	Dados climáticos e saúde
José M. Marrero Llinares	Professor	ULL – Geógrafo	Vulnerabilidade climática
Nerea Martín Raya	Investigadora	ULL – Geógrafa	Vulnerabilidade climática
Raúl Parra Hermida	Professor	ULL – Engenheiro	Modelação hidráulica
Claudio Moreno Media	Professor	ULPGC – Geógrafo	Cartografia e dados
Pedro Dorta Antequera	Professor	ULL – Geógrafo	Mudanças climáticas
Abel López Díez	Professor	ULL – Geógrafo	Adaptação ao clima
Rafael Daranas Carballo	Professor	ULL – Geógrafo	Vulnerabilidade climática
Álvaro Castilla Beltrán	Professor	ULL – Geógrafo	Clima e paleoambientes
Javier Díaz Cabrera	Investigador	UDG – Ambientales	Incêndios florestais
Juan Pablo Orán Cáceres	Especialista	Técnico SIG	Cartografia e dados

Equipa INGT

Membros	Posição	Afilição/especialidade	Função no projeto
Ivete Silves Ferreira	Técnica	INGT – Geógrafa	Gestão e Ord. Território
Ineida Pereira Batista	Técnica	INGT – Geógrafa	Cartografia e dados
Éder Fernandes	Técnico	INGT Técnico SIG	Cartografia e dados
Sandra Fernandes	Técnica	INGT – Geógrafa	Cartografia e dados
Vera Isabel Barros Alfama	Professora	UNICV – Geóloga	Riscos geomorfológicos
Jeremias Alves Cabral	Director	P. Civil – Geólogo	Riscos e vulnerabilidades
Gilson Moreno	Técnico	INMG – Agrometeorologista	Dados climáticos
Eriksson Timas	Técnico	INMG – Meteorologista	Dados climáticos

Glossário

Adaptação Climática
Conjunto de medidas e estratégias destinadas a reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas e aumentar a resiliência dos sistemas humanos e naturais.

Aerosóis Atmosféricos
Partículas sólidas ou líquidas suspensas no ar (como poeira do Sahel), que influenciam a qualidade do ar, a radiação solar e fenómenos como a bruma seca.

Bruma Seca
Fenómeno atmosférico associado à presença de partículas de poeira do Sahel transportadas pelos ventos alísios, reduzindo a visibilidade e afetando a saúde.

Camada (Layer)
Unidade básica de informação num SIG, representando um tipo de dado específico (ex.: precipitação, declive, uso do solo, zonas inundáveis).

Capacidade Adaptativa
Capacidade das pessoas, ecossistemas, instituições e infraestruturas para se ajustarem aos impactos climáticos, reduzir danos potenciais ou tirar proveito de oportunidades.

Cartografia de Risco
Processo de produção de mapas que representam espacialmente perigos, exposições, vulnerabilidades e níveis de risco associados a fenómenos climáticos ou naturais.

Cenários de Emissões (SSP2–4.5, SSP5–8.5)
Trajetórias socioeconómicas definidas pelo IPCC que representam possíveis futuros climáticos, considerando diferentes níveis de emissões de gases com efeito de estufa.

Clima
Conjunto de condições atmosféricas médias (temperatura, precipitação, vento, humidade e outros parâmetros) observadas numa região ao longo de um período prolongado, normalmente 30 anos.

Curvas de Nível
Linhas que unem pontos com igual altitude, utilizadas para interpretar a morfologia do terreno e identificar zonas de risco.

Declive
Inclinação do terreno expressa em graus ou percentagem. Áreas de declive acentuado são mais suscetíveis a movimentos de vertente.

Espessura Ótica de Aerossóis (AOD)
Medida da quantidade de partículas em suspensão na atmosfera. Valores elevados indicam eventos de poeira intensos.

Eventos de Precipitação Extrema

Episódios de chuva muito intensa num curto intervalo temporal, frequentemente associados a inundações rápidas e movimentos de vertente.

Exposição

Presença de pessoas, infraestruturas, ecossistemas, bens ou atividades económicas em locais suscetíveis de serem afetados por perigos climáticos.

Extremo Climático

Valor invulgarmente alto ou baixo de uma variável meteorológica (ex.: temperatura, precipitação), com baixa probabilidade de ocorrência.

Georreferenciação

Processo que associa elementos ou pontos do mapa a coordenadas reais na superfície terrestre, permitindo a sua localização exata.

Índice de Duração de Períodos Quentes (WSDI)

Indicador que mede o número anual de dias incluídos em períodos consecutivos de calor extremo.

Índice de Precipitação Padronizada (SPI)

Indicador que quantifica o grau de seca ou humidade numa região, comparando a precipitação observada com a média histórica.

Inundação / Cheia

Acumulação temporária de água em áreas que normalmente não se encontram submersas. Pode resultar de chuvas intensas, escoamento rápido ou subida do nível do mar.

Mitigação Climática

Ações destinadas a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) ou aumentar a sua remoção da atmosfera, contribuindo para limitar o aquecimento global.

Modelo Digital de Elevação (MDE)

Modelo semelhante ao MDT, mas que inclui elementos sobre a superfície (vegetação, edifícios).

Modelo Digital de Terreno (MDT)

Representação digital da superfície terrestre, usada para calcular declives, altitudes e orientar análises de suscetibilidade a cheias e movimentos de vertente.

Movimentos de Vertente

Deslizamentos ou quedas de materiais (solo, rochas) em encostas instáveis, frequentemente desencadeados por chuvas intensas.

Mudanças Climáticas

Alterações de longo prazo nos padrões climáticos globais ou regionais, decorrentes de processos naturais ou, sobretudo, da atividade humana.

Onda de Calor

Período prolongado de temperaturas anormalmente elevadas relativamente ao clima habitual da região.

Orientação de Vertente (Aspect)

Direção para a qual uma encosta está virada, influenciando insolação, evaporação, vegetação e processos erosivos.

Período de Retorno

Intervalo médio de tempo associado à probabilidade de ocorrência de um evento extremo.

Perigo Climático (ou Ameaça Climática)

Fenómeno de origem climática com potencial para causar danos.

Reanálise Climática (ex.: ERA5)

Reconstrução histórica do clima baseada na combinação de observações e modelos numéricos.

Resiliência Climática

Capacidade de um sistema ou comunidade para resistir, recuperar e adaptar-se após eventos climáticos extremos.

Risco Climático

Probabilidade de ocorrência de danos resultantes da interação entre perigo, exposição e vulnerabilidade.

Seca Meteorológica

Período prolongado com precipitação significativamente abaixo do normal para a região.

Sistema de Informação Geográfica (SIG / GIS)

Conjunto de ferramentas que permitem recolher, armazenar, analisar e visualizar dados geográficos para apoio à tomada de decisão.

Subida do Nível do Mar

Aumento gradual do nível médio dos oceanos devido ao aquecimento global.

Temperatura Média Anual / Mensal

Valores médios calculados para avaliar o comportamento térmico habitual de uma região.

Unidades de Paisagem / Unidades Morfológicas

Divisões do território baseadas nas características físicas.

Variabilidade Climática

Flutuações naturais do clima em diferentes escalas temporais.

Vulnerabilidade

Grau de fragilidade de um sistema ou comunidade face a um perigo climático.

Lista de acrónimos

AERONET	AErosol RObotic NETwork (rede global de fotómetros solares robóticos baseada em terra)
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IH	Instituto Hidrográfico de Portugal
INE – CV	Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde
INGT	Instituto Nacional de Gestão do Território
INMG	Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica
INSP	Instituto Nacional de Saúde Pública
IPCC	(sigla em inglês) Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
MAA	Ministério da Agricultura e Ambiente
MITECO	Ministério para a Transição Ecológica e o Desafio Demográfico da Espanha
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OECED	Oficina Económica y Comercial de España en Dakar
OIDE	Oficina de Información Diplomática de España
PIB	Produto Interno Bruto
RGPH	Recenseamento Geral da População e Habitação
SIDS	Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento
SPI	Índice de Precipitação Padronizada
ULL	Universidade de La Laguna

UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICV	Universidade de Cabo Verde
WBG	World Bank Group
WSDI	Índice de Duração de Onda de Calor
ZCIT	Zona de Convergência Inter Tropical
ZEE	Zona Económica Exclusiva



Sumário executivo

Cape Verde is a country that is highly vulnerable to climate change and, specifically, to floods, droughts, extreme temperatures, and humidity. As a Small Island Developing State (SIDS), these extreme phenomena are becoming increasingly frequent and highlight the great fragility of SIDS and the serious economic and environmental constraints they face. The country needs to develop strategies for adapting to climate change and reducing the risk of climate-related disasters, and to analyze the climate risks that affect it in order to produce a detailed mapping of climate-related hazards, vulnerability, and therefore risk. This project (CLIMAPRISCO-CV) initiates the development of a comprehensive analysis of climate risks in Cape Verde, providing a territorial analysis of these risks. This spatial analysis allows for the creation of detailed maps that identify the island regions most vulnerable to extreme weather events, such as droughts, floods, landslides, forest fires, heat waves, dry haze, contamination, storms, intense winds, and flooding due to sea level rise.

Through the application of specific methodologies and the use of climate and geospatial data, the project generates hazard, vulnerability, and climate risk maps, which serve a fundamental reference tools for land management and decision-making within the scope of Cape Verde's climate adaptation strategy. The detailed maps provide local and national authorities with a solid technical basis for designing and implementing effective climate change adaptation and mitigation strategies. In addition, this initiative establishes a methodological framework that can be replicated in the future, contributing to the continuous strengthening of Cape Verde's resilience to climate challenges and ensuring the sustainability of its communities and ecosystems. This project establishes a series of specific objectives that contribute strategically to the achievement of the main objective, namely, identifying climate risks, calculating climate hazards, developing hazard maps, analyzing vulnerability, analyzing and mapping risks, and validating results.

Bibliographic documents, scientific articles, reports, opinions, and previous works related to climate change and climate risks in Cape Verde were consulted and explored. Several public institutions were contacted with the aim of obtaining data and information related to this topic, both in terms of exposure and vulnerability, as well as the hazards and climate extremes that affect each island. It is also important to mention the provision and transfer of data and information by the Institute for Territorial Management (INGT) and the University of La Laguna. It is also necessary to highlight the cooperation with the National Statistics Institute of Cape Verde (INE-CV), the National Institute of Meteorology and Geophysics (INMG), the National Institute of Public Health (INSP), the University of Cape Verde (UNICV), and the Hydrographic Institute of Portugal, as well as with technicians and representatives of the municipal councils of all the islands of Cape Verde.





01.

Introdução

Sendo um Pequeno Estado Insular em Desenvolvimento (SIDS), Cabo Verde é um país altamente vulnerável às mudanças climáticas e, especificamente, às inundações, secas, temperaturas e humidades extremas. Com um regime pluviométrico irregular e baixo, as secas cíclicas, incluindo a mais recente (2017-2018), afetam a agricultura, a sociedade e a economia do arquipélago. Por outro lado, a situação de aridez combina-se com um aumento da frequência e concentração espacial de fenómenos extremos de precipitação. Estas situações, que ocorrem num território de pequena dimensão, mas com um relevo complexo, tornam as ilhas cabo-verdianas muito sensíveis às inundações, que afetam frequentemente as cidades e vilas, que ou se localizam junto ou no interior de vales e foz de bacias hidrográficas, ou se situam no sopé de encostas ou em estradas e em meio urbano, e são afetadas por cheias ou inundações.

Estes fenómenos extremos cada vez mais frequentes põem em evidência a grande fragilidade dos SIDS e os graves constrangimentos económicos e ambientais que países como Cabo Verde enfrentam. Os SIDS, apesar de contribuírem muito pouco para o aquecimento global, estão a sofrer as consequências das mudanças climáticas e a pagar um preço excessivamente elevado pelos seus efeitos. Para fazer face a este custo, Cabo Verde pretende criar parcerias fortes e implementar intervenções sustentáveis com um impacto claro no reforço das capacidades institucionais do país e na prestação de serviços às comunidades e famílias, incluindo mulheres, crianças, jovens e pessoas que vivem em situações vulneráveis. Um dos caminhos para tais melhorias é o desenvolvimento das capacidades institucionais, organizacionais e individuais.

O presente projeto insere-se no contexto acima referido, como parte dos esforços de Cabo Verde para desenvolver estratégias de adaptação às mudanças climáticas e de redução do risco de catástrofes relacionadas com o clima. Assim, o país precisa de analisar os riscos climáticos que afetam o país com o objetivo de produzir um mapeamento detalhado dos perigos relacionados com o clima, a vulnerabilidade e, portanto, o risco. O objetivo é: (1) identificar as áreas e os sectores mais suscetíveis a fenómenos climáticos extremos (ou seja, secas, inundações, movimentos de vertente, ondas de calor e outros fenómenos naturais que podem intensificar-se com as mudanças climáticas, tais como incêndios e tempestades marítimas); e (2) estabelecer e desenvolver estratégias adequadas de adaptação e mitigação. Em suma, o objetivo é aumentar o conhecimento dos riscos climáticos presentes e futuros, a fim de melhorar e tornar mais eficientes as ações destinadas a melhorar a capacidade de adaptação de Cabo Verde face às mudanças climáticas.

Embora tenha sido realizada uma revisão bibliográfica de documentos técnicos e científicos destinados ao estudo e análise dos riscos climáticos em Cabo Verde, este projeto baseia-se na consulta de quatro trabalhos anteriores considerados de referência. O primeiro deles, também em importância, é o “Plano Nacional de Adaptação de Cabo Verde” (Ministério de Agricultura e Ambiente, 2021) e, devido à sua estreita ligação com o projeto: “Análise e cartografia da perigosidade em Cabo Verde” (Nelson Mileu et al., 2014); “Cabo Verde. Avaliação de base da preparação nacional para catástrofes” (Renda-Tanali et al., 2024); e “Estudo sobre a medição da vulnerabilidade climática em Cabo Verde” (D’Haeyer et al., 2024). A sua relação com o desenvolvimento de mapas detalhados de risco climático em Cabo Verde é muito significativa e servem muito bem como guia para uma caracterização básica dos riscos climáticos e da vulnerabilidade para cada uma das ilhas do arquipélago cabo-verdiano. Para além disso, este trabalho é avalizado por prestigiadas instituições internacionais, bem como pelas próprias instituições cabo-verdianas e nacionais.

Para além da consulta e exploração de documentos bibliográficos, artigos científicos, relatórios, pareceres e trabalhos anteriores relacionados com as mudanças climáticas e os riscos climáticos em

Cabo Verde, foram contactadas várias instituições públicas com o objetivo de obter dados e informações relacionadas com esta temática, tanto em termos de exposição e vulnerabilidade, como dos perigos e extremos climáticos que afetam cada ilha. Neste sentido, é necessário destacar a cooperação com o Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde (INE-CV); o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG), o Instituto Nacional de Saúde Pública (INSP), a Universidade de Cabo Verde (UNICV) e o Instituto Hidrográfico de Portugal, bem como com técnicos e representantes das câmaras municipais de todas as ilhas de Cabo Verde. Importa ainda referir a disponibilização e cedência de dados e informação por parte do Instituto de Gestão do Território (INGT) e da Universidade de La Laguna. Por último, é de referir a consulta e descarregamento de dados de reanálise de satélites a partir do Climate Data Store do Copernicus Climate Change Service, gerido conjuntamente pela Comissão Europeia, o projeto Copernicus e o ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts).

O presente projeto (CLIMAPRISCO-CV) inicia o desenvolvimento de uma análise abrangente dos riscos climáticos em Cabo Verde. Esta análise é efetuada utilizando uma metodologia abrangente para identificar, quantificar e mapear os perigos climáticos, as vulnerabilidades e os riscos climáticos associados a uma escala que estabelece diferenças regionais claras dentro da escala da ilha. Em suma, o produto final tangível consiste num conjunto de mapas detalhados de risco climático e vulnerabilidade para os vinte e dois concelhos que compõem Cabo Verde.

1.1 Objetivo principal

O principal objetivo do projeto CLIMAPRISCO-CV é a realização de uma análise territorial dos riscos climáticos numa escala detalhada para os municípios de Cabo Verde. Esta análise espacial permite a elaboração de cartografias detalhadas que identificam as regiões insulares mais vulneráveis a fenómenos climáticos extremos, tais como secas, inundações, movimentos de vertente, incêndios florestais, ondas de calor, bruma seca, contaminação, tempestades, ventos intensos e inundações devido à subida do nível do mar. Através da aplicação de metodologias específicas e da utilização de dados climáticos e geoespaciais, o projeto gera mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco climático, que servem de instrumentos de consulta fundamentais para a gestão territorial e a tomada de decisões, no âmbito da estratégia de adaptação climática de Cabo Verde.

Os mapas detalhados são capazes de fornecer às autoridades locais e nacionais uma base técnica sólida para a conceção e implementação de estratégias eficazes de adaptação e mitigação das mudanças climáticas. Além disso, esta iniciativa estabelece um quadro metodológico que pode ser replicado no futuro, contribuindo para o reforço contínuo da resiliência de Cabo Verde aos desafios climáticos e garantindo a sustentabilidade das suas comunidades e ecossistemas.

1.2 Objetivos específicos

Este projeto estabelece uma série de objetivos específicos que contribuem estrategicamente para o cumprimento do objetivo principal. Estes objetivos específicos, apresentados abaixo, formam um quadro de ação bem estruturado e articulado, que fornece uma base sólida para o desenvolvimento eficiente e eficaz do projeto em todas as suas fases:

- **Identificar os riscos climáticos:**

- Realizar uma análise detalhada dos valores normais que caracterizam o clima de Cabo Verde;
- Avaliar os extremos climáticos, tais como chuvas torrenciais, temperaturas extremas, índices de seca, etc.;
- Mapear o perigo produzido pela interação destes extremos e as características físicas do território cabo-verdiano.

- **Calcular o perigo climático:**

- Determinar a probabilidade de intensidade e de ocorrência de fenómenos climáticos extremos.
- Desenvolver mapas de perigos:
- Desenvolver mapas de perigos detalhados para os principais perigos climáticos identificados.

- **Analisar a vulnerabilidade:**

- Avaliar a vulnerabilidade associada aos riscos climáticos numa escala detalhada para os municípios de Cabo Verde.

- **Analisar e mapear riscos:**

- Gerar mapas de zoneamento de risco a partir da integração de análises de perigo e vulnerabilidade.

- **Validar os resultados:**

- Rever e confirmar a consistência dos resultados obtidos, garantindo a sua aplicabilidade para a gestão de riscos em Cabo Verde.

02.

Contexto geográfico

2.1 Localização, população e povoamento

Cabo Verde é um arquipélago de origem vulcânica situado no Oceano Atlântico Norte, a cerca de 450 km da costa ocidental de África, ao largo do Senegal. O país é constituído por dez ilhas vulcânicas (Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal, Boa Vista, Maio, Santiago, Fogo e Brava) e 13 ilhéus. Nove destas ilhas são habitadas. A superfície terrestre total é de 4.033 km², com uma Zona Económica Exclusiva (ZEE) que se estende por cerca de 734.000 km². A linha de costa e, por conseguinte, a exposição do território terrestre ao mar é considerável. No total, são cerca de 1.020 km de costa, alternando falésias e praias de variados tipos e altitude.



Figura 1: Mapa geral de Cabo Verde.

Em 2000, Cabo Verde tinha uma população total de 434.625 habitantes, com uma densidade populacional de 107 habitantes por km². Em 2021, a população tinha aumentado para 491.233 habitantes (INECV, 2021, segundo o Recenseamento Geral da População e Habitação - RGPH), com uma densidade de 134,9 pessoas por km² de superfície terrestre. Esta densidade é superior à de países como Espanha e Portugal e corresponde à de zonas de desenvolvimento misto urbano-rural. Em todo o caso, a população de Cabo Verde está extremamente concentrada em duas ilhas, Santiago e São Vicente. Dentro destas ilhas, existe uma concentração significativa de população nas duas grandes cidades cabo-verdianas, Praia em Santiago e Mindelo em São Vicente. Mais de metade da população está concentrada na ilha de Santiago e uma grande parte reside na capital, Praia. No entanto, é de notar que a taxa de crescimento da população nas ilhas do Sal e da Boa Vista, devido à atividade turística, está a aumentar acentuadamente. Em 1996, 30% da

população era considerada pobre, aumentando este rácio para 37% em 2002, sendo que a maioria das pessoas em situação de pobreza extrema (70-85%) residia nas zonas rurais (MAA, 2007). Em 2015, 35% da população encontrava-se abaixo do limiar da pobreza absoluta (Ferreira Costa, 2020). Neste contexto, Cabo Verde tem uma população nativa a viver no estrangeiro de mais de 800.000 pessoas, o que o torna o país africano com o maior número de remessas em relação ao seu PIB (Ferreira Costa, 2020; Fernandes Neves, 2021).

Em 2019, Portugal, França e Estados Unidos foram os principais países de origem das remessas enviadas pelos emigrantes cabo-verdianos, com 5.679 milhões, 4.831 milhões e 4.496 milhões de euros, respetivamente (Fernandes Neves, 2021).

As principais motivações da emigração cabo-verdiana em 2014 foram os estudos (cerca de 36%), o reagrupamento familiar (23%), o emprego (21%) e os problemas de saúde (15%). Este fenómeno migratório tem uma importância crescente e é um pilar fundamental da economia do país devido às remessas enviadas pelos emigrantes. A recorrência de secas em Cabo Verde tem sido um fator que tem acelerado o êxodo rural e as migrações internas e internacionais (Fernandes Neves, 2021).

Do ponto de vista da população e dos riscos climáticos, é importante notar que a maioria da população (80%) reside nas zonas costeiras (Pereira et al., 2018). Em termos de vulnerabilidade social, Cabo Verde tem um índice de Gini de 0,53 em 2023, acima dos 0,42 em 2007. Os dados oficiais colocam a pobreza extrema em 2,8% (2023), nota-se também a perda de 4 lugares no IDH entre 2019 e 2023, ocupando agora o 131º lugar. Em qualquer caso, como em qualquer outro indicador socioeconómico do arquipélago, a nível local existe uma diversidade socio territorial significativa cuja complexidade ultrapassa as diferenças habituais entre o mundo urbano e o mundo rural.

2.2 Atividade económica e mudanças climáticas

As principais atividades económicas de Cabo Verde são o sector dos serviços, o turismo, as remessas, a agricultura, as pescas e, em menor escala, a indústria e a energia.

2.2.1 O setor de serviços e o turismo

Os serviços representam cerca de 70% do PIB (Renda-Tanali, 2021), sendo o turismo a principal atividade do sector. Dada a evolução global da atividade, estima-se que em Cabo Verde possa continuar a crescer. Representa atualmente cerca de 25% do PIB do arquipélago, sendo que já em 2005 representava 10% do PIB. Entre 2000 e 2003, Fragoso (2007) já detetou um crescimento de 22% no número de camas. O turismo será, sem dúvida, uma atividade próspera no século XXI. Cabo Verde é um destino tropical atrativo com muitas horas de sol e uma temperatura quente arrefecida pelo mar e pelos ventos alísios. O país está a tentar consolidar-se como um destino que oferece diversidade e qualidade, no entanto, ainda tem fraquezas importantes, como as relacionadas com a mobilidade e os transportes. Em termos de clima, recursos e energia, também enfrenta desafios importantes, entre os quais a adaptação às mudanças climáticas é um dos mais importantes. O turismo está a competir pela água com a agricultura e os aquíferos das ilhas estão a esgotar-se (UNESCO, 2021; Figura 2).

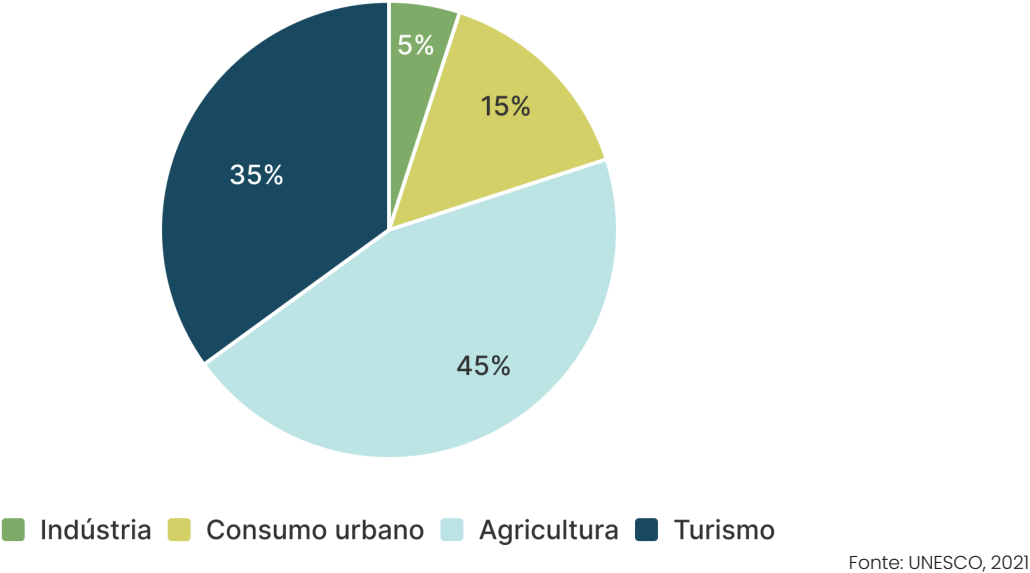


Figura 2: Consumo de água por sector.

As ilhas do Sal e da Boa Vista concentram o turismo de massa “sol, mar e areia”, com grandes hotéis financiados por capital estrangeiro e promoção imobiliária para segunda habitação de cidadãos europeus (Governo de Cabo Verde, 2021). As restantes ilhas, incluindo Santiago (onde se situa a capital, Praia), têm um turismo interior mais precário, com pequenas empresas geridas pela comunidade local e financiadas principalmente pelas remessas da diáspora (Fernandes, 2021). Atualmente, o Governo dá prioridade à diversificação do turismo, promovendo atrações como a observação de tartarugas marinhas, vela, iatismo, windsurf e kit surf, pesca desportiva, mergulho, caminhadas, exploração vulcânica, observação de aves, canyoning, cruzeiros e atividades culturais.

O sector do turismo é altamente vulnerável aos impactos das mudanças climáticas, como a erosão costeira, a subida do nível do mar e a escassez de água e energia, que podem aumentar os custos e danificar as infraestruturas turísticas e as praias (MAA, 2007). As doenças transmitidas por vetores, como a dengue ou a malária, também podem afetar os fluxos turísticos (MAA, 2023).

2.2.2 O sector agrícola e as pescas

Enquanto o turismo está a aumentar o seu impacto no PIB, a agricultura, por outro lado, tem cada vez menos influência. Em 2002, a agricultura e a pesca empregavam mais de 60% da população cabo-verdiana, com uma quota do PIB entre 10% e 12% (MAA, 2007). Já em 2017 foi estimada em 5,71% e em 2020 manteve-se com um impacto de 6% no PIB nacional (Governo de Cabo Verde, 2021).

A agricultura em Cabo Verde é predominantemente de sequeiro (90% das áreas produtivas) (Ramos, 2014), embora a agricultura de regadio esteja a tornar-se cada vez mais importante, especialmente nas ribeiras onde a água subterrânea é extraída de poços e galerias. A vulnerabilidade do sector agrícola às mudanças climáticas é elevada devido à escassez de água e solo e

aos sistemas agrícolas (MAA, 2007). A escassez de água e os processos de erosão dos solos são grandes desafios, o que faz com que 80% dos recursos alimentares tenham de ser importados (Ferreira et al., 2013). Acresce ainda o perigo de desertificação, que está relacionado com secas cíclicas, chuvas torrenciais e irregulares, escassez de cobertura vegetal (solos nus) e pressão humana sobre os recursos naturais.

A atividade pecuária, apesar de representar uma pequena parte do PIB, é importante para a segurança alimentar (fornece quase 100% da carne e dos ovos) e gera rendimentos suplementares e emprego para as famílias rurais. A ilha de Santiago é responsável por 51% do efetivo pecuário nacional (MAA, 2007).

Em Cabo Verde, a silvicultura tem desempenhado um papel crucial no combate à desertificação e na satisfação das necessidades energéticas e forrageiras, com a área florestal a aumentar de 3.000 ha em 1975 para mais de 85.934 ha em 2004 (20% da superfície do país) (MAA, 2007).

Estima-se que o potencial dos recursos pesqueiros do país ainda esteja sub explorado, uma vez que a frota existente não tem capacidade para explorar eficientemente as possibilidades existentes, o que, juntamente com infraestruturas insuficientes e baixa comercialização externa, limita o seu desenvolvimento (MAA, 2007). Em 2001, a pesca artesanal tinha um peso significativo (MAA, 2007) e atualmente continua a manter a sua força no abastecimento do mercado interno, embora represente apenas 1% do PIB (OECD, 2018). Esta capacidade do sector pode ser vista como um ponto forte do ponto de vista da sustentabilidade da atividade, pois ao mesmo tempo que consegue abastecer o mercado interno, mantém os stocks de peixe do país sem os esgotar, com exceção de algumas espécies como a lagosta (MAA, 2007).

A atividade piscatória e, em particular, a atividade de pesca artesanal em Cabo Verde pode ser afetada pelas mudanças climáticas devido à subida do nível do mar, à degradação do habitat, às variações das marés e às inundações nas zonas costeiras.

2.2.3 Indústria e energia

Em 2023, a indústria cabo-verdiana contribuiu com 18,5% do PIB (OIDE, 2025) e a sua contribuição tem-se mantido estável em cerca de 18% nos últimos anos. Dentro deste sector, o mais representativo é a construção, que representa 11,5% do PIB (OIDE, 2025). O restante é representado por pequenas e médias unidades industriais e logísticas, principalmente no sector alimentar (gelados, moagem de cereais, café, etc.), bebidas, tabaco, têxteis, produtos químicos, calçado e fabrico de alguns componentes eletrónicos. A maior parte destas atividades concentra-se nas ilhas de São Vicente e Santiago. Dentro destas, principalmente nas cidades da Praia e do Mindelo.

Dentro da atividade industrial e especificamente ligada ao sector da construção, há que referir as atividades de extração de inertes. Esta é uma atividade que modifica significativamente o relevo onde se localiza, produzindo uma deterioração ambiental significativa (MAA, 2007), além de se tornar um fator desencadeador de movimentos de vertente e outros riscos climáticos, sobretudo os de natureza hidrometeorológica. Em muitas localidades ainda se verifica a exploração artesanal de materiais aluvionares das ravinas, que começam a coexistir com métodos modernos de extração, numa atividade que comporta elevados riscos laborais.

Em termos de produção de energia em Cabo Verde, este sector contribui com cerca de 4% do PIB (Fernandes, 2021). Embora a produção local de energia eólica e solar esteja a ser gradualmente incorporada (20%), 80% da energia é atualmente extraída de combustíveis fósseis (petróleo) (Governo de Cabo Verde, 2021). O país está atualmente a fazer uma transição acelerada, com o objetivo de atingir 50% de energias renováveis até 2030. Para tal, tem sido promovida a expansão de parques eólicos na Praia, Mindelo e Sal, e a eletrificação rural com sistemas solares fotovoltaicos, entre outros grandes investimentos.

2.3 Clima e tendências climáticas

O clima de Cabo Verde é tropical seco, caracterizado por uma estação chuvosa curta, com precipitações muitas vezes torrenciais e mal distribuídas espacial e temporalmente, acelerando a erosão dos solos. A estação seca, conhecida como “tempo de brisa”, decorre de dezembro a junho, enquanto a estação das chuvas ou “tempo húmido” decorre de agosto a outubro. A precipitação média anual é de cerca de 225 mm e as temperaturas médias situam-se entre os 25 e os 30°C, o que faz de Cabo Verde um território com sol significativo durante todo o ano.

O clima é influenciado por vários fatores, como a oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante a estação das chuvas, que traz ventos de sudeste e perturbações de leste do continente africano. Entre dezembro e fevereiro, o arquipélago recebe massas de ar provenientes de latitudes extratropicais. A proximidade do continente africano também contribui para as características climáticas locais, dependendo da intensidade das massas de ar continentais quentes e secas, bem como da persistência do “Harmattan” durante a estação seca. Além disso, o sistema anticiclone dos Açores e a corrente fria das Canárias também exercem influência (Pereira et al., 2018; Ramos e Regina, 2013; Renda-Tanali, 2021).

2.3.1 Variações climáticas inter-ilhas

O relevo extremamente acidentado de Cabo Verde é um fator determinante na diferenciação climática a nível local. Como resultado, as ilhas montanhosas apresentam uma diferenciação climática acentuada, com zonas áridas, sub-húmidas e húmidas. As zonas húmidas e sub-húmidas são normalmente identificadas com as vertentes a barlavento dos ventos alísios de nordeste, acima dos 700 metros de altitude. Por esta razão, as ilhas de Santiago, Fogo, Santo Antão e São Nicolau concentram 87% do potencial forrageiro e de pastoreio do país. Algumas margens de rios com vegetação também mantêm condições de humidade relativa mais elevada do que o terreno circundante. Por conseguinte, a precipitação em Cabo Verde aumenta com a altitude e a exposição aos ventos alísios de nordeste, sendo as encostas a barlavento dos ventos alísios mais húmidas do que as encostas a sotavento.

Em Cabo Verde, existe uma circunstância toponímica que pode ser confusa. A designação de ilhas de sotavento e barlavento corresponde à exposição das ilhas ao vento dominante de nordeste, os ventos alísios ligados ao anticiclone subtropical dos Açores. Assim, as ilhas do Maio, Santiago, Fogo e Brava são as mais afastadas da influência destes ventos e são conhecidas como ilhas de Sotavento. Por outro lado, as ilhas que sofrem maior influência dos ventos alísios, Santo Antão, São Vicente, São Nicolau, Santa Luzia, Sal e Boa Vista, são designadas por ilhas de

Barlavento. Em geral, as zonas expostas a ventos quentes e húmidos, como os alísios, tendem a ter maior pluviosidade, no entanto, em Cabo Verde, as ilhas com maior pluviosidade anual são as ilhas de Sotavento, devido à já referida subida da ZCIT e à entrada de ventos húmidos de sudeste. Dito isto, quer nas ilhas designadas por Sotavento quer por Barlavento, é precisamente nas vertentes viradas para os ventos alísios (vertentes de barlavento) e a uma altitude significativa que a pluviosidade e a humidade aumentam. O caso excecional da Boa Vista e do Sal como ilhas de Barlavento confirma a regra, dado o seu estado árido ligado aos fatores de baixa altitude e de proximidade do continente africano.

As características pluviométricas de Cabo Verde caracterizam-se essencialmente por uma elevada irregularidade anual e normal, com períodos de chuva intercalados com longos períodos de seca. Para além disso, devem ser tidas em conta as particularidades do relevo e da orientação. A ilha do Fogo, por exemplo, apresenta uma particularidade na concentração da precipitação; as zonas mais expostas têm uma concentração mais baixa (chuvas menos torrenciais), enquanto as zonas abrigadas a sudeste, mesmo a grande altitude, têm um índice de concentração mais elevado, indicando chuvas mais intensas em menos dias. O caso do Mindelo (São Vicente) é uma das localidades com elevada suscetibilidade à seca e para a ilha de Santiago destaca-se o número de ocorrências de chuvas torrenciais, sobretudo entre agosto e outubro (Mileu et al., 2014).

No que diz respeito à precipitação, verifica-se uma tendência decrescente desde a década de 1960 e os registos indicam uma redução significativa da precipitação nos últimos trinta anos (MAA, 2007; Ramos e Regina, 2013). Embora o país se situe numa zona desértica/semiárida, as ilhas montanhosas apresentam uma diferenciação climática acentuada com zonas áridas, sub-húmidas e húmidas, enquanto as ilhas planas apresentam apenas zonas áridas e semiáridas.

Em termos de temperaturas, tem-se observado um ligeiro aumento da temperatura média anual em alguns locais do arquipélago nos últimos anos (MINAA, 2007; Ramos e Regina, 2013).

2.3.2 Tendências climáticas gerais

Cabo Verde é considerado um dos países mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, vulnerabilidade que é agravada pela sua insularidade, pequena extensão territorial, localização no Sahel africano e limitada capacidade de resposta (MAA, 2007; Ramos e Regina, 2013). Em termos de temperaturas, tem-se observado um ligeiro aumento da temperatura média em algumas localidades nos últimos anos. Especificamente, entre 1980 e 1997 (MAA, 2007), Praia e Mindelo, talvez por serem as zonas com melhores dados e pela sua componente urbana, registaram um aumento significativo da temperatura em relação ao período 1970-1983 (MAA, 2007). As anomalias de temperatura mínima, predominantemente negativas até 2000, têm sido consistentemente positivas desde então, com um aumento semelhante nas temperaturas médias a partir de 1995 (Pereira, 2018).

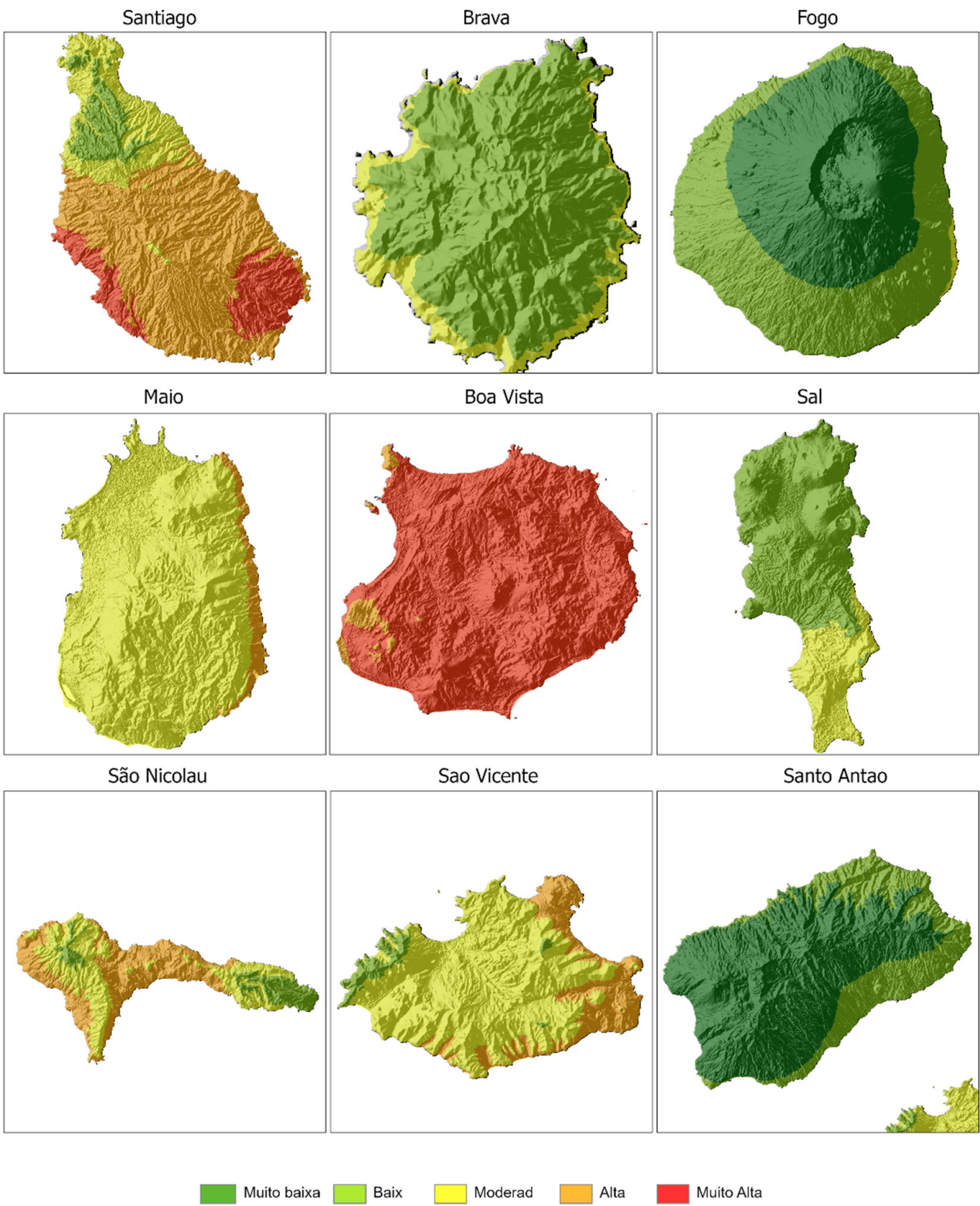
Relativamente à precipitação, tem-se verificado uma redução significativa da precipitação nos últimos trinta anos, com uma tendência decrescente desde a década de 1960. Algumas zonas habitualmente consideradas húmidas foram recentemente reclassificadas como sub-húmidas ou semiáridas. O índice de concentração da precipitação diária (IC) em Cabo Verde (0,77 a 0,92) é notavelmente mais elevado do que em Portugal continental (0,45 a 0,64), indicando que uma grande parte da precipitação anual se deve a um pequeno número de dias de chuva intensa

(Sousa, 2012). Este facto é caraterístico de climas tropicais semiáridos ou secos com uma forte concentração sazonal.

Tabela 1: Cenários térmicos e pluviométricos de acordo com as trajetórias socioeconómicas (IPCC).		
Nº	INDICADOR (PROJEÇÕES CLIMÁTICAS ERA5 ADAPTADAS A ALTA RESOLUÇÃO)	UNIDADE
13	Anomalia da temperatura média estimada em 2040-2059 (SSP2-4.5)	°C
14	Anomalia da temperatura média estimada em 2040-2059 (SSP5-8.5)	°C
15	Anomalia da temperatura média estimada em 2080-2099 (SSP2-4.5)	°C
16	Anomalia da temperatura média estimada em 2080-2099 (SSP5-8.5)	°C
17	Temperatura média diária estimada em 2040-2059 (SSP2-4,5)	°C
18	Temperatura média diária estimada em 2040-2059 (SSP5-8,5)	°C
19	Temperatura média diária estimada em 2080-2099 (SSP2-4,5)	°C
20	Temperatura média diária estimada em 2080-2099 (SSP5-8.5)	°C
35	Anomalia estimada da precipitação média anual em 2040-2059 (SSP2-4.5)	mm
36	Anomalia estimada da precipitação média anual em 2040-2059 (SSP5-8.5)	mm
37	Anomalia estimada da precipitação média anual em 2080-2099 (SSP2-4.5)	mm
38	Anomalia estimada da precipitação média anual em 2080-2099 (SSP5-8.5)	mm
39	Precipitação média anual estimada em 2040-2059 (SSP2-4,5)	mm
40	Precipitação média anual estimada em 2040-2059 (SSP5-8,5)	mm
41	Precipitação média anual estimada em 2080-2099 (SSP2-4,5)	mm
42	Precipitação média anual estimada em 2080-2099 (SSP5-8,5)	mm

As projeções do Quadro 1 encontram-se no ANEXO II de indicadores climáticos, derivados dos dados do ERA5, adaptados a uma escala local de alta resolução através de estatísticas de correlação geográfica com o relevo das ilhas. O projeto ERA5 é uma reanálise climática global desenvolvida pelo Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMWF), como parte do programa Copernicus Climate Change Service (C3S) da União Europeia.

Figura 3: Ilhas de Cabo Verde. Projeção temperaturas médias 2080-2099 SSP5-8.5.



A Figura 3 mostra um exemplo do indicador número 20, contido no ANEXO II deste projeto, que representa a temperatura média diária estimada em 2080-2099 (SSP5-8.5).

2.3.3 Cartas climáticas e projeções climáticas em Cabo Verde com dados de reanálises.

O clima de Cabo Verde é pouco conhecido em termos de pormenores espaciais, pois as informações meteorológicas são geralmente escassas. É, portanto, indispensável efetuar um primeiro estudo das principais características climáticas do país. Neste sentido, para a análise dos valores normais, ou seja, a informação numérica que define o ambiente atmosférico habitual nas ilhas, propõe-se uma análise das temperaturas à escala anual e mensal que mostra as condições térmicas médias. De entre estas variáveis termométricas, há ainda que distinguir as temperaturas médias máximas (diurnas) e mínimas (noturnas), com o consequente resultado das amplitudes anuais das três estatísticas. Ao mesmo tempo, esta análise dos valores normais deve ser alargada aos dados de precipitação, de modo que o estudo da média mensal ajude a mostrar o padrão de precipitação típico do país, ou seja, a sazonalidade da precipitação. Para definir o clima da área em questão, será também necessário examinar as principais características do vento, com um estudo mensal e anual do vento, bem como as direções dominantes. Por fim, será analisada a humidade relativa como parâmetro de interesse para a caracterização do ambiente atmosférico e a sua relação com os tipos de tempo.

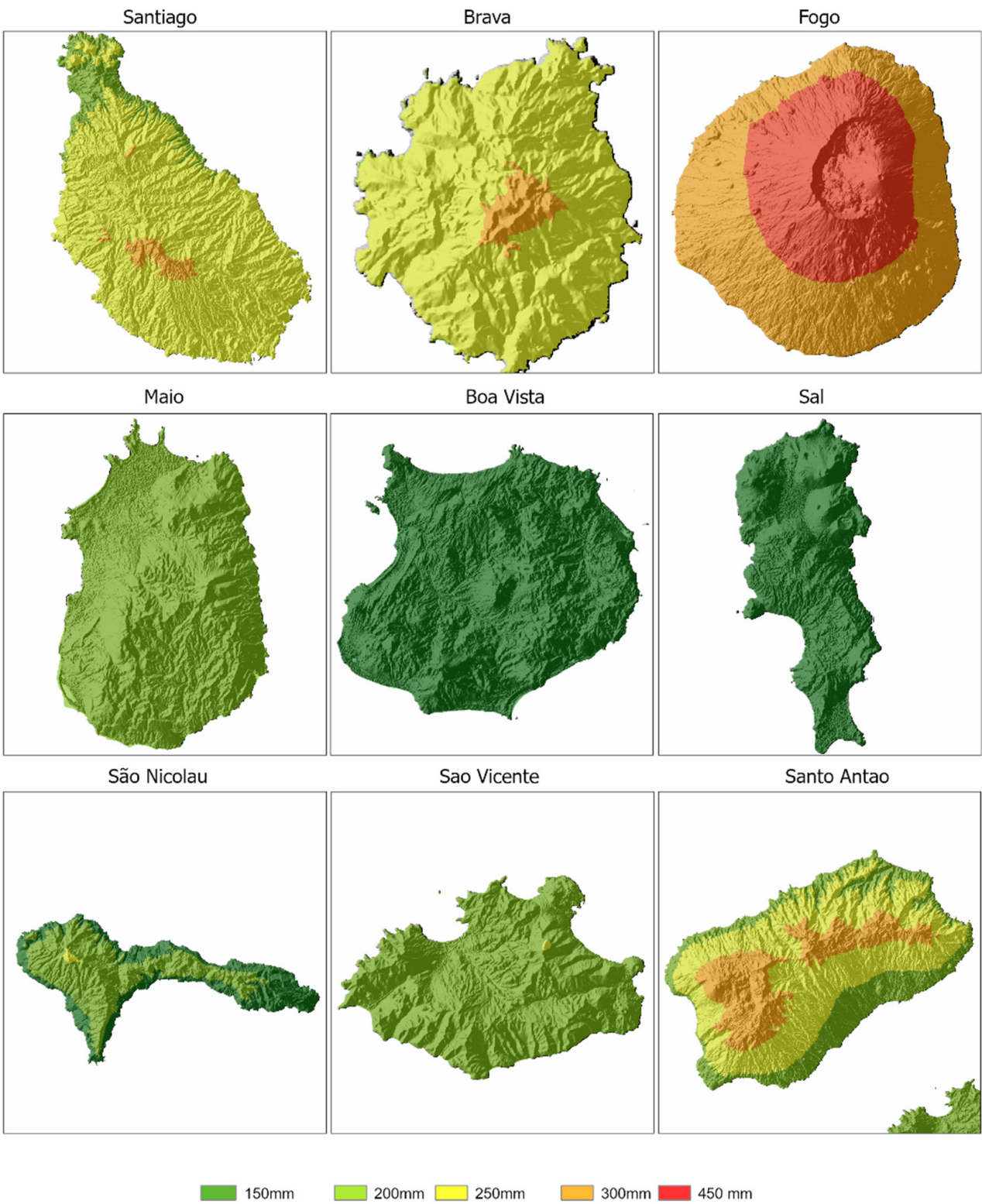
Em suma, esta análise dos valores normais destas variáveis – temperatura, precipitação, vento e humidade relativa – permitiu realizar um mapeamento detalhado das principais variáveis climáticas de Cabo Verde, algo que, até à data, não é totalmente conhecido, como já foi referido, uma vez que os dados disponíveis nas estações meteorológicas locais são muito deficientes em termos de quantidade e qualidade de informação, não existindo também uma cartografia climática, essencial para qualquer estudo ambiental, agrícola, turístico, etc. Assim, para colmatar esta falta de informação, a utilização dos dados de reanálise ERA5 do serviço Copernicus será, consequentemente, a principal fonte estatística, o que facilitará, sem dúvida, o objetivo de caracterização climática acima referido. A importância destes dados é fundamental, uma vez que não é possível falar de extremos sem um contexto climático conhecido e, por sua vez, os extremos não podem ser avaliados sem informação climática média.

Neste projeto, e graças a estes dados e ao trabalho de desagregação estatística realizado, as importantes diferenças ambientais e climáticas entre e dentro das ilhas, especialmente aquelas com maior relevo, são mostradas através de cartografia, com o objetivo de obter uma geografia climática do país.

Os indicadores climáticos cartografados a uma escala de alta resolução adaptada a partir de dados de reanálise e interpolados com técnicas estatísticas a partir do relevo estão incluídos no ANEXO II deste trabalho. Além disso, as camadas de informação geográfica permanecem como um produto cartográfico disponível ao critério do Instituto Nacional de Gestão do Território de Cabo Verde.

Com base nos dados recolhidos no projeto, e apesar de não ter sido possível obter algumas informações essenciais, como as séries diárias de temperatura da rede nacional de estações meteorológicas do INMG de Cabo Verde, foi possível caracterizar com sucesso o clima para cada ilha e, portanto, para cada um dos municípios-piloto (Brava, Mosteiros, Praia, Boa Vista e Ribeira Brava), bem como calcular os extremos de temperatura e precipitação e uma série de indicadores climáticos. A figura 4 mostra uma das camadas de informação destes indicadores gerados para este projeto.

Figura 4: Ilhas de Cabo Verde. Precipitação média anual (1950–2023).



Isto foi possível graças à disponibilidade de dados de satélite, em particular os dados fornecidos pelos conjuntos de reanálise ERA5, ERA5-Land e GLOBAL WIND ATLAS, que permitiram uma reconstrução detalhada e consistente das variáveis climáticas, fornecendo uma base sólida para

a análise climática do arquipélago e dos seus municípios. Tudo isto é orientado para o desenvolvimento de mapas detalhados de risco climático.

O Quadro 2 apresenta os indicadores climáticos normais e os dados de projeção que foram mapeados. Alguns deles são utilizados como indicadores de perigo de riscos climáticos ou valores climáticos extremos, como o percentil 98 da temperatura máxima diária entre 1950 e 2023 (ondas de calor) ou o número de meses com seca severa ou extrema (1950-2023), utilizado como Índice de Secura Sazonal (SPI). O Índice de Seca Sazonal é uma medida utilizada para quantificar a severidade, duração e extensão das secas, avaliando as anomalias de precipitação em um período específico. O Índice de Precipitação Padronizada (SPI) avalia o quão anormalmente seca (su húmida) foi uma estação ou período, comparando a precipitação total observada com a precipitação média histórica para o mesmo período.

Tabela 2: Indicadores climáticos.

Nº	INDICADOR CLIMÁTICO (ERA5 ADAPTADO À ALTA RESOLUÇÃO)	UNIDADE
1	Temperatura média diária entre 1950 e 2023	°C
2	Temperatura mínima média diária entre 1950 e 2023	°C
3	Temperatura máxima média diária entre 1950 e 2023	°C
4	Amplitude média diária da temperatura entre 1950 e 2023	°C
5	2º percentil da temperatura mínima diária entre 1950 e 2023	°C
6	98º percentil da temperatura máxima diária entre 1950 e 2023	°C
7	Coeficiente de variação da temperatura média anual entre 1950 e 2023	%
8	Média anual de dias com temperatura máxima acima dos 25°C (1950-2023)	Días
9	Média anual de dias com temperatura mínima superior a 20°C (1950-2023)	Días
10	Média anual do Índice de Duração dos Períodos Quentes (WSDI) entre 1950 e 2023	Días
11	Variação média anual da temperatura por década (período de referência: 1950-2023)	°C
12	Variação média anual da temperatura por década (período de referência: 1980-2023)	°C
21	Precipitação média anual (1950-2023)	mm
22	Precipitação máxima acumulada em 1 hora (1950-2023)	mm
23	Precipitação máxima acumulada em 1 semana (1950-2023)	mm
24	Percentagem de precipitação durante dezembro, janeiro e fevereiro (1950-2023)	%
25	Percentagem de precipitação durante os meses de março, abril e maio (1950-2023)	%

Nº	INDICADOR CLIMÁTICO (ERA5 ADAPTADO À ALTA RESOLUÇÃO)	UNIDADE
26	Percentagem de precipitação durante junho, julho e agosto (1950-2023)	%
27	Percentagem de precipitação durante setembro, outubro e novembro (1950-2023)	%
28	Coeficiente de variação da precipitação média anual entre 1950 e 2023	%
29	98º percentil da precipitação diária entre 1950 e 2023	mm
30	Média anual de dias com precipitação superior a 10 mm (1950-2023)	Días
31	Média anual de dias consecutivos com precipitação inferior a 2 mm (1950-2023)	Días
32	Número de meses com seca severa ou extrema, segundo o Índice de Seca Meteorológica (SPI) entre 1950 e 2023	Meses
33	Variação da precipitação média anual por década (período de referência: 1950-2023)	mm
34	Variação da precipitação média anual por década (período de referência: 1980-2023)	mm
43	Precipitação máxima diária esperada para um período de retorno de 50 anos	mm
44	Precipitação máxima diária esperada para um período de retorno de 100 anos	mm
45	Medida do potencial para o desenvolvimento de uma tempestade, calculada a partir da temperatura e da temperatura do ponto de orvalho na parte inferior da atmosfera.	
46	Percentil 90 do índice k	
47	Percentil do valor 35k (limite superior do índice k —numerosas tempestades—)	
48	Percentil do valor 20k (tempestades isoladas)	
49	Valor máximo do índice k (1950-2023)	
50	Espessura óptica dos aerossóis (aod) média a 500 nm (1994-2024)	
51	Espessura óptica média dos aerossóis (aod) a 1020 nm (1994-2024)	
52	Espessura óptica máxima dos aerossóis (aod) a 500 nm (1994-2024)	
53	Espessura óptica máxima dos aerossóis (aod) a 500 nm (1994-2024)	
54	Percentagem de dias com alta concentração de aerossóis a 500 nm (aod > 0,5)	
55	Percentagem de dias com alta concentração de aerossóis a 1020 nm (aod > 0,5)	
56	Percentagem de dias com eventos severos de poeira a 500 nm (aod > 1)	
57	Percentagem de dias com eventos severos de poeira a 1020 nm (aod > 1)	
58	Intensidade média do vento (período de referência: 2008-2017)	



03.

**Mapas de extremos
climáticos e perigos
em Cabo Verde**

Ao enfrentar os desafios das mudanças climáticas, é essencial distinguir dois conceitos que são frequentemente confundidos: extremos climáticos e riscos climáticos. Embora estejam intimamente relacionados, a sua diferença é fundamental para a conceção de políticas eficazes de prevenção, adaptação e proteção às mudanças climáticas. Um extremo climático refere-se a um valor invulgarmente alto ou baixo de uma variável atmosférica, como a temperatura ou a precipitação. Por exemplo, um dia com 42 °C ou uma tempestade que deixa 100 mm em poucas horas são considerados extremos, porque estão entre os valores mais elevados na história climática de uma região. Estes eventos são definidos pela sua raridade estatística e não implicam necessariamente danos imediatos. Por outras palavras, são um sinal de que o clima está a comportar-se de forma invulgar, mas nem sempre representam uma ameaça direta para as pessoas ou para o ambiente.

Em contrapartida, fala-se de risco climático quando esse comportamento extremo tem o potencial de gerar impactos reais na sociedade, na economia ou nos ecossistemas. Por outras palavras, um risco climático depende não só do valor do evento (como o calor ou a chuva), mas também da sua duração, da sua coincidência com outros fatores (como a humidade elevada ou os solos saturados) e, sobretudo, da exposição e vulnerabilidade do território afetado. Uma onda de calor prolongada, uma seca que afeta as colheitas ou uma inundação numa zona urbana são exemplos claros de perigos porque perturbam o funcionamento normal de uma comunidade.

Simplificando, nem todos os fenómenos extremos se tornam um perigo, mas todos os perigos têm subjacente um comportamento climático extremo, contextualizado e com capacidade para causar danos. Embora esta distinção não seja feita de forma académica, na perspetiva deste projeto é crucial para dar prioridade aos investimentos, conceber sistemas de alerta precoce e orientar os planos de adaptação às mudanças climáticas. Porque enquanto os extremos nos alertam para a forma como o clima está a mudar, os perigos dizem-nos onde e como essas mudanças podem afetar diretamente a nossa vida quotidiana, a nossa economia e o nosso ambiente.

3.1.1 Extremos climáticos e os seus impactos em Cabo Verde

Cabo Verde é considerado um dos países mais vulneráveis do mundo aos impactos das mudanças climáticas, uma situação exacerbada pela sua natureza insular, pequena dimensão, localização na região do Sahel em África, fracas infraestruturas económicas e capacidade de resposta limitada. O relatório de risco global de 2021 classifica Cabo Verde como o país com o segundo maior risco de catástrofes naturais entre dez pequenos Estados insulares em desenvolvimento (PEID) (Feruglio et al., 2023).

Os principais impactos projetados e de médio a longo prazo incluem:

- **Subida do nível do mar:** Esta é a perturbação climática mais realista e afetaria todas as ilhas, especialmente as mais planas, aumentando a erosão costeira, as inundações, a ruína das marés e a salinização das águas subterrâneas e superficiais.
- **Alterações nos padrões de precipitação e aumento da temperatura:** Para a sub-região africana do Sahel, prevê-se um aumento da temperatura de 4°C e uma diminuição da precipitação de 20% até 2100.

Estas alterações manifestar-se-ão, ao mesmo tempo, num aumento da frequência e da intensidade dos fenómenos extremos. Estes incluem chuvas torrenciais, inundações, deslizamentos de terras, secas, incêndios e tempestades.

Em termos gerais, no que diz respeito às mudanças climáticas previstas e ao seu impacto futuro, as projeções climáticas para a sub-região africana do Sahel, à qual Cabo Verde pertence, são preocupantes (MAA, 2007). A este respeito, projeta-se um aumento de temperatura de 4°C para o ano 2100 (MAA, 2007). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) estima um aumento de até 2,5°C nas temperaturas médias para a região do Atlântico tropical oriental (Fernandes, 2021). Por outro lado, prevê-se que a precipitação diminua em 20% até 2100 no Sahel (MAA, 2007) e em 5-10% por ano na região do Atlântico Tropical Oriental (Fernandes, 2021). Estas projeções variam localmente no espaço insular, o que se reflete no mapeamento dos indicadores climáticos extremos contidos neste projeto, para os diferentes cenários de radiação.

3.1.2 Mapeamento dos extremos climáticos desenvolvido no projeto

Começando pela análise da temperatura, é de notar que as principais ameaças estão relacionadas com as ondas de calor. Estes episódios podem ser muito relevantes em Cabo Verde, pelo que é essencial poder delimitá-los e estimar a sua intensidade e frequência. Atualmente, não existe um método aceite por toda a comunidade científica para definir o que é uma onda de calor, pelo que será necessário propor uma metodologia adaptada à realidade do arquipélago. Por exemplo, a Agência Estatal de Meteorologia de Espanha (AEMET) propõe a utilização de percentis e uma análise espacial. Com base nestas variáveis, todas as ondas de calor serão discriminadas. Trata-se de um procedimento simples e, portanto, facilmente aplicável a Cabo Verde, pelo que se propõe uma metodologia semelhante.

Por outro lado, os valores termométricos são também utilizados para analisar as tendências térmicas. Numa primeira fase, a evolução desde 1940, graças aos dados do ERA5, até à atualidade, a fim de verificar o grau de aquecimento de Cabo Verde nos últimos 80 anos e se existem diferenças espaciais entre as ilhas e, sobretudo, entre os níveis altitudinais de cada ilha, como está a acontecer em territórios próximos, como é o caso das Ilhas Canárias (Martín et al. 2012; Correa et al., 2024). Da mesma forma, as tendências futuras serão estudadas com base na informação das projeções produzidas pelos principais modelos globais, como o portal de conhecimento sobre mudanças climáticas do Banco Mundial¹ (WBG). Este fornece dados e projeções climáticas para todo o planeta, incluindo Cabo Verde. A plataforma permite a análise de indicadores de mudanças climáticas de temperatura e precipitação (médias e anomalias) a várias escalas temporais e espaciais. Os dados, derivados de modelos globais, facilitam as estratégias de adaptação, mostrando as mudanças nas variáveis de acordo com os cenários de emissões do último relatório do IPCC (conhecidos como Shared Socio-Economic Pathways, SSPs).

As combinações destes dados, juntamente com a regionalização desenvolvida com o ERA5, permitirão o estabelecimento de tendências térmicas à escala local. Metodologicamente, a ferramenta estatística mais utilizada para calcular e interpretar um teste de tendência é o teste não paramétrico de Mann-Kendall, pelo que será o método designado para medir essa evolução. Tanto para a temperatura como para a precipitação.

¹ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

De qualquer forma, num território como Cabo Verde, a pluviosidade é precisamente o principal vetor de danos, pelo que é fundamental fazer uma análise completa da pluviosidade numa zona insular onde as inundações, sobretudo as rápidas, bem como os deslizamentos de terras associados, têm constituído e constituirão provavelmente um grande desafio para a gestão territorial e de emergência. Por esta razão, começaremos por analisar os coeficientes de variação (CV) para verificar a irregularidade da precipitação, fazendo uma análise basicamente insular. De um modo geral, nas zonas áridas e semiáridas, que incluem grande parte do território cabo-verdiano, os CV tendem a ser muito elevados, o que implica uma grande insegurança no abastecimento de água (abastecimento urbano, agricultura, pecuária, etc.), mas ao mesmo tempo uma concentração da precipitação em alguns episódios muito intensos.

Neste contexto, os cálculos do período de retorno também são efetuados utilizando as distribuições de valores extremos habituais, tais como Gumbel ou Log Pearson III. Os resultados obtidos serão determinantes para a estimativa dos riscos, tanto em termos de perigosidade como de vulnerabilidade. A possibilidade de poder contar com dados horários permitirá chegar a escalas temporais e espaciais de grande detalhe temporal e aproximar-se notavelmente da realidade.

Como já foi referido, no que respeita às temperaturas, também se estimam as tendências da precipitação. Tanto as que já ocorreram como as calculadas com base nas projeções do GBM de acordo com os vários cenários.

Por outro lado, as secas também representam um risco hidrometeorológico significativo, mas neste caso devido a um défice e não a um excesso de precipitação. A sua análise é crucial num território geralmente caracterizado por baixa pluviosidade. O seu estudo requer a utilização de vários procedimentos estatísticos que tentam detetar, avaliar e medir as características fundamentais dos episódios de seca. Os mais simples utilizam os percentis. A partir da utilização destes, são muito comuns os quintis, que permitem definir os anos em cinco categorias, de muito seco a muito húmido na série analisada. Trata-se de um procedimento simples, mas que também é eficaz na definição de períodos anuais ou mensais de défice de precipitação. No entanto, nos últimos anos, tornaram-se também populares fórmulas mais complexas, nomeadamente o Índice de Precipitação Normalizado (SPI) e o Índice de Precipitação-Evapotranspiração Normalizado (SPEI). Dada a disponibilidade de informação pluviométrica, o documento opta finalmente pelo cálculo do Índice de Seca Meteorológica, com o objetivo final de identificar o número médio anual de dias em condições de seca severa e de seca extrema.

A análise das secas implica também um estudo de tendências. Não só é relevante conhecer a evolução da precipitação a longo prazo, ou seja, se está a aumentar ou a diminuir a precipitação total, como também é importante investigar como estão a evoluir os períodos secos em termos de duração e intensidade. Deste modo, os resultados do método dos quintis ou dos índices acima referidos e a análise da sua evolução são decisivos para tirar conclusões sobre as tendências dos períodos secos.

Finalmente, em simultâneo com o tratamento estatístico, é produzida uma cartografia suficientemente pormenorizada de todos os riscos identificados. Esta será uma ferramenta de grande interesse para a redução de riscos de catástrofes (RRC) nos cinco municípios-piloto, mas extensível a todo o país. É importante ter em conta que os indicadores selecionados devem ser ajustados aos dados disponíveis e, se necessário, adaptados ao perigo específico para o qual o risco

deve ser calculado. O quadro anterior destina-se a servir de exemplo para visualizar mais claramente a metodologia recomendada nesta secção.

3.1.3 Temperaturas extremas

Consideremos agora os extremos climáticos que podem ser analisados para Cabo Verde. No âmbito da análise das condições climáticas em Cabo Verde, foi dada especial atenção às temperaturas extremas, uma vez que constituem um fator chave para a compreensão do comportamento térmico da região. Para o efeito, foi gerado um mapa que representa a média diária da temperatura máxima média durante o período de análise, o que permite observar as variações térmicas de acordo com os pontos de análise considerados e as diferentes ilhas do arquipélago. Isto proporciona uma visão geral das zonas mais quentes, um resultado fundamental para a conceção de estratégias eficazes de adaptação e mitigação face às altas temperaturas.

Além disso, foram gerados outros mapas que fornecem informações detalhadas sobre os extremos térmicos em Cabo Verde. Estes incluem o percentil 2 da temperatura mínima diária e o percentil 98 da temperatura máxima diária, que permite identificar o valor que delimita os 2% de temperaturas mais baixas e mais altas da série, respetivamente. Foi também calculada a média anual do número de dias com temperatura máxima superior a 25°C e a média anual do número de noites tropicais, ou seja, com temperatura mínima de pelo menos 20°C. Estas variáveis são cruciais para compreender a frequência dos fenómenos extremos e o seu impacto no quotidiano dos habitantes de Cabo Verde. Por fim, foi avaliado o coeficiente de variação da temperatura média anual, que permite examinar a irregularidade térmica no arquipélago, bem como a amplitude térmica média diária, que, como se pode constatar pelos resultados, é bastante modesta no país. Estes produtos juntam-se aos associados às ondas de calor, cuja análise foi individualizada dada a sua importância na avaliação do risco climático e das suas implicações no bem-estar e conforto das populações.

3.1.4 Chuvas extremas

Os fenómenos de precipitação extrema são fenómenos climáticos caracterizados por uma elevada intensidade ou acumulação de precipitação durante um período curto ou prolongado. Este tipo de precipitação, como a chuva torrencial (mais de 60 mm numa hora), pode provocar inundações repentinas, deslizamentos de terras e danos significativos nas infraestruturas e nos ecossistemas.

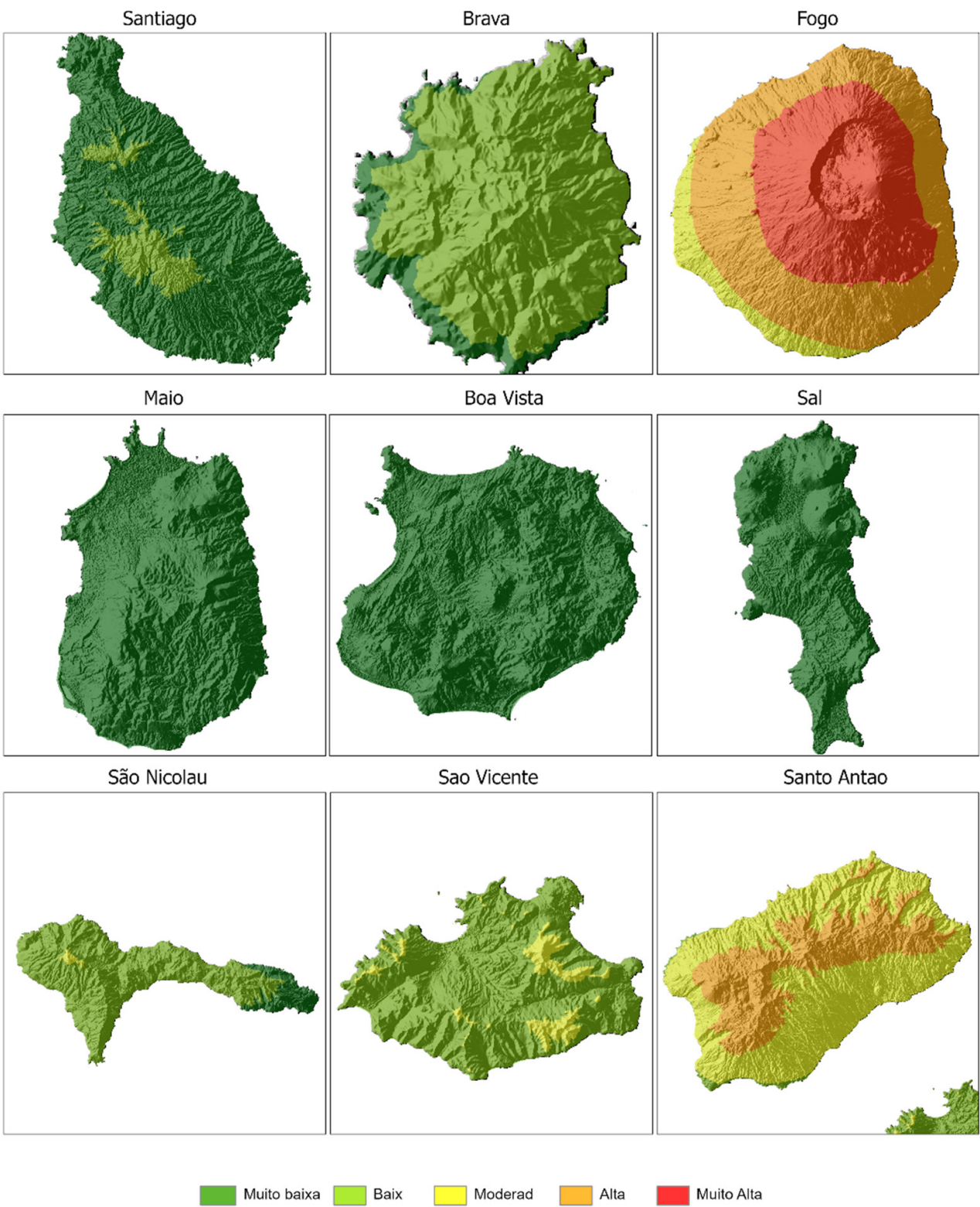
Os eventos extremos deste tipo em Cabo Verde estão normalmente associados a eventos atmosféricos excecionais, tais como tempestades convectivas, depressões tropicais ou frentes frias. Para estudá-los e compreendê-los, foram gerados mapas especializados detalhando parâmetros-chave, tais como a precipitação máxima acumulada numa hora, numa semana e o percentil 98 da precipitação diária, permitindo a identificação de padrões e áreas vulneráveis a eventos extremos (Figura 5).

Note-se que as chuvas torrenciais, por exemplo, representam uma acumulação intensa de água em curtos períodos, muitas vezes associada a sistemas convectivos. Estas chuvas, apesar de localizadas, podem exceder a capacidade de drenagem de uma região e causar graves danos naturais. Por outro lado, a acumulação semanal de precipitação pode refletir eventos

prolongados, como frentes estacionárias ou tempestades de monção, que também representam riscos significativos ao saturar solos e reservatórios. Os dados de precipitação máxima e de percentil, como o percentil 98, são ferramentas fundamentais para identificar os extremos de precipitação no contexto da variabilidade climática e das alterações globais.

A importância dos dados e mapas detalhados dos extremos de precipitação reside na sua utilidade para o planeamento e a gestão dos riscos. Estes dados são essenciais para a conceção de infraestruturas resistentes, como sistemas de drenagem urbana, barragens e canais. Também ajudam na formulação de políticas públicas e na implementação de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. O conhecimento dos padrões e das áreas afetadas por precipitações extremas permite o desenvolvimento de sistemas de alerta precoce mais eficazes, protegendo vidas humanas e minimizando perdas económicas. Num contexto de mudança climática, em que se prevê um aumento da frequência e intensidade destes eventos, a sua caracterização precisa e atempada é mais relevante do que nunca.

Figura 5: Perigosidade das chuvas extremas.



3.2 Ameaças climáticas em Cabo Verde

Para além dos extremos climáticos acima detalhados, é essencial considerar um outro conjunto de ameaças naturais que, embora possuindo características próprias, estão intimamente relacionados com os extremos estatísticos do clima, quer direta quer indiretamente. Estes fenómenos naturais, entre os quais se destacam os movimentos de vertente, as inundações, os incêndios florestais e as tempestades marítimas, representam ameaças significativas devido à sua capacidade de gerar impactos graves no território e nas comunidades. Por exemplo, a precipitação extrema, que faz parte dos extremos climáticos analisados, pode desencadear inundações repentinas, conhecidas como cheias rápidas, ou deslizamentos de terras em zonas com declives acentuados e solos saturados. Do mesmo modo, a subida progressiva do nível do mar e as tempestades contribuem para a erosão costeira, afetando não só os ecossistemas costeiros, mas também as infraestruturas e as povoações humanas nestas zonas. Os incêndios florestais, embora muitas vezes ligados a fatores humanos, são também principalmente induzidos por variáveis climáticas como as ondas de calor, a seca e os ventos fortes, que favorecem o seu início e propagação. Esta ligação entre os extremos climáticos e os perigos ou ameaças naturais realça a necessidade de uma abordagem holística da sua análise, a fim de compreender a dinâmica conjunta destes perigos e dos riscos associados.

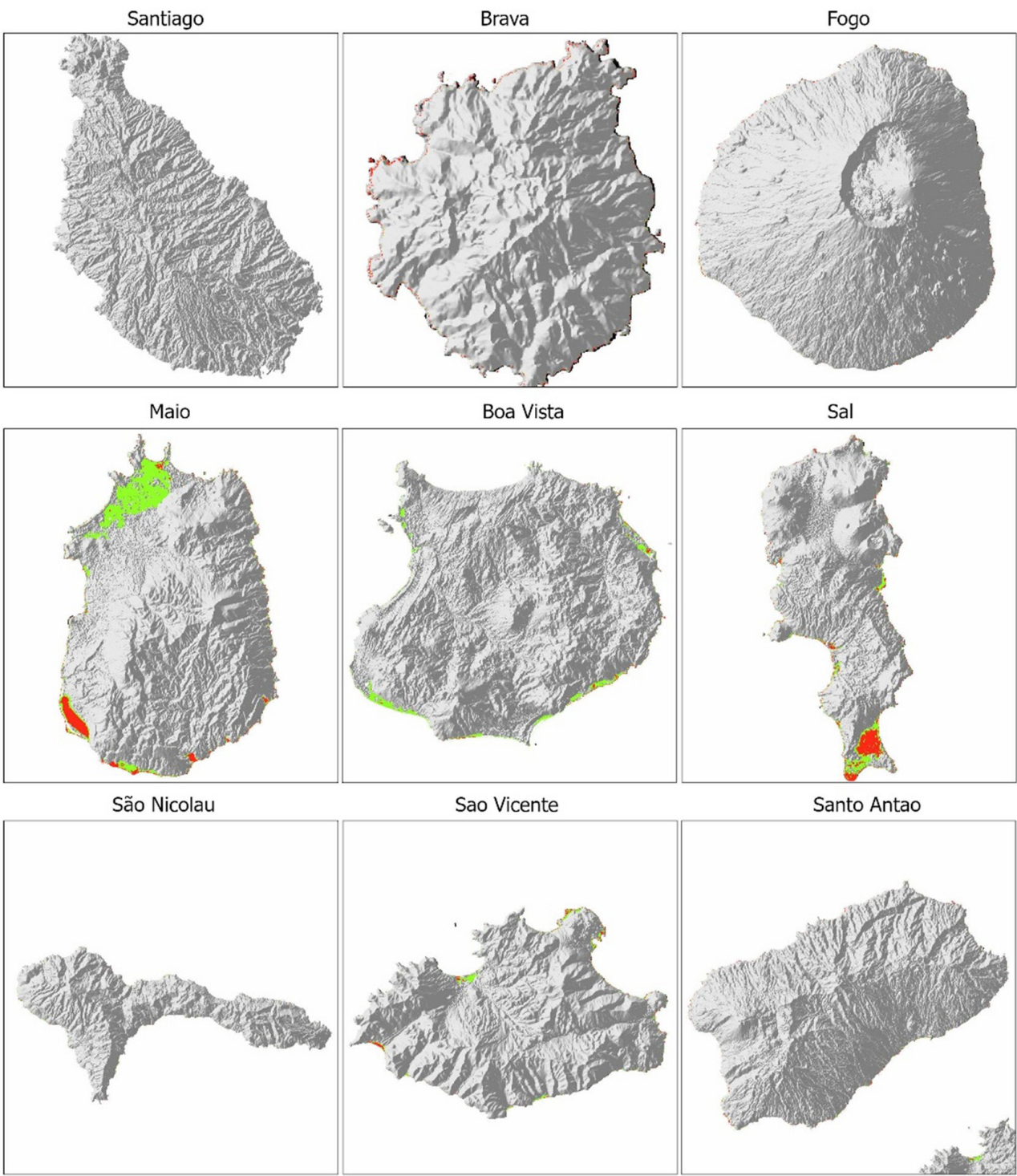
3.2.1 Subida do nível do mar

A subida do nível do mar é a perturbação climática que apresenta talvez a menor incerteza, embora existam diferentes cenários de subida do nível do mar ligados a cenários de aquecimento global e, por sua vez, a trajetórias socioeconómicas e à atenuação dos gases com efeito de estufa. A subida do nível do mar afetaria todas as ilhas, mas sobretudo as que têm regiões mais baixas em termos de altitude e regiões mais planas em termos de relevo. A subida do nível do mar aumenta a erosão costeira, induz inundações permanentes em grande escala e está associada a alterações das marés e à salinização das águas subterrâneas e superficiais (MAA, 2007). Combinada com a intensificação das tempestades marítimas e das marés lunares, representa uma das ameaças mais significativas para os Estados insulares, como Cabo Verde. Estes fenómenos, impulsionados pelas mudanças climáticas, têm o potencial de gerar impactos devastadores nas comunidades costeiras, nas infraestruturas críticas e nos ecossistemas frágeis, exacerbando a vulnerabilidade destes territórios.

Embora a importância deste tema seja evidente em todos estes aspetos, neste projeto abordam-se principalmente as zonas com maior probabilidade de serem inundadas em cenários de médio a longo prazo.

Ao alargar o foco a todo o território cabo-verdiano, estas análises serão cruciais para compreender melhor a exposição das zonas costeiras, dar prioridade às intervenções nas áreas mais afetadas e reforçar a resiliência das comunidades insulares aos riscos climáticos. Para já, o presente trabalho contribui para as bases de uma futura investigação mais abrangente que inclua este importante aspeto das mudanças climáticas.

Figura 6: Probabilidade de subida do nível do mar.



Fonte: NASA. Sea Level Projection Tool

3.2.2 Movimentos de vertente

Os movimentos de vertente, também designados por movimentos de massa e, são processos geomorfológicos que envolvem a deslocação de materiais como solos, rochas, sedimentos e matéria orgânica para níveis inferiores, impulsionados predominantemente pela ação da gravidade. Este fenómeno ocorre quando o equilíbrio de forças que atuam num talude (forças de resistência e forças gravíticas) é quebrado, quer por causas naturais, quer por causas antropogénicas.

Os movimentos de vertente representam uma manifestação direta da instabilidade do terreno, resultando da interação de vários fatores, incluindo características litológicas, estruturais, geomorfológicas, hidrológicas e climáticas. Estas dinâmicas afetam não só a paisagem, mas também as infraestruturas, os ecossistemas e as comunidades humanas.

Os movimentos de vertente compreendem uma grande variedade de fenómenos cuja classificação é complexa devido à diversidade de mecanismos envolvidos. Segundo vários autores (Varnes, 1978; Cruden e Varnes, 1996; Corominas e Yagüe, 1997), estes movimentos classificam-se principalmente em função do tipo de mecanismo de deslocamento e da natureza do material desestabilizado.

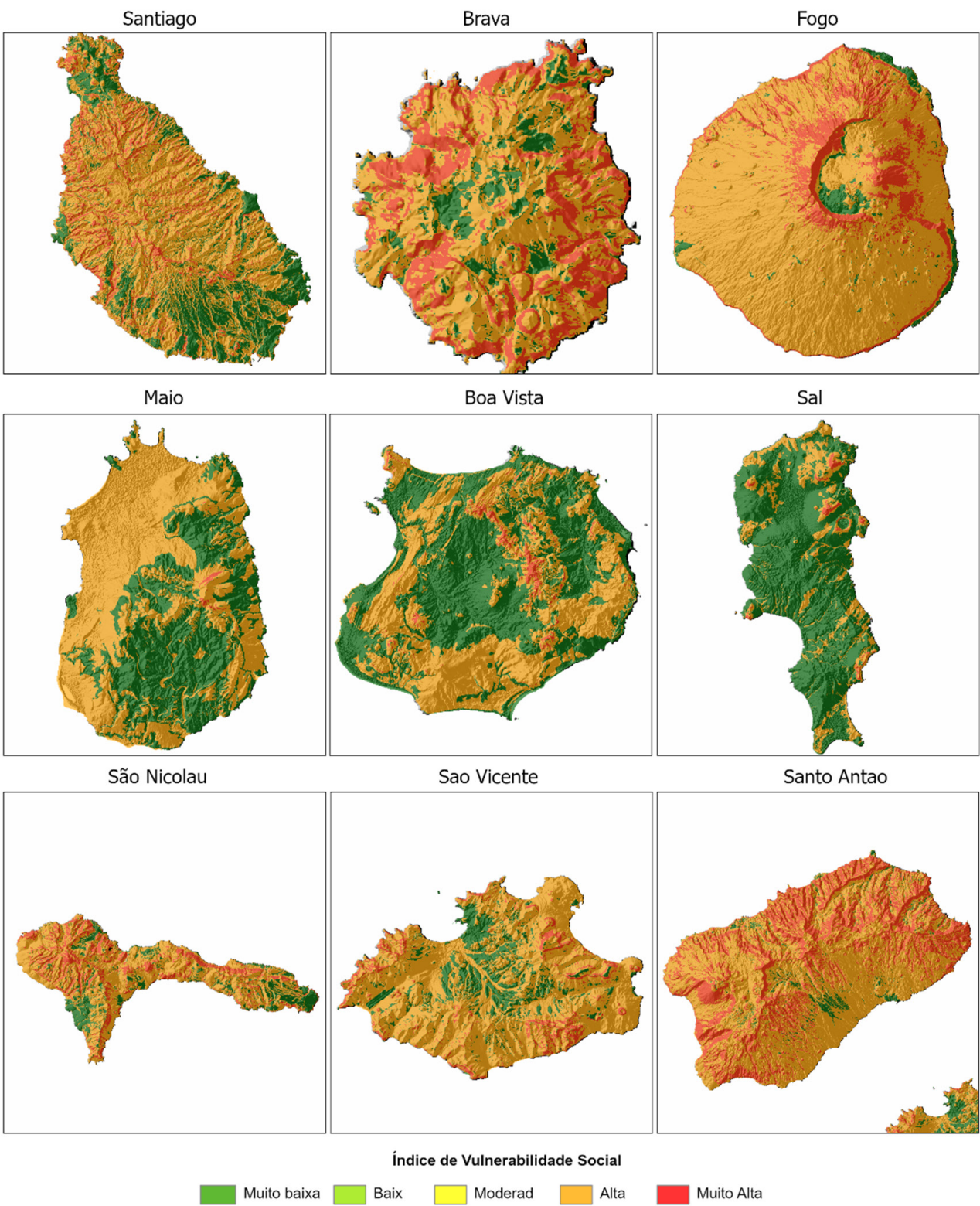
O mecanismo de deslocamento descreve os processos internos que causam o movimento descendente da massa desestabilizada ao longo de uma encosta (Highland e Bobrowsky, 2008), enquanto a natureza do material é tipicamente classificada de acordo com a sua composição, diferenciando entre materiais rochosos e materiais soltos ou detriticos. Embora existam diferentes sistemas de classificação, podem distinguir-se três tipos principais de movimentos de vertente: deslizamentos de terras, desabamentos e fluxos.

Deslizamentos de terras: Os deslizamentos de terras são um tipo de movimento de vertente caracterizado pela rápida separação e deslocamento de materiais de uma superfície inclinada, geralmente sob a ação direta da gravidade. Este fenómeno envolve a perda de contacto de uma porção de material com a matriz de origem, seguida de um movimento predominantemente vertical ou de queda livre. Os deslizamentos de terra estão normalmente associados a fraturas, fissuras ou erosão, que geram condições de instabilidade estrutural nos materiais afetados. Dentro desta categoria, foram diferenciados dois tipos principais de deslizamentos de terra: quedas de rocha e deslizamentos de terra.

A queda de rochas é um tipo específico de deslizamento de terras que envolve o movimento em queda livre ou em saltos de blocos rochosos de um talude vertical ou subvertical, geralmente sob a influência direta da gravidade. Este fenómeno ocorre quando blocos individuais se separam de uma formação rochosa de origem devido à geada, fissuração, meteorização ou erosão. Durante o processo de assentamento, os blocos podem sofrer tombamento e rotação antes de atingirem a base, o que pode aumentar a energia cinética e o potencial destrutivo do impacto.

Um deslizamento de terras é um colapso ou desmoronamento súbito de uma estrutura, material ou massa de terra, geralmente para um nível inferior sob a influência direta da gravidade, causado por uma perda de estabilidade ou resistência estrutural devido à geada, fissuração, meteorização ou erosão. Este fenómeno caracteriza-se por um movimento predominantemente vertical ou quase vertical e pode ocorrer em formações naturais (como grutas, ravinas ou cavernas) ou em estruturas construídas (como edifícios, pontes ou túneis).

Figura 7: Perigosidade por movimentos de vertente em Cabo Verde.



Os deslizamentos de terras são um tipo de movimento de vertente caracterizado pela deslocação de uma massa de material, seja rocha, solo ou uma combinação de ambos, ao longo de uma superfície de rutura definida. Este fenómeno ocorre devido a uma perda de equilíbrio na massa desestabilizada, geralmente em resultado de forças gravitacionais que ultrapassam a resistência

ao cisalhamento do material. A superfície de rutura pode ser curva (deslizamento rotacional) ou plana (deslizamento translacional), dependendo da morfologia do terreno e das propriedades do material envolvido. Os deslizamentos de terra estão normalmente associados a fatores desencadeantes como chuvas intensas, sismos, sobrecarga do talude ou alterações na composição e estrutura do material, e a sua velocidade de movimento pode variar de extremamente lenta a muito rápida, dependendo das condições locais e do tipo de material.

Os fluxos são um tipo de movimento de vertente caracterizado pelo deslocamento de uma massa de material que se comporta como um fluido viscoso durante o processo de movimento. Este fenómeno ocorre quando a coesão interna do material é significativamente reduzida, normalmente devido a um aumento do teor de água ou a alterações nas condições mecânicas do solo ou sedimento, permitindo que as partículas individuais se movam independentemente umas das outras. Os fluxos podem envolver materiais como solos, sedimentos, detritos ou materiais rochosos, e a sua velocidade varia muito, desde movimentos lentos e contínuos até eventos súbitos e altamente destrutivos. Os principais tipos de fluxos incluem fluxos de lama, fluxos de detritos e fluxos de terra, cada um definido pela natureza do material e pelas condições do processo de movimento. Estes eventos estão frequentemente relacionados com fatores desencadeantes como chuvas fortes, derretimento de neve ou terremotos.

Cabo Verde apresenta um risco elevado de movimentos de vertente devido às suas características geográficas e climáticas. Este tipo de fenómeno inclui principalmente os deslizamentos e desabamentos de terras, que são recorrentes nas ilhas mais montanhosas do arquipélago. As ilhas mais afetadas são Santo Antão, Santiago, São Nicolau e Brava, com áreas significativas classificadas como de suscetibilidade alta e muito alta. Em Santo Antão, por exemplo, 23,8% da sua superfície encontra-se nestas categorias, quase o dobro da média nacional (Mileu et al., 2014). Estes movimentos são principalmente desencadeados por chuvas fortes que, combinadas com a geomorfologia vulcânica e a vegetação esparsa em certas zonas, aumentam a instabilidade do terreno. A gravidade destes riscos evidencia a necessidade de medidas específicas de gestão e prevenção para mitigar os seus impactos nas comunidades locais.

3.2.3 Inundações e cheias

A inundação fluvial é um fenómeno hidrológico que ocorre quando o caudal de um rio, ribeira ou curso de água excede a capacidade do seu leito ou canal natural, provocando o transbordamento para as áreas circundantes. Este tipo de inundação ocorre geralmente como resultado de precipitações intensas e contínuas.

Fenómeno hidrometeorológico caracterizado pelo aumento súbito, significativo e temporário do caudal num curso de água, rio ou ribeira, geralmente provocado por chuvas intensas. As cheias ocorrem quando a quantidade de água que chega a uma bacia hidrográfica excede a capacidade de infiltração do solo e a capacidade de escoamento dos cursos de água, resultando num aumento do fluxo nos rios e ribeiras e no seu transbordo, afetando não só as zonas ribeirinhas, mas também áreas mais distantes, dependendo da intensidade e da topografia local.

As cheias são um dos riscos naturais mais comuns e devastadores, capazes de causar graves impactos sociais, económicos e ambientais. Este fenómeno ocorre quando a água ultrapassa

os limites de contenção, quer de um canal natural, como os rios ou ribeiras, quer de sistemas artificiais, como as redes de drenagem urbana. Em regiões com precipitação intensa, declives acentuados ou solos pouco permeáveis, o risco de inundações aumenta significativamente. Para além disso, os efeitos das mudanças climáticas, como o aumento da frequência e intensidade de precipitações extremas e a alteração dos padrões meteorológicos, aumentaram a vulnerabilidade de muitas comunidades a este perigo.

Em contextos geográficos particulares, como Cabo Verde, onde predominam ribeiras intermitentes e não existem grandes rios permanentes, as cheias podem manifestar-se de várias formas. A identificação dos tipos de inundação é essencial para conceber estratégias eficazes de mitigação e resposta.

Cabo Verde enfrenta riscos significativos associados a inundações devido à sua geografia montanhosa, padrões de precipitação intensos e a capacidade limitada de infiltração do solo em muitas das suas ilhas. Embora não existam grandes rios permanentes, os cursos de água intermitentes (ribeiras) desempenham um papel fundamental na dinâmica hidrológica do arquipélago. Estas ribeiras, que permanecem secas durante a maior parte do ano, podem registar aumentos rápidos e significativos de caudal durante eventos de precipitação intensa, resultando em cheias e inundações rápidas (cheias). Nas ilhas com maior atividade hidrográfica, como Santiago, Santo Antão, Boavista, Fogo e Brava, as cheias têm-se revelado um fenómeno recorrente com impacto significativo.

No presente estudo, foram identificados dois tipos principais de inundações:

- **Inundações fluviais:** Este tipo de inundação ocorre quando o caudal de um curso de água ou ribeira ultrapassa a capacidade do seu leito, transbordando e afetando as áreas imediatamente adjacentes ao seu leito, designadas por planícies de inundação. Este fenómeno está principalmente associado a chuvas intensas e concentradas que aumentam rapidamente o nível da água no leito do rio.
- **Cheias:** Ao contrário das cheias fluviais, as cheias caracterizam-se por serem fenómenos mais extensos, uma vez que afetam não só as zonas adjacentes ao leito do rio, mas também zonas afastadas do mesmo, devido ao escoamento superficial. Este fenómeno ocorre quando a capacidade de absorção da água da chuva pelo terreno é ultrapassada, dando origem a rápidas acumulações de água que podem ultrapassar as tradicionais planícies aluviais. As cheias estão frequentemente associadas a chuvas torrenciais e, pela sua natureza, representam um risco maior para as áreas construídas ou áreas com infraestruturas vulneráveis.

3.2.4 Ondas de calor

Uma onda de calor é um episódio atmosférico caracterizado por temperaturas anormalmente elevadas num determinado contexto territorial. No entanto, para além do facto de se tratar de eventos excecionalmente quentes, importa referir que não existem critérios universalmente aplicáveis para a identificação destas situações, cuja definição varia consoante a área geográfica em causa.

Assim, por exemplo, a Agência Estatal de Meteorologia de Espanha considera que uma onda de calor é um episódio de pelo menos três dias consecutivos em que pelo menos 10% das estações

consideradas registam temperaturas máximas acima do percentil 95 da sua série de temperaturas máximas diárias nos meses de julho e agosto (AEMET, 2023). Por sua vez, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) opta pelo Índice de Duração de Ondas de Calor, que considera que uma onda de calor ocorre quando num intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima diária é 5°C superior ao valor médio diário no período de referência (IPMA, 2024).

A definição de onda de calor em termos de duração mínima constitui uma componente essencial para a monitorização climática, o alerta à população e a gestão de riscos associados ao calor extremo. Embora a Organização Meteorológica Mundial (WMO), através do seu Heat Wave Duration Index (HWDI), recomende um período mínimo de 6 dias consecutivos com temperaturas máximas diárias superiores em 5 °C à média climatológica, esta definição destina-se predominantemente a análises de tendência de longo prazo e estudos climatológicos de variabilidade.

Para fins de alerta operacional e proteção da população, diversos países e instituições internacionais adotam critérios mais curtos. Exemplos incluem: a Dinamarca e o Reino Unido, onde ondas de calor são definidas como períodos de ≥ 3 dias consecutivos com temperaturas máximas acima de limiares absolutos adaptados às condições locais; a Índia e a Austrália, que utilizam ≥ 3 dias consecutivos com temperaturas acima de valores absolutos ou percentis específicos, em função da região e das condições climáticas; e várias regiões da África², que aplicam ≥ 3 dias consecutivos com temperaturas máximas superiores ao percentil 90º–95º da distribuição histórica, refletindo a realidade climática e os impactos locais.

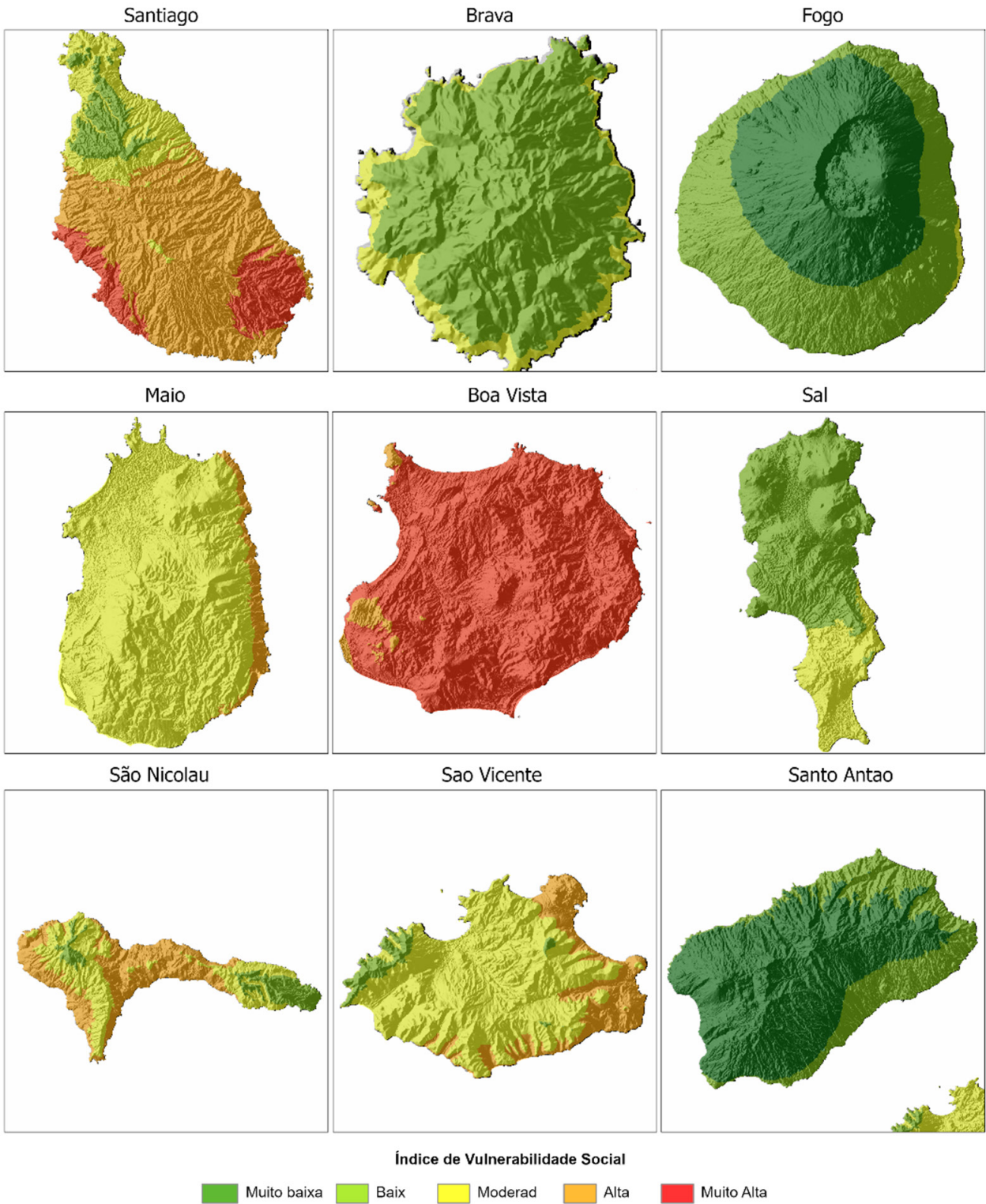
Em Cabo Verde, caracterizado por altos níveis de exposição a temperaturas extremas e vulnerabilidade socioeconómica, a adoção de um índice de duração de 3 dias consecutivos para definir ondas de calor apresenta vantagens significativas. Esta abordagem permite capturar eventos de calor intenso, ainda que de curta duração, que podem ter impactos relevantes sobre a população, a agricultura, os recursos hídricos e a infraestrutura do país.

Além disso, a definição de ≥ 3 dias está alinhada com práticas internacionais de alerta, garantindo comparabilidade e relevância regional. A escolha desse critério também oferece flexibilidade operacional e facilita a comunicação de risco, permitindo a emissão de alertas precoces e a implementação de medidas de mitigação que aumentem a resiliência das comunidades. Também, simplifica a operacionalização e monitorização nos sistemas meteorológicos, enquanto assegura sensibilidade para eventos curtos, porém intensos, que poderiam passar despercebidos se fosse adotado um critério de maior duração.

Dada esta disparidade de critérios e tendo em conta a disponibilidade de informação térmica em Cabo Verde e os dados de reanálise de satélite obtidos no âmbito deste trabalho (Figura 8), as ondas de calor foram caracterizadas com base no cálculo do Índice de Duração de Ondas de Calor (Warm Spell Duration Index – sigla em inglês WSDI), que consiste no número anual de dias que fazem parte de episódios quentes, entendidos como períodos de pelo menos três dias consecutivos com temperaturas máximas acima do percentil 90 da série. A utilização deste índice no campo da climatologia está bem estabelecida, como demonstram as abundantes referências a ele entre os organismos oficiais e em trabalhos académicos centrados noutros arquipélagos da Macaronésia (NASA, 2010; Met Éireann, 2022; Pérez et al., 2022).

2 África Austral, como África do Sul, Namíbia, Botswana e Zimbabwe, bem como em partes da África Oriental, incluindo Quênia e Tanzânia, onde os serviços meteorológicos utilizam metodologias alinhadas com os indicadores climáticos recomendados pela OMM e pelo ET-CCDI, que também adotam a regra dos 3 dias. <https://public.wmo.int>

Figura 8: Perigosidade por ondas de Calor (com índice de duração de 6 dias).



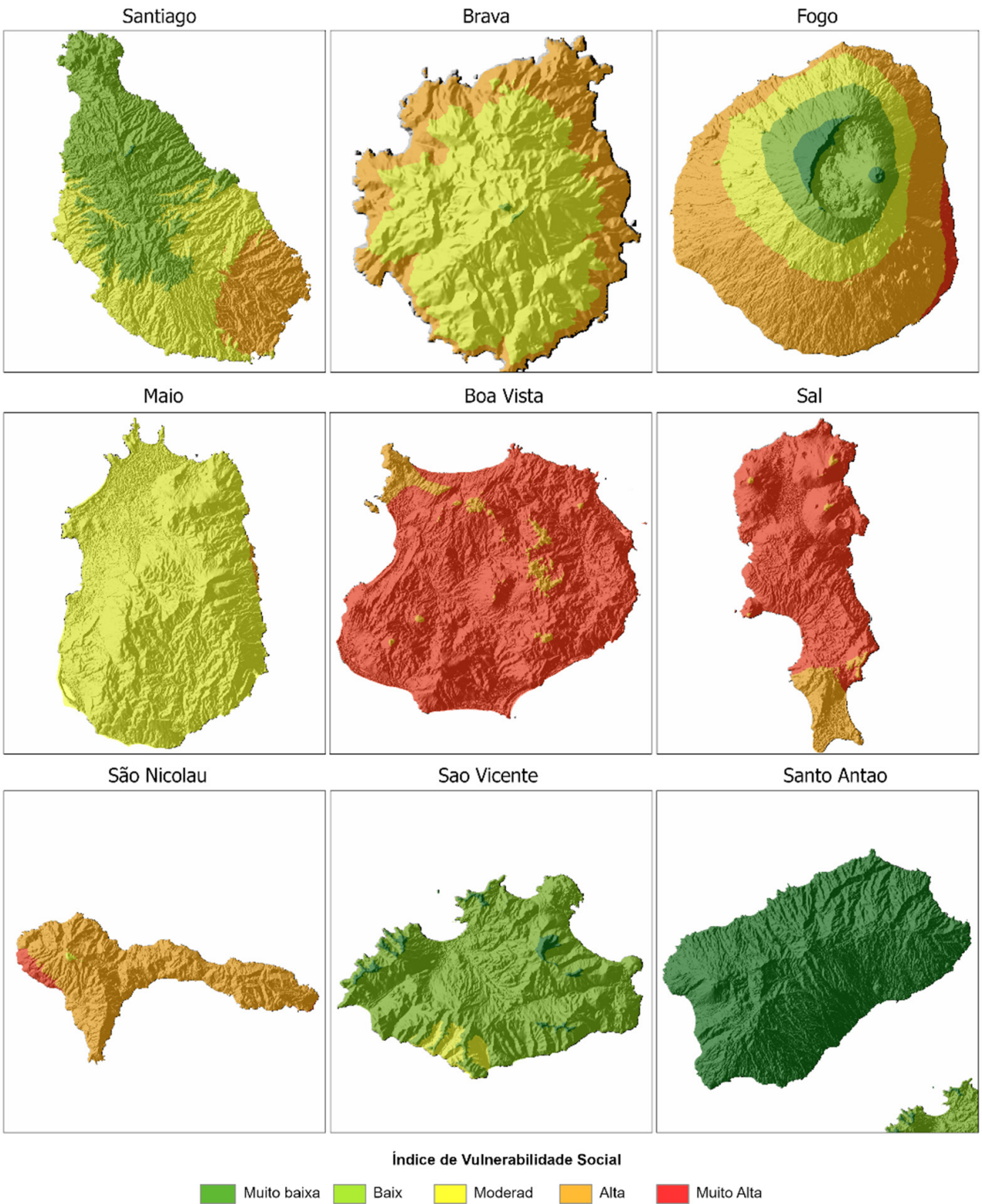
3.2.5 Seca

Tal como a maioria dos riscos induzidos pelo clima, a seca também não tem um significado único. Neste sentido, a noção final de seca é evidente; baseia-se essencialmente num período em que a precipitação é inferior ao habitual, com base em registos, numa determinada área.

Além disso, são consensuais os riscos associados à insuficiência do abastecimento de água aos ecossistemas, às populações, à agricultura, etc., que muitas vezes ocorrem em consequência de défices de precipitação. No entanto, como assinala o MITECO (2024), existem mais de 150 definições diferentes de seca, baseadas numa ampla gama de limiares e considerações, e uma variedade de tipos de seca (hidrológica, agrícola, socioeconómica, etc.).

Para caraterizar adequadamente as secas em Cabo Verde, foi calculado neste trabalho o coeficiente de variação pluviométrica anual, de modo a identificar as áreas com maior irregularidade pluviométrica e que, potencialmente, são mais suscetíveis a períodos temporários afastados das suas condições habituais (Figura 9). De igual modo, foi calculado o Standard Precipitation Index (SPI), identificando o número de meses que, ao longo do período de análise (1950-2023), apresentaram seca severa (-1,5 a -2) ou extrema (-2 ou menos), de acordo com o SPI. Finalmente, estimou-se o número médio anual de dias com menos de 2 mm de precipitação, ou seja, de facto sem precipitação apreciável.

Figura 9: Perigosidade por seca em Cabo Verde.



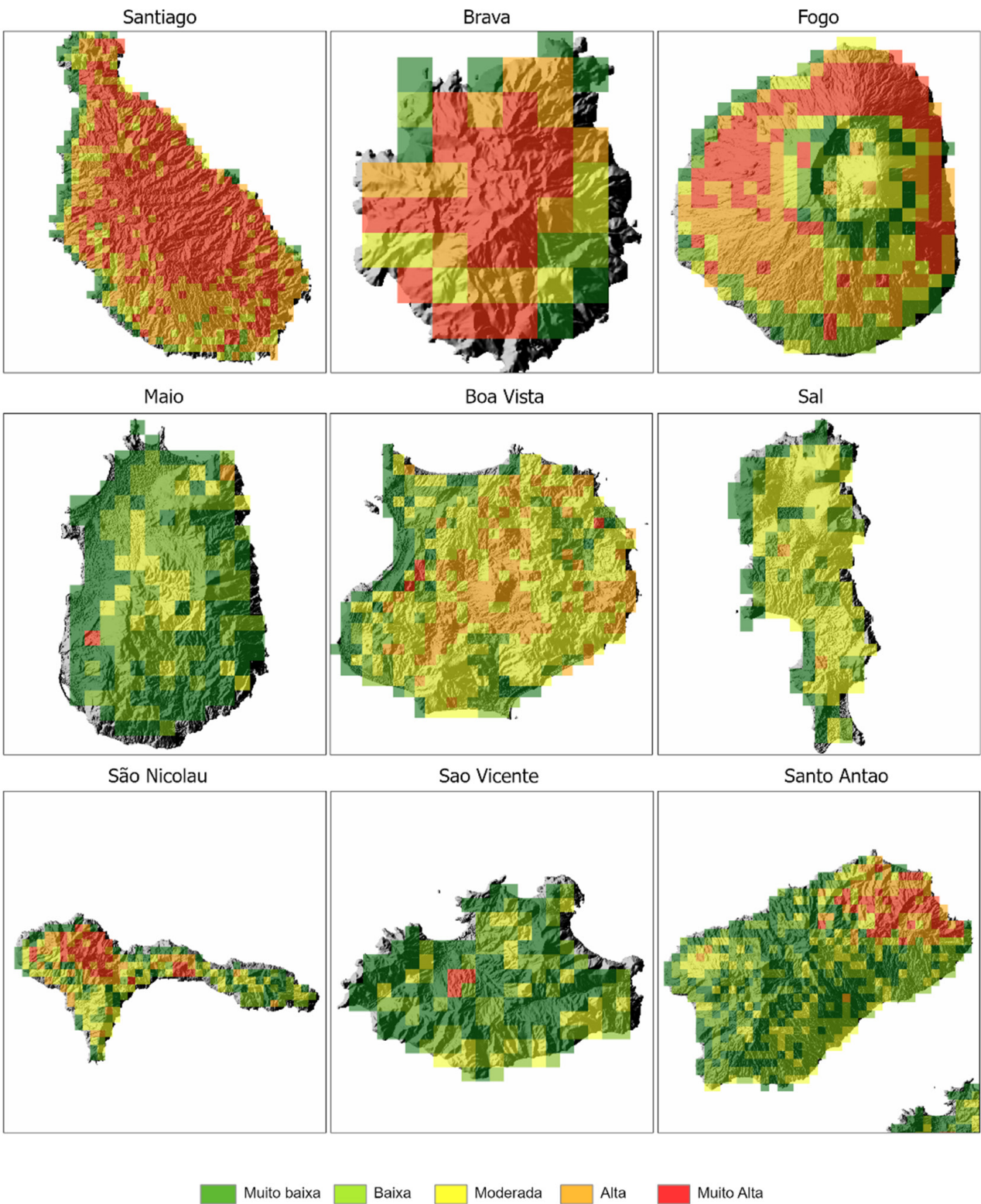
3.2.6 Incêndios

Um incêndio florestal é definido como uma combustão não controlada que ocorre em áreas de vegetação natural ou plantada, abrangendo matas, florestas, savanas ou ecossistemas similares. Trata-se de um fenômeno de elevada complexidade, caracterizado pela interação de fatores meteorológicos, topográficos e do material combustível disponível, que influenciam a sua propagação, intensidade e comportamento. Os incêndios florestais podem resultar de causas naturais, como descargas elétricas atmosféricas, ou de ações antropogénicas, voluntárias ou acidentais, representando uma ameaça significativa aos recursos naturais, à biodiversidade, ao equilíbrio ecológico e à infraestrutura socioeconómica das regiões afetadas.

Em Cabo Verde, os incêndios, tanto florestais como agrícolas, representam um risco relevante devido a uma combinação de fatores climáticos, geográficos e de gestão do território. Embora o arquipélago seja semiárido e não possua grandes povoamentos florestais, a existência de áreas florestais em algumas ilhas, juntamente com práticas agrícolas tradicionais que incluem queima controlada, aumentam o potencial de ocorrência de incêndios. Estes fenómenos tendem a ter um impacto significativo, sobretudo nas ilhas onde o coberto vegetal é mais extenso.

A análise da suscetibilidade a incêndios florestais em Cabo Verde efetuada por Mileu et al. (2014) indicou que 6,1% do território total do arquipélago está classificado nas categorias de suscetibilidade alta e muito alta, com variações significativas entre ilhas. A ilha de Santiago é a mais afetada, com 18,9% da sua superfície nestas categorias, devido à sua elevada densidade de cobertura vegetal e à intensificação das atividades agrícolas. Santo Antão e Fogo são também muito suscetíveis devido à sua complexa topografia e composição vegetal.

Figura 10: Perigosidade de incêndio florestal.



3.2.7 Tempestades e ventos fortes

Cabo Verde situa-se numa região do Atlântico propícia à formação de tempestades tropicais, das quais uma parte significativa tem origem nas proximidades das ilhas e dirige-se para oeste através do Atlântico.

Nos últimos anos, tem-se registado um aumento significativo na formação destes sistemas, tendo alguns evoluído para furacões. Embora a ocorrência de ciclones tropicais nas ilhas tenha sido limitada e o país tenha sido poupado a impactos graves de furacões nos últimos anos, os registos recentes mostram trajetórias atípicas. Por exemplo, o furacão FRED, em 2015, teve origem como uma onda tropical e, em poucas horas, tornou-se uma depressão tropical que emergiu do continente, evoluindo para um furacão com ventos superiores a 100 km/h e aguaceiros fortes, causando grandes perdas de propriedade em todas as ilhas Barlavento.

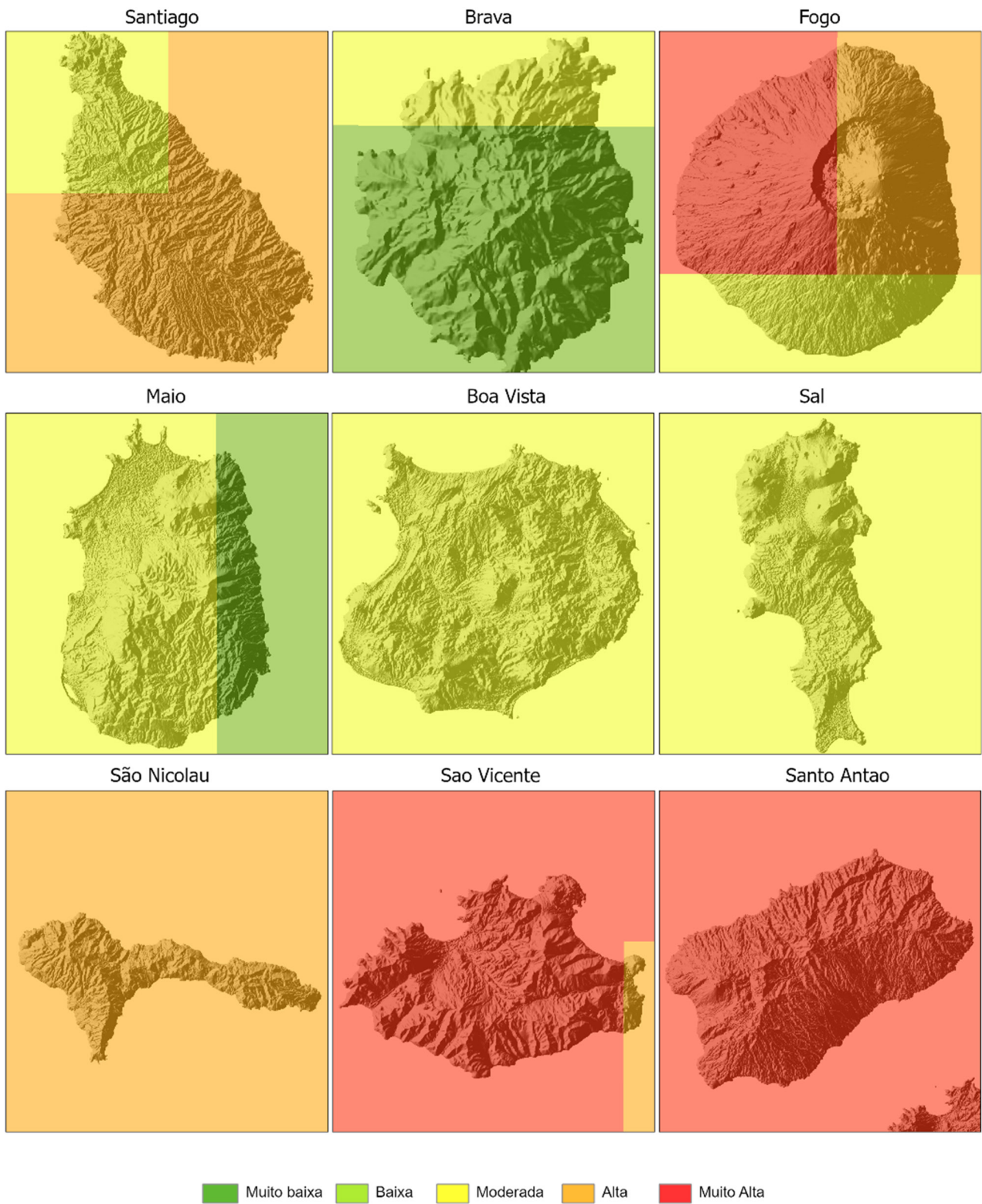
Outro exemplo é o ciclone Humberto em setembro de 2013, que se transformou num furacão, provocando chuvas torrenciais e ventos fortes, causando danos consideráveis em bens e infraestruturas, incluindo a perda de vidas em Santo Antão e o desaparecimento de um navio de carga.

Para além das variáveis térmicas e pluviométricas, considerou-se fundamental a inclusão de parâmetros relacionados com o risco de tempestade, a presença de poeiras atmosféricas e a intensidade do vento, dada a sua relevância para a dinâmica ambiental e os processos naturais que afetam o território cabo-verdiano.

Entre os indicadores utilizados neste projeto, destaca-se o Índice K (Quadro 2), obtido a partir das reanálises do ERA5, que mede o potencial de desenvolvimento de trovoadas, e que é calculado a partir da temperatura e da temperatura do ponto de orvalho em diferentes níveis da atmosfera (850, 700 e 500 hPa para a temperatura, e 850 e 700 hPa para a temperatura do ponto de orvalho). Valores mais elevados do índice K estão associados a uma maior probabilidade de formação de trovoadas. Para Cabo Verde, foi considerado o seu valor médio, bem como o percentil 90, juntamente com limiares de 20 e 35, que representam condições conducentes a tempestades isoladas e numerosas tempestades, respetivamente. A análise revela uma clara distribuição latitudinal, com valores mais elevados a sul do arquipélago, na proximidade da Zona de Convergência Intertropical, sugerindo uma maior propensão para eventos convectivos nas ilhas do Sul.

Os ventos alísios de nordeste são os ventos dominantes em Cabo Verde, com frequências de 60% a 80%. Os ventos de sudeste e sudoeste aparecem periodicamente com a aproximação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante a estação das chuvas. A intensidade do vento varia anualmente, com velocidades médias entre 6 e 7 m/s. A maior intensidade regista-se entre janeiro e setembro. A intensidade mais elevada regista-se entre janeiro e junho (6-10 m/s), diminuindo de julho a setembro, e aumentando novamente de outubro a dezembro. Os ventos são particularmente fortes a grandes altitudes e nas zonas costeiras. Neste projeto, a velocidade média do vento foi incorporada como indicador, com uma resolução espacial de 250 metros (Quadro 2), obtida a partir do Global Wind Atlas (Davis et al., 2023). Este recurso fornece uma visão detalhada da climatologia do vento no arquipélago, identificando áreas de elevada exposição que podem ter implicações ambientais e socioeconómicas, por exemplo, em relação à erosão eólica ou ao potencial de energias renováveis.

Figura 11: Probabilidade tempestade (índice K).

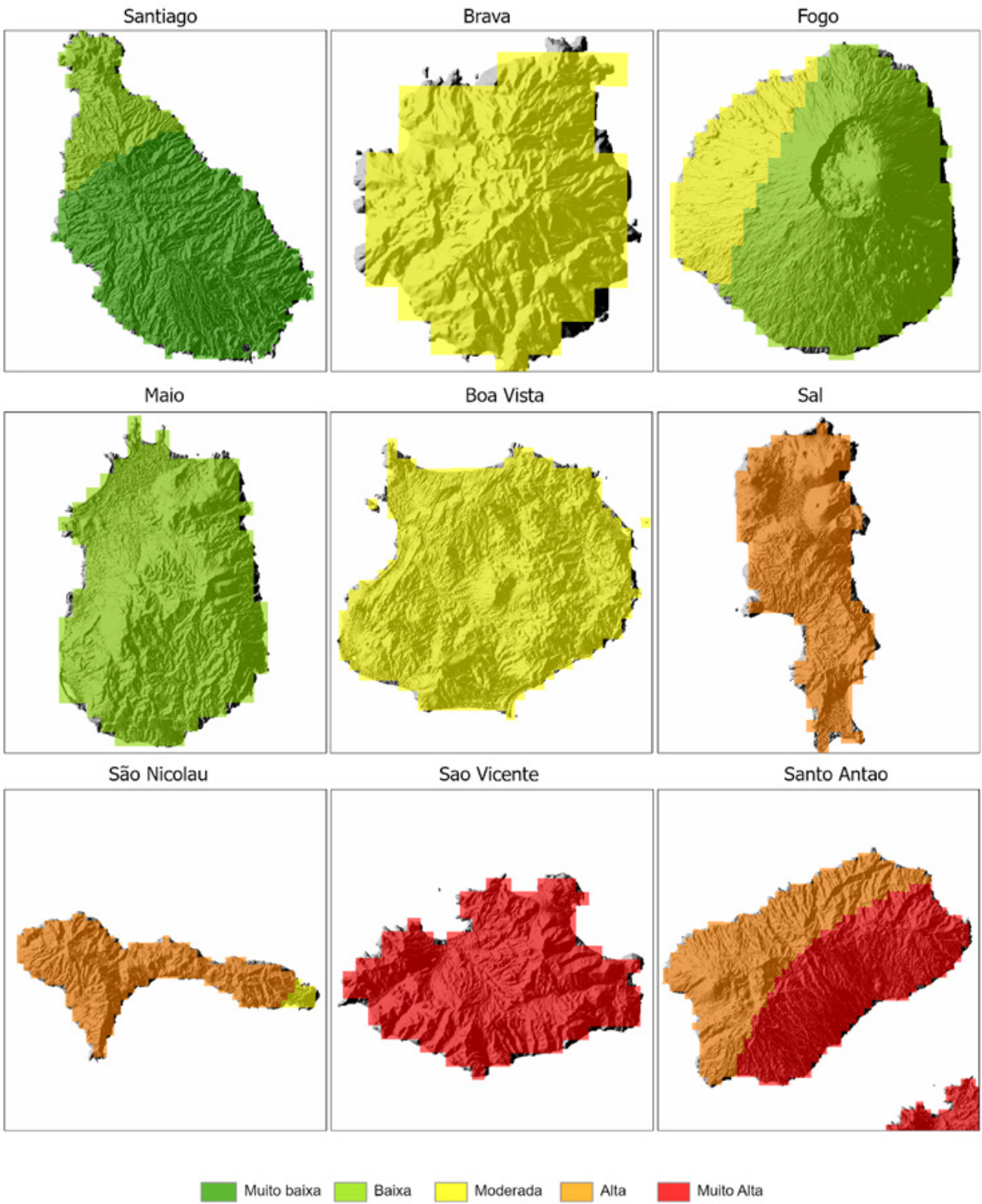


3.2.8 Tempestades e ventos fortes

O Harmattan (também conhecido como Lestada ou névoa seca) é caracterizado por rajadas de vento quentes e secas carregadas de poeiras finas provenientes do deserto do Saara. Este fenómeno reduz drasticamente a visibilidade atmosférica (frequentemente abaixo de 1 km), causando perturbações significativas na navegação aérea e marítima, o que leva a atrasos e cancelamentos de voos e traz perdas económicas para o país.

A frequência e a intensidade dos episódios de neblina seca são então causadas pelo transporte de poeiras minerais do continente africano. Para a sua análise neste projeto, foi utilizada a espessura ótica do aerossol (AOD), através de dois comprimentos de onda: 500 nm e 1020 nm, obtidos a partir da rede AERONET (Aerosol RObotic NETwork – rede global de fotómetros solares robóticos baseada em terra). A AOD de 500 nm é mais sensível a partículas finas, frequentemente associadas a processos de poluição local ou a poeiras mais finas, enquanto a AOD de 1020 nm é mais sensível a partículas grossas, como as poeiras minerais do Saara (Figura 12). Esta distinção explica a variabilidade espacial na composição dos aerossóis: as ilhas de Barlavento apresentam uma maior presença de eventos com poeiras grosseiras de origem africana, enquanto as ilhas do sul, e em particular Santiago, registam maiores concentrações de poeiras finas, mais perceptíveis no comprimento de onda de 500 nm. As séries analisadas correspondem às estações AERONET do Calhau (2012–2017, São Vicente), Cabo Verde (1994–2024, Sal) e Praia (2008–2015, Santiago).

Figura 12: Perigosidade bruma seca.





04.

Vulnerabilidade aos riscos climáticos em Cabo Verde

Os territórios insulares tropicais enfrentam desafios únicos devido à sua localização geográfica, características climáticas e vulnerabilidades socioeconômicas. Estes desafios são intensificados por fatores como a subida do nível do mar, os fenómenos meteorológicos extremos e a dependência de recursos limitados. Neste contexto, compreender a vulnerabilidade das comunidades, dos grupos profissionais, dos conhecimentos existentes e dos sistemas de resposta é essencial para reforçar a resiliência destes territórios.

A vulnerabilidade é definida como o grau de suscetibilidade de um sistema ou a sua incapacidade de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo a variabilidade climática e os fenómenos meteorológicos extremos (MAA, 2007; MAA, 2023). Depende da exposição (a natureza, a magnitude e o ritmo das mudanças climáticas e ambientais a que um sistema está sujeito), da sensibilidade (o grau em que um sistema é afetado) e da capacidade de adaptação (a capacidade de planear, enfrentar, gerir ou persistir em condições de mudança). Uma elevada capacidade de adaptação reduz consideravelmente a vulnerabilidade de uma entidade (MAA, 2023). Em geral, e tal como acontece com muitos outros fatores socio-territoriais, a vulnerabilidade é exacerbada pelos níveis de pobreza extrema enfrentados pelas populações.

O Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC – sigla em inglês), no seu Sexto Relatório de Avaliação (RA6), define a vulnerabilidade como o grau em que um sistema é suscetível de ser danificado ou afetado negativamente pelas mudanças climáticas, incluindo a variabilidade climática e os fenómenos extremos. Esta vulnerabilidade é determinada por três elementos, nomeadamente a exposição, a sensibilidade e a capacidade de adaptação do sistema:

Exposição: Refere-se à presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços e recursos ambientais, infraestruturas ou bens económicos, sociais ou culturais em locais e ambientes que podem ser afetados negativamente. Por exemplo, cidades como a Praia e o Mindelo concentram uma grande parte da população e das infraestruturas económicas do país, o que as torna altamente vulneráveis a fenómenos extremos, como tempestades intensas ou a subida do nível do mar.

Sensibilidade: O grau em que um sistema é afetado, negativa ou positivamente, pela variabilidade ou mudanças climáticas. Em Cabo Verde, as zonas costeiras densamente povoadas, como Santa Maria na ilha do Sal, dependem significativamente do turismo, um setor que é altamente sensível a condições climáticas adversas. Por outro lado, as comunidades rurais em ilhas como Fogo e Santiago são particularmente vulneráveis devido à sua dependência do setor agrícola, altamente afetado pela seca e pela degradação dos solos.

Capacidade de adaptação: A capacidade de um sistema para se ajustar às mudanças climáticas (incluindo a variabilidade climática e os fenómenos extremos), para moderar os danos potenciais, para tirar partido das oportunidades ou para lidar com as consequências. Em São Filipe, na ilha do Fogo, a reconstrução e a melhoria das infraestruturas após as recentes erupções vulcânicas permitiram a incorporação de normas de resiliência climática nos edifícios, reforçando a capacidade da população para fazer face às catástrofes naturais.

Além disso, é importante compreender que a vulnerabilidade é um conceito dinâmico e complexo, cuja compreensão exige uma análise abrangente de vários fatores inter-relacionados. Este termo não se limita apenas à exposição aos impactos das mudanças climáticas, mas reflete também a capacidade das comunidades, sistemas e setores para se adaptarem e responderem

a esses desafios. Os fatores refletidos em numerosos estudos internacionais e regionais (IPCC, 2022; D’Haeyer et al., 2023) incluem os seguintes:

Fatores socioeconómicos: a pobreza, a desigualdade, a educação e o acesso a recursos básicos como os alimentos, a água e a energia determinam significativamente a capacidade de adaptação das comunidades. As populações mais pobres são frequentemente as mais afetadas devido à sua limitada capacidade de adaptação.

Fatores geográficos: A localização e as características físicas de uma região, como a proximidade do nível do mar, a aridez do clima ou a exposição a fenómenos naturais extremos, também condicionam o nível de vulnerabilidade. Por exemplo, as pequenas ilhas, como Cabo Verde, e os ecossistemas frágeis são particularmente sensíveis às alterações ambientais.

Fatores demográficos: A densidade populacional, o crescimento da população, a estrutura etária e a migração influenciam a forma como as comunidades sentem e enfrentam os impactos das mudanças climáticas. Os grupos mais vulneráveis, como os idosos, as crianças e as pessoas com deficiência, requerem uma atenção especial nas estratégias de adaptação.

Fatores tecnológicos: A disponibilidade e o acesso a tecnologias avançadas, tanto para a atenuação como para a adaptação, são cruciais. Isto inclui inovações na gestão dos recursos, infraestruturas resistentes e sistemas de alerta precoce, que podem reduzir significativamente os riscos.

Fatores de governação: A qualidade das instituições, as políticas públicas e a capacidade de aplicar medidas eficazes de adaptação e atenuação desempenham um papel central. Uma governação inclusiva e transparente, baseada na participação da comunidade, é essencial para enfrentar os desafios das mudanças climáticas.

Sendo um conceito dinâmico, a vulnerabilidade pode mudar ao longo do tempo em função da evolução destes fatores. Por exemplo, a melhoria das condições económicas, o acesso a tecnologias mais avançadas ou o reforço institucional podem reduzir a vulnerabilidade, ao passo que a degradação ambiental, as mudanças climáticas ou o aumento das desigualdades podem aumentá-la. Esta inter-relação complexa sublinha a necessidade de abordagens holísticas e coordenadas para tratar as causas subjacentes da vulnerabilidade e promover a preparação para as mudanças climáticas. Do mesmo modo, as avaliações da vulnerabilidade devem ser revistas e atualizadas regularmente para garantir que as estratégias de redução do risco permaneçam relevantes e eficazes.

Para reduzir a vulnerabilidade das comunidades cabo-verdianas às mudanças climáticas, é essencial aplicar a abordagem do IPCC, centrada na redução da exposição, da sensibilidade e no reforço da capacidade de adaptação.

4.1 Vulnerabilidade climática em Cabo Verde

Os múltiplos riscos que Cabo Verde enfrenta terão um impacto significativo em vários setores socioeconómicos do país, afetando áreas-chave como a agricultura, os recursos hídricos, a biodiversidade, o turismo e a saúde pública, entre outras. Estes impactos realçam a necessidade de

medidas abrangentes para reduzir a vulnerabilidade das comunidades e mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas. Para o efeito, é essencial conceber estratégias de intervenção a nível local, insular e nacional, promovendo a resiliência e a adaptação.

Os recursos hídricos, a agricultura, o turismo, as infraestruturas, a biodiversidade e a saúde humana podem ser os setores críticos em termos de impactos das mudanças climáticas. A este respeito, a escassez de água é um dos principais obstáculos ao desenvolvimento sustentável e à adaptação das comunidades cabo-verdianas. A procura de água está a aumentar, com o desenvolvimento de novas atividades turísticas e de serviços, e a recarga das reservas de águas superficiais e subterrâneas depende exclusivamente da precipitação, o que, juntamente com a subida do nível do mar, agrava o problema da salinização. Neste contexto, a agricultura, que sempre esteve no limite da fragilidade ambiental e dos austeros recursos edáficos do país, torna-se altamente vulnerável, quer pela redução da água disponível, quer pela salinização dos solos (Pereira, 2018). Aqui as ações que estão a ser desenvolvidas para melhorar a depuração das águas residuais e a instalação de centrais de dessalinização assumem uma enorme importância.

A biodiversidade, globalmente ameaçada pelo aquecimento global, é também um risco para o país cabo-verdiano. Este impacto vem juntar-se à degradação que a atividade agrícola tem mantido nos ecossistemas e espécies endémicas de Cabo Verde, onde as mudanças bruscas de temperatura podem levar à migração forçada de espécies adaptadas ao habitat do arquipélago. Assim, com o aumento da temperatura, prevê-se a propagação de vetores de doenças endémicas/tropicais, como a malária, a cólera e as doenças pulmonares, devido a alterações hidrológicas e inundações (MAA, 2007). Além disso, a qualidade do ar poderá piorar devido às temperaturas mais elevadas, aumentando os problemas respiratórios e cardiovasculares (MAA, 2023).

As infraestruturas são particularmente sensíveis aos riscos climáticos e são também um elemento crítico em termos de vulnerabilidade das comunidades, especialmente quando estas têm baixos níveis de acessibilidade aos centros de serviços. As infraestruturas físicas são vulneráveis a chuvas fortes, tempestades tropicais, movimentos de vertente e subida do nível do mar, especialmente em zonas de alto risco.

4.1.1 Fatores que contribuem para a vulnerabilidade

Em termos gerais, Cabo Verde apresenta uma série de fatores de vulnerabilidade que podem ser classificados em quatro blocos principais. Por um lado, aqueles que são de natureza regional e que afetam de igual modo todo o território, como a geografia, a insularidade e a dependência económica dos recursos naturais. Por outro lado, aqueles que apresentam uma maior diferenciação territorial, entre ilhas e internamente, analisando cada uma delas separadamente. São eles as condições físicas e climáticas e os indicadores socioeconómicos e de governação. Definamo-los brevemente de seguida.

Geografia e Insularidade: Como um Pequeno Estado Insular em Desenvolvimento (SIDS) do Sahel, Cabo Verde está disperso no Oceano Atlântico e tem uma linha costeira densamente povoada. Isto expõe-no a riscos oceânicos e atmosféricos, com grande parte da sua população e infraestruturas concentradas em áreas costeiras baixas (MAA, 2007; Pereira, 2018).

Dependência Económica dos Recursos Naturais: A economia de Cabo Verde é altamente dependente dos recursos naturais diretamente ligados ao clima, como a agricultura e o turismo. Este facto torna o país muito sensível às variações climáticas (Ramos, 2014).

Condições físicas e climáticas extremas: O país tem um clima seco e árido, com dependência exclusiva do regime de chuvas para recarregar as suas reservas de água (Governo de Cabo Verde, 2021). Carateriza-se por secas cíclicas, chuvas torrenciais e irregulares, escassez de água e de solos. As projeções climáticas apontam para um futuro mais quente e mais seco. A sua origem vulcânica e geomorfologia montanhosa aumentam a vulnerabilidade a fenómenos naturais como a erosão e a desertificação.

Socioeconómico e Governação: As fracas infraestruturas económicas, a pobreza extrema, o baixo coberto vegetal, a pressão humana sobre os recursos naturais e a má gestão dos recursos agravam a situação (MAA, 2007). Existe também uma baixa capacidade institucional e técnica e uma necessidade de cooperação internacional (Matos et al., 2023).

4.1.2 Setores e áreas suscetíveis de serem mais afetados

Em geral, todos os setores podem ser diretamente ou indiretamente afetados pelas alterações ambientais resultantes das mudanças climáticas. Os próprios processos de adaptação têm um impacto na economia e na sociedade do país. Em Cabo Verde, considerando as suas características socioeconómicas, os setores mais afetados são a agricultura, a pecuária e a silvicultura; os recursos hídricos; as zonas costeiras e as pescas; o turismo; as infraestruturas, a habitação e os transportes; a saúde humana; e os ecossistemas e a biodiversidade. Os efeitos sobre estes setores e a interação entre eles calculam o impacto regional das mudanças climáticas no país.

Agricultura, silvicultura e pecuária: A agricultura é um dos setores mais vulneráveis (MINAA, 2007). A redução e a irregularidade da precipitação, o aumento da temperatura e da evapotranspiração, as inundações e a intrusão salina nos solos agrícolas provocam uma baixa produtividade, a salinização e o fracasso das colheitas. Isto conduz a uma maior incerteza na agricultura de sequeiro, ao declínio dos meios de subsistência, à migração, ao abandono rural e ao aumento da insegurança alimentar e da dependência das importações. Por outro lado, a variabilidade da precipitação e das temperaturas, bem como as tempestades tropicais e os ciclones, aumentam o risco de incêndios florestais e afetam a viabilidade de novas plantações. Podem também surgir novas pragas e agentes patogénicos que afetam o ecossistema florestal e os seres humanos.

Escassez de recursos hídricos: Esta situação, associada à irregularidade das chuvas, afeta diretamente a recarga das reservas de águas superficiais e subterrâneas (Ramos, 2014). O aumento das temperaturas aumenta a procura de água para consumo e agricultura. A intrusão salina nos aquíferos costeiros é também um risco significativo.

Zonas costeiras e pescas: Estas zonas e setores são altamente vulneráveis. A subida do nível do mar, a erosão costeira e a degradação dos ecossistemas marinhos ameaçam as infraestruturas (habitações, portos, praias), os recursos haliêuticos e os meios de subsistência das comunidades costeiras (MAA, 2007). As variações da temperatura da água do mar e a acidificação dos

oceanos também afetam as populações de peixes e os seus habitats (Governo de Cabo Verde, 2021). A sobre pesca de algumas espécies agrava a situação.

Turismo: Apesar de ser um motor económico fundamental, o setor é altamente sensível e vulnerável aos impactos das mudanças climáticas. A erosão costeira, a subida do nível do mar, os danos nas infraestruturas turísticas, a escassez de água e de energia e a ocorrência de fenómenos extremos (como tempestades, secas, calima ou Harmattan) aumentam os custos e podem afetar a procura turística (Fernandes, 2021).

Infraestruturas, Habitação e Transportes: As infraestruturas físicas (casas, estradas, pontes, portos, redes de eletricidade e água) são altamente vulneráveis, especialmente as construídas em zonas de alto risco, como encostas, zonas baixas e costeiras, devido a chuvas fortes, tempestades e subida do nível do mar (Governo de Cabo Verde, 2021).

Saúde: Os impactos incluem o aumento e a migração de vetores de doenças (como a malária, a cólera e a dengue), o aumento das epidemias, a redução da produtividade e o aumento dos custos dos cuidados de saúde (MAA, 2007). Os fenómenos meteorológicos extremos, como as inundações e as ondas de calor, também afetam diretamente a saúde física e mental das populações (Governo de Cabo Verde, 2021). A degradação da qualidade do ar por ventos secos carregados de poeira (Harmattan) também constitui um risco para a saúde respiratória.

Ecossistemas e Biodiversidade: A variabilidade climática extrema causa degradação, danos e perda de biodiversidade, ameaçando a sobrevivência de espécies e habitats, e a perda de serviços ecossistémicos e recursos naturais (Fernandes, 2021). O aumento das temperaturas e a salinização dos solos também contribuem para estes impactes (MAA, 2007).

4.1.3 Fatores que contribuem para a vulnerabilidade

A redução da exposição é uma componente essencial da gestão dos riscos climáticos, especialmente em territórios vulneráveis como Cabo Verde. Este arquipélago, localizado na região tropical do Atlântico, enfrenta desafios significativos devido à sua localização geográfica, clima semiárido e dependência de recursos naturais limitados. Os efeitos das mudanças climáticas, como o aumento das temperaturas, a diminuição da precipitação e o aumento da frequência de fenómenos extremos, intensificam a exposição das suas comunidades, infraestruturas e ecossistemas. As estratégias para reduzir a exposição dependem essencialmente dos processos de planeamento e de utilização dos solos.

4.1.4 Planeamento e utilização dos solos

O crescimento urbano não planeado e a ocupação de áreas de risco representam desafios críticos que aumentam a vulnerabilidade das comunidades em Cabo Verde. Em particular, a capital, Praia, registou uma rápida expansão urbana, o que levou à construção de habitações em áreas propensas a inundações, deslizamentos de terras e outros riscos naturais. Para enfrentar estes riscos, é imperativo integrar eficazmente a gestão dos riscos climáticos no ordenamento do território e no desenvolvimento urbano. As principais estratégias para alcançar este objetivo incluem:

Delimitação e proteção de zonas de risco: identificar áreas com elevada probabilidade de ocorrência de eventos perigosos e restringir o desenvolvimento urbano nessas áreas. Paralelamente, estabelecer zonas-tampão, como áreas verdes e espaços abertos, ao longo de cursos de água, costas e outras áreas propensas a perigos, para absorver o impacto dos fenómenos naturais e proteger infraestruturas críticas.

Integrar a gestão dos riscos nos planos de desenvolvimento urbano: incorporar sistematicamente a análise dos riscos naturais e climáticos nos planos de desenvolvimento, assegurando que as decisões de utilização dos solos e de desenvolvimento estão alinhadas com as estratégias de atenuação e resiliência.

Deslocalização planeada de comunidades em áreas de alto risco: facilitar a deslocalização de povoações informais e de comunidades que vivem em áreas vulneráveis, tais como zonas costeiras baixas ou zonas propensas a inundações.

Para além destas medidas específicas, é essencial promover uma abordagem participativa e inclusiva do planeamento e gestão da utilização dos solos. As comunidades locais devem ser informadas e participar ativamente na identificação dos riscos, na definição de estratégias de atenuação e na tomada de decisões. Isto não só reforça a resiliência da comunidade, como também garante o desenvolvimento sustentável e seguro do território, minimizando a exposição aos riscos climáticos e naturais.

4.1.5 Reduzir a sensibilidade

A redução da sensibilidade dos elementos vulneráveis aos riscos climáticos é uma estratégia fundamental para reforçar a resiliência de territórios insulares como Cabo Verde, onde a exposição a fenómenos climáticos extremos, como secas, chuvas torrenciais e subida do nível do mar, representa uma ameaça constante para as comunidades, infraestruturas e ecossistemas.

A sensibilidade destes elementos depende de fatores intrínsecos como a condição socioeconómica das comunidades, a robustez das infraestruturas e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Por exemplo, sectores como a agricultura de sequeiro e as infraestruturas críticas são altamente sensíveis, uma vez que dependem diretamente de condições climáticas estáveis. A atenuação desta sensibilidade implica a adoção de medidas para reforçar a capacidade de adaptação e reduzir a dependência destes setores das variações climáticas.

4.1.6 Infraestruturas resilientes e gestão sustentável dos ecossistemas

A adaptação às mudanças climáticas exige uma abordagem global que combine a construção de infraestruturas resilientes, a proteção e recuperação dos ecossistemas e a aplicação de soluções sustentáveis. Estas estratégias têm por objetivo reduzir a vulnerabilidade das comunidades e reforçar a sua capacidade de resposta aos riscos associados às mudanças climáticas e aos fenómenos naturais extremos:

Construir infraestruturas resilientes: Conceber, construir e manter infraestruturas críticas, como diques, sistemas de drenagem, muros de contenção e estradas, que possam suportar os impactos de fenómenos meteorológicos extremos e outros riscos associados às mudanças climáticas. Isto deve ser complementado por códigos de construção que integrem normas de resiliência climática, garantindo edifícios seguros e adaptados aos riscos.

Gestão sustentável e recuperação de ecossistemas: proteger e recuperar ecossistemas fundamentais, como as dunas e as florestas, que atuam como barreiras naturais à erosão, às inundações e à subida do nível do mar. Estas ações incluem a reflorestação e a recuperação de bacias hidrográficas, a adoção de práticas de gestão florestal sustentável, a preservação da biodiversidade e a melhoria da capacidade dos ecossistemas para atenuar os riscos. Neste sentido, já existem alguns exemplos no arquipélago, na Boa Vista, as dunas costeiras estão a ser restauradas para proteger a biodiversidade e atuar como barreiras naturais contra processos derivados de tempestades marinhas e processos de erosão. As zonas montanhosas do Fogo também estão a ser reflorestadas para melhorar a retenção de água e evitar a erosão do solo.

Gestão integrada dos recursos hídricos: implementar estratégias para a conservação da água, recarga de aquíferos e gestão de inundações, reforçando a capacidade das comunidades para fazer face a fenómenos extremos, como secas ou chuvas fortes. A utilização eficiente dos recursos hídricos é essencial para garantir a sua disponibilidade a longo prazo num contexto de stress climático crescente.

Adaptação às mudanças climáticas: Ajustar as práticas agrícolas, os sistemas de gestão da água e o desenvolvimento urbano para responder aos impactos previstos. Isto inclui a aplicação de soluções baseadas na natureza e o reforço das infraestruturas costeiras para proteger as comunidades mais vulneráveis.

Investimento em investigação e desenvolvimento: promover a investigação científica para melhorar a compreensão do clima e dos riscos naturais, desenvolver tecnologias de atenuação inovadoras e avaliar a eficácia das intervenções implementadas.

Estas medidas devem ser concebidas e aplicadas tendo em conta as condições locais, os impactos previstos das mudanças climáticas, e ser medidas que garantam a sustentabilidade a longo prazo.

4.2 Capacidade de adaptação

A capacidade de adaptação é um dos pilares fundamentais para enfrentar os riscos climáticos em territórios vulneráveis como Cabo Verde. Melhorar a capacidade de adaptação implica reforçar a capacidade das comunidades, das infraestruturas e dos sistemas naturais para antecipar, resistir e recuperar dos impactes climáticos, desenvolvendo simultaneamente soluções sustentáveis que minimizem as perdas e danos e aumentem a resiliência. Esta abordagem engloba uma vasta gama de ações, desde a modernização de infraestruturas críticas, como as redes de transportes e de abastecimento de água, até à diversificação dos sistemas de produção e ao reforço das políticas públicas de gestão dos riscos climáticos. Além disso, a capacidade de adaptação está diretamente ligada a fatores socioeconómicos e culturais, como o acesso a

recursos financeiros, a educação climática e a aplicação de tecnologias inovadoras. É também fundamental ter em conta os conhecimentos locais e tradicionais, que podem desempenhar um papel complementar nas estratégias de adaptação. Vejamos em pormenor alguns dos fatores não estruturais que contribuem para a adaptação.

4.2.1 Capacidade de adaptação

Embora possa ser visto como um elemento transversal e muito próximo das outras dimensões acima analisadas. O primeiro passo para reduzir a vulnerabilidade é compreender a natureza do risco e, na medida do possível, a forma como este é percecionado localmente. As perceções do risco podem variar significativamente entre comunidades, influenciadas por fatores culturais, experiências passadas, níveis de educação e acesso à informação. As pessoas que vivem em zonas de risco têm muitas vezes um conhecimento íntimo dos perigos locais e desenvolveram mecanismos de sobrevivência ou mesmo de adaptação para lidar com eles. Em Cabo Verde, observou-se que, apesar de uma grande parte da população residente em zonas de risco demonstrar uma forte consciência dos perigos a que está exposta, os fatores económicos pesam muitas vezes mais na decisão de ocupar e manter as suas habitações, levando a uma maior aceitação do risco. Para o efeito, recomenda-se:

Realização de estudos de perceção do risco a nível local: estes estudos devem envolver as comunidades na identificação dos perigos, na avaliação das vulnerabilidades e na formulação de soluções.

Integração dos conhecimentos tradicionais nas estratégias de gestão dos riscos: as práticas de gestão dos recursos naturais e os sistemas de alerta precoce desenvolvidos pelas comunidades ao longo de gerações podem ser complementares às estratégias modernas de redução dos riscos.

Reforço da comunicação e da educação sobre os riscos: é fundamental fornecer às comunidades locais informações claras, concisas e acessíveis sobre os perigos, as vulnerabilidades e as medidas de atenuação.

Reforçar a resiliência da comunidade, a capacitação local e os conhecimentos tradicionais: as comunidades locais, enquanto primeira linha de resposta às catástrofes, desempenham um papel crucial na redução dos riscos e no reforço da resiliência. Reforçar a sua capacidade de ação implica capacitá-las para tomarem medidas proactivas de preparação, resposta e recuperação de fenómenos extremos:

Estabelecimento de comités locais de gestão de riscos: criar grupos comunitários responsáveis pelo planeamento, coordenação e execução de ações de preparação e resposta a catástrofes, reforçando a organização local.

Formação da comunidade: fornecer formação em primeiros socorros, busca e salvamento e gestão de abrigos para dotar os membros da comunidade das competências necessárias para atuar eficazmente em emergências.

Sistemas de alerta precoce baseados na comunidade: Implementar ferramentas acessíveis, tais como tecnologias de baixo custo e métodos tradicionais, para alertar a população para perigos iminentes, garantindo uma resposta atempada.

Promoção da autossuficiência e da solidariedade: Incentivar a preparação de planos de emergência familiares e a criação de redes de apoio mútuo, reforçando a coesão social e a resiliência coletiva.

Gestão de riscos inclusiva: incorporar as necessidades e vulnerabilidades de grupos específicos, como mulheres, crianças, idosos e outros grupos marginalizados, garantindo um planeamento equitativo e eficaz.

Os conhecimentos tradicionais podem também desempenhar um papel importante no reforço da resiliência das comunidades. As práticas tradicionais de construção, a gestão dos recursos naturais e os sistemas de alerta precoce foram desenvolvidos ao longo de gerações para se adaptarem aos desafios ambientais locais. A integração destes conhecimentos em estratégias modernas de redução dos riscos pode melhorar a eficácia e a sustentabilidade das intervenções.

4.2.2 Reforço da governança

O reforço da governança é fundamental para melhorar a capacidade de adaptação de uma região. Uma governança forte proporciona o quadro necessário para o planeamento estratégico, a coordenação eficaz e a gestão global dos riscos. Neste contexto, podem ser consideradas as seguintes ações:

Implementar uma governança climática inclusiva e participativa: envolver as comunidades locais, o setor privado e as organizações da sociedade civil na tomada de decisões para garantir que as políticas climáticas sejam equitativas e representativas das necessidades e capacidades de todos os setores da sociedade.

Reforçar as instituições e os quadros jurídicos: estabelecer e consolidar leis, regulamentos e medidas que integrem os riscos climáticos nos sistemas de planeamento e gestão territorial, garantindo a sustentabilidade e a gestão baseada na segurança.

Melhorar a capacidade de resposta institucional: dotar as instituições dos recursos necessários, tais como pessoal formado, equipamento adequado e sistemas avançados de alerta precoce, para responder eficazmente a fenómenos meteorológicos extremos.

Promover a coordenação a vários níveis: Incentivar a colaboração entre diferentes níveis de governo e setores para garantir uma gestão integrada do clima, maximizando a eficácia e evitando a duplicação de ações.

Desenvolvimento e aplicação de planos de emergência locais: conceber planos adaptados às necessidades e vulnerabilidades específicas de cada comunidade, tendo em conta as capacidades locais e dando prioridade à segurança e ao bem-estar dos seus habitantes.

Educação e sensibilização do público: Promover programas de educação e campanhas de sensibilização sobre os riscos climáticos, reforçando o conhecimento e a preparação da população para responder eficazmente aos desafios das mudanças climáticas.

4.2.3 Desafios na avaliação e na resposta

Existem lacunas significativas na capacidade e no acesso a dados e recursos para implementar projetos de avaliação da vulnerabilidade climática (VCA) (Governo de Cabo Verde, 2021). Este projeto é um exemplo de esforços nesse sentido. A informação sobre as mudanças climáticas não é suficientemente divulgada entre os planeadores, os decisores, o público e as comunidades (Ramos, 2014). É importante começar a trabalhar na implementação de medidas de adaptação planeadas e antecipadas, sabendo que estas podem ser dispendiosas para um país como Cabo Verde (Governo de Cabo Verde, 2023).

Embora muitos índices de vulnerabilidade existentes avaliem Cabo Verde como relativamente resiliente em comparação com outros SIDS (devido à melhoria da preparação e da capacidade de adaptação), alguns indicadores podem distorcer a realidade do arquipélago (Governo de Cabo Verde, 2023). A principal limitação destes índices é a sua incapacidade de considerar sistematicamente a vulnerabilidade social. Este projeto envida esforços nesse sentido, gerando um índice de vulnerabilidade social por zonas para fazer face aos riscos climáticos.

4.3 Avaliação da vulnerabilidade por ilhas e zonas

Nesta secção, com base nos dados fornecidos pelo INECV, serão apresentados valores relativos a indicadores socioeconómicos que podem comprometer a adaptação às mudanças climáticas.

4.3.1 Boa Vista

A ilha da Boa Vista apresenta uma acentuada desigualdade territorial em termos de vulnerabilidade social e capacidade adaptativa. As zonas urbanas, como a Cidade de Sal Rei e Rabil, apresentam níveis de resiliência mais elevados devido ao seu capital humano, acesso a serviços básicos e menor dependência. Em contrapartida, as zonas rurais ou periféricas como a Bofarreira, Estância de Baixo e Cabeça dos Tarrafes requerem uma atenção prioritária devido às suas múltiplas carências estruturais e sociais.

Zonas com maior capacidade de adaptação

Entre as diferentes áreas analisadas, Cidade de Sal Rei e Rabil destacam-se como as que apresentam maiores níveis de resiliência social e adaptativa. Sal Rei, o principal núcleo urbano, concentra mais de 9.600 habitantes e mais de 2.000 edifícios. Apesar de ter elevadas percentagens de habitações precárias (95% sem revestimento adequado e 46% das habitações construídas com materiais pouco resistentes), tem indicadores sociais e de infraestruturas que compensam essas deficiências. A população tem um elevado nível de educação (mais de 71% com ensino secundário ou superior), uma proporção significativa de empregos qualificados (26,6%) e uma

cobertura de eletricidade superior a 68%. Além disso, o seu rácio de dependência (indicador demográfico que mede a proporção da população economicamente dependente em relação à população em idade de trabalhar) (51,2%) é um dos mais baixos da ilha.

Rabil, com 1 401 habitantes e mais de 400 edifícios, combina um ambiente urbano de pequena escala com um bom acesso aos serviços. A quase totalidade das suas habitações está ligada à rede elétrica pública (97%) e mais de 73% da sua população tem formação superior. Embora apresente níveis de precariedade estrutural moderadamente elevados (96% sem teto e 44% sem saneamento), o seu nível educacional e a sua baixa dependência (58,6%) reforçam a sua capacidade de resposta e adaptação.

Zonas com condições mistas ou intermédias

João Galego, Fundo das Figueiras e Povoação Velha apresentam um perfil intermédio, combinando elementos de vulnerabilidade com fatores positivos que proporcionam algum grau de resiliência. Em João Galego e Fundo das Figueiras, embora seja notória a precariedade das habitações (96% e 95% sem revestimento, respetivamente), ambas as zonas se destacam pela cobertura de 100% de eletricidade e por níveis de escolaridade superiores a 64%. Estas condições favorecem a capacidade de adaptação da população.

A Povoação Velha apresenta também níveis intermédios de vulnerabilidade material, mas com uma percentagem considerável de população com ensino secundário ou superior (67%) e uma boa cobertura de serviços de eletricidade (96,7%), embora o índice de dependência seja um pouco mais elevado (64,6%).

Estas zonas, embora não estejam isentas de riscos estruturais, têm uma base social suficiente para aplicar eficazmente medidas de adaptação, se as suas infraestruturas forem devidamente reforçadas.

Zonas com elevada vulnerabilidade social

No extremo oposto encontram-se zonas como a Bofarreira, Estância de Baixo e Cabeça dos Tarrafes, que combinam uma elevada precariedade habitacional com uma privação social significativa.

A Bofarreira apresenta uma elevada proporção de alojamentos sem revestimento (70%) e sem saneamento (47%), para além de uma dependência demográfica muito elevada (62,8%), o que implica uma elevada proporção de pessoas com menos de 15 anos ou mais de 64 anos. Apesar de ter 100% dos alojamentos com acesso a eletricidade, a sua população tem um nível de escolaridade moderado (60%) e uma baixa inserção laboral em empregos qualificados (17%). A Estância de Baixo reproduz um perfil semelhante, com 88% dos alojamentos sem revestimento e mais de 46% construídos com materiais de baixa resistência. A cobertura de eletricidade é elevada (99%), mas o seu rácio de dependência é de 55% e apenas 24% têm acesso a empregos qualificados.

A Cabeça dos Tarrafes, apesar de ter elevados níveis de educação formal (65% com ensino secundário ou superior), apresenta uma grave precariedade habitacional: 87% das suas habitações não têm revestimento adequado e não há acesso a saneamento, duche ou cozinha. Este

contraste entre capital humano e condições materiais sugere uma vulnerabilidade estrutural muito marcada.

Zonas marginais ou pouco povoadas

Outras zonas como a Praia de Chaves, Espingueira, Fogão, Fonte Vicente ou Lacação têm uma população muito reduzida (entre 2 e 36 pessoas), o que dificulta uma avaliação exata. Em geral, verifica-se uma elevada dispersão, um acesso desigual aos serviços básicos e uma falta de dados consolidados. Embora alguns indicadores específicos sejam positivos (como a cobertura de eletricidade ou o nível de educação na Praia de Chaves), estas áreas podem ser consideradas vulneráveis devido ao isolamento e à baixa densidade, o que dificulta a sua integração em planos de adaptação climática à escala da ilha.

Os reforços das condições de habitabilidade, a par do aumento da formação, do emprego digno e da cobertura de serviços essenciais, serão fundamentais para reduzir a vulnerabilidade social e melhorar a capacidade de adaptação destas comunidades às mudanças climáticas.

4.3.2 Brava

A ilha da Brava apresenta um padrão territorial diversificado em termos de desenvolvimento social e habitacional. Apesar de algumas áreas mostrarem sinais de relativa resiliência, em geral verificam-se elevados níveis de precariedade na qualidade da habitação e desigualdade no acesso aos recursos e oportunidades, o que configura um notável mapa de vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas.

A ilha Brava apresenta uma vulnerabilidade generalizada, sobretudo ao nível da qualidade da habitação e do acesso a serviços básicos. Apenas a Cidade de Nova Sintra pode ser considerada uma zona com uma forte capacidade de adaptação, graças ao seu nível de educação, eletrificação e emprego formal. As restantes zonas necessitam, em maior ou menor grau, de intervenções que visem a melhoria das infraestruturas habitacionais; a expansão do acesso aos serviços básicos (saneamento, água, eletricidade) e o reforço do capital humano e das oportunidades de trabalho qualificado.

Zonas com maior capacidade de adaptação

A Cidade de Nova Sintra destaca-se como a zona mais resiliente da ilha. Apesar de ter 100% das habitações sem revestimento adequado, apresenta os melhores indicadores sociais. Assim, 66,8% da população com ensino secundário ou superior; 35,9% com emprego qualificado, a proporção mais elevada de toda a ilha. Por outro lado, a taxa de dependência é baixa (53,2%) e o analfabetismo é inferior a 6%. A cobertura de eletricidade é de 100%.

Santa Bárbara apresenta condições materiais mistas na habitação (56,7% sem revestimento, 74% com materiais pouco resistentes), mas 52% da população tem formação superior e 7,4% tem acesso a empregos bem remunerados. O seu rácio de dependência é um pouco elevado (61,9%), mas o nível de educação e o acesso à eletricidade (100%) contribuem para a sua capacidade de adaptação.

Zonas com condições mistas

Lém, Vila de Nossa Senhora do Monte e Mato apresentam um perfil intermédio. Em Lém, por exemplo, 50% têm ensino secundário/superior e 14,6% têm empregos qualificados. No entanto, 82% das habitações não têm telhado e mais de 44% da população não tem saneamento básico. Assim, Mato combina 55,5% da população com educação com uma precariedade habitacional significativa (88% da população é sem-abrigo). Por fim, a Vila de Nossa Senhora do Monte tem 50% com ensino superior, uma boa cobertura de eletricidade e um ambiente populacional estável, embora as condições materiais (84% sem telhado e 63% sem saneamento) sejam preocupantes.

Estas zonas têm algum capital humano e acesso a serviços, o que permite alguma capacidade de resposta a situações climáticas adversas, mas carecem de intervenção ao nível das infraestruturas básicas.

Zonas com maior vulnerabilidade social

Várias zonas apresentam uma combinação de elevada precariedade habitacional, elevada dependência demográfica e baixos níveis educacionais e económicos. São os casos da Cova de Joana e da Cova Rodela (núcleo principal). Ambas apresentam valores de precariedade extremamente elevados (mais de 90% dos alojamentos sem revestimento). Assim, Cova Rodela tem também 64% de alojamentos sem duche e mais de 48% sem saneamento. A dependência é muito elevada em Cova de Joana (74%), onde apenas 42% dos habitantes têm formação superior.

Por último, a Furna, com 594 habitantes, regista elevados níveis de vulnerabilidade estrutural. Noventa e três por cento das habitações não têm telhado e 51% não têm saneamento. Menos de 50% da população tem formação superior e 23% tem acesso a empregos qualificados.

Por último, as zonas de Campo Baixo, Cachaço e Lomba Tantum estão também entre as zonas mais expostas. Em Campo Baixo, 90% das habitações não têm revestimento e a cobertura de saneamento é baixa. Em Lomba Tantum, mais de 62% das casas são feitas de materiais pouco resistentes e quase 63% não têm duche. O nível de escolaridade (23%) e a inserção laboral qualificada (2,8%) são dos mais baixos da ilha.

Zonas sem dados ou com população mínima

Zonas como Porca, Figueiral, Sorno e uma entrada secundária de Cova Rodela têm populações extremamente baixas (entre 0 e 27 habitantes), e valores em falta ou inconsistentes. A sua baixa densidade e isolamento constituem um desafio adicional para a gestão pública e o acesso aos serviços, tornando-as particularmente vulneráveis à exclusão.

Dada a sua geografia montanhosa e dispersa, as estratégias descentralizadas e de base comunitária serão essenciais para reduzir a vulnerabilidade e reforçar a resiliência às mudanças climáticas.

4.3.3 Fogo

A ilha do Fogo apresenta um quadro complexo e heterogéneo em termos de condições sociais e de habitação. Embora algumas zonas tenham melhores condições para fazer face aos impactos das mudanças climáticas, a maioria dos aglomerados populacionais apresenta elevados níveis de vulnerabilidade estrutural, desigualdade de acesso aos serviços básicos e uma proporção significativa da população em situação de dependência ou exclusão. Este contexto configura um território que exige intervenções específicas e direcionadas, adaptadas à diversidade territorial da ilha.

O Fogo apresenta uma vulnerabilidade estrutural generalizada, nomeadamente em termos de cobertura das habitações, acesso ao saneamento e qualidade de construção dos edifícios. Enquanto as zonas urbanas, como a Cidade de São Filipe ou a Cidade de Igreja, apresentam capacidades de adaptação mais elevadas, muitas outras zonas rurais apresentam uma combinação de fragilidade física e baixos níveis de educação e empregabilidade, o que acentua a sua exposição aos riscos climáticos. A ação institucional deve centrar-se na melhoria da qualidade da habitação, na expansão do acesso aos serviços básicos e no reforço do capital humano em todas as suas dimensões. A ilha reflete claramente os contrastes internos entre zonas urbanas relativamente resilientes e uma maioria de comunidades rurais altamente vulneráveis. A combinação de habitações precárias, baixas qualificações laborais e elevada dependência social limita a capacidade de adaptação de grandes partes do território. É urgente desenvolver estratégias descentralizadas destinadas a reforçar as infraestruturas básicas, o capital humano e a resiliência económica da população mais exposta, com uma abordagem global da adaptação às mudanças climáticas.

Áreas com maior capacidade adaptativa

A Cidade de São Filipe posiciona-se como o núcleo mais resiliente da ilha. Com 8.448 habitantes e mais de 2.700 edifícios, beneficia de um ambiente urbano consolidado. Do total de habitantes, 61,7% da população possui o ensino secundário ou superior. 28,3% têm emprego qualificado, o valor mais elevado da ilha, e a dependência demográfica é relativamente baixa (54,6%), com uma eletrificação quase universal (99,8%).

A Cidade de Igreja destaca-se também pela sua qualificação. 59,8% dos seus habitantes têm formação superior e 22,4% têm acesso a empregos qualificados. Embora apresente elevados níveis de precariedade material (96% sem forro), estes são compensados por elevados níveis de eletrificação e de capital humano.

A Cidade de Cova Figueira, capital de Santa Catarina, também apresenta bons indicadores, com 54,7% da população com ensino superior e 26,2% com empregos qualificados. Tem eletrificação total e uma dependência relativamente baixa.

Estas zonas concentram o capital humano, os serviços e as infraestruturas necessárias para uma resposta adaptativa eficaz.

Zonas com condições mistas

Santo António, Curral Grande e Fonte Aleixo representam zonas intermédias com potencial adaptativo, mas que ainda enfrentam desafios estruturais significativos. Em Santo António, 56% têm ensino superior e 18% têm empregos qualificados, mas mais de 95% das habitações não têm revestimento. Enquanto o Curral Grande combina bons níveis de educação (66%) com elevados níveis de precariedade estrutural (91% sem cobertura, 50% sem saneamento). Finalmente, Fonte Aleixo, por outro lado, tem 53,9% com ensino superior e 17,8% em empregos qualificados, mas com mais de 88% das habitações em condições frágeis.

Estas zonas, embora vulneráveis do ponto de vista habitacional, têm bases sociais relativamente sólidas que podem ser reforçadas através de políticas públicas adequadas.

Áreas de maior vulnerabilidade social

Várias zonas rurais e periféricas apresentam uma acumulação de fatores de risco: extrema precariedade habitacional, baixo nível de escolaridade, emprego informal ou inexistente e elevada dependência demográfica. Em particular, Galinheiro, Lomba, Ribeira Filipe e Velho Manuel apresentam os níveis mais críticos. Na Ribeira Filipe, 98% das habitações não têm revestimento, 99% não têm acesso a saneamento e 100% não têm duche.

A zona do Velho Manuel reúne números semelhantes, com 100% sem revestimento, 97% sem saneamento e apenas 2,5% de empregos qualificados. Na Lomba, 97% das habitações não são revestidas e 87% não têm acesso a saneamento. Apenas 6,3% têm empregos qualificados.

Campanas de Baixo e Campanas de Cima também apresentam níveis alarmantes de precariedade. Ambas as zonas têm mais de 90% de casas sem cobertura e taxas de saneamento inferiores a 10%. O acesso à educação e a empregos qualificados é mínimo (entre 2% e 3%).

Por fim, Achada Grande, Atalaia e Relva combinam elevados níveis de precariedade habitacional (mais de 90% de casas descobertas), elevada dependência e baixo acesso a empregos formais. Apesar de alguma eletrificação e de uma presença feminina equilibrada, a sua baixa capacidade económica e educativa coloca-as em níveis críticos de vulnerabilidade.

Estas zonas requerem intervenções urgentes e multissetoriais, dando prioridade à melhoria da habitação, ao acesso à educação e à criação de oportunidades económicas sustentáveis.

4.3.4 Maio

A ilha do Maio apresenta um perfil menos polarizado do que outras ilhas do arquipélago, com diferenças assinaláveis entre o núcleo urbano e as zonas rurais, mas sem atingir extremos acentuados em nenhum dos indicadores. Ainda assim, os dados refletem uma precariedade habitacional generalizada, sobretudo ao nível das coberturas habitacionais e do acesso ao saneamento, fatores fundamentais na avaliação da exposição às mudanças climáticas.

De um modo geral, Maio apresenta uma vulnerabilidade estrutural moderada, com algumas zonas mais capazes de fazer face aos riscos climáticos, enquanto outras apresentam fragilidades

ligadas ao isolamento, à dependência ou à falta de serviços. O acesso à eletricidade é elevado na maior parte do território, mas outros fatores, como o nível de educação ou a qualidade da construção, exigem uma atenção prioritária.

Zonas com maior capacidade de adaptação

A Cidade do Porto Inglês, como principal centro urbano, destaca-se claramente das restantes. Com cerca de 3.000 habitantes e mais de 1.200 edifícios. A cidade tem um elevado nível de escolaridade (66% com ensino secundário ou superior). A maior percentagem de emprego qualificado da ilha (30%) e uma elevada eletrificação (99,3%) com um perfil demográfico relativamente equilibrado (51,7% de dependência).

Apesar de mais de 97% das suas habitações não terem revestimento adequado e cerca de 38% não terem saneamento, a base educacional, laboral e de serviços constitui um sólido suporte para a adaptação. Neste sentido, a Vila de Calheta apresenta também um perfil positivo em termos de resiliência social. Apesar das precárias condições de habitação (94% sem coberturas, 59% sem saneamento), mais de 62% da sua população tem ensino superior e 15,5% tem acesso a empregos qualificados, sugerindo um potencial adaptativo significativo se as suas infraestruturas forem melhoradas.

Zonas com condições mistas

Figueira e Morrinho apresentam indicadores intermédios, tanto em termos materiais como sociais. Em Figueira, apesar de mais de 88% das habitações não serem revestidas, a eletrificação está concluída e mais de 52% da população possui o ensino secundário ou superior. No Morrinho, 54% dos alojamentos não têm acesso a saneamento ou duche e, embora o nível de instrução (40%) seja mais baixo, a sua dependência demográfica (53%) não está longe da média. Ambas as áreas refletem um equilíbrio instável entre vulnerabilidade estrutural e capacidade social, o que requer intervenções específicas para reforçar a sua resiliência.

Zonas com maior vulnerabilidade social

O resto do território do Maio é constituído por pequenos núcleos rurais com carências múltiplas. Alcatraz, Cascabulho e Pedro Vaz apresentam níveis muito elevados de precariedade habitacional (entre 77% e 87% sem habitação), acompanhados de rácios de dependência que ultrapassam os 60%. Em Cascabulho, 80% das casas não têm saneamento e 84% não têm duche, o que a torna uma das mais expostas a riscos sanitários e climáticos. Pedro Vaz, apesar da eletrificação quase total (97%), apresenta um baixo nível de escolaridade (28%) e um elevado nível de dependência.

Destacam-se também pela sua fragilidade Pilão Cão e Ribeira Dom João, onde, apesar da cobertura total de eletricidade e de alguns progressos educativos, subsistem deficiências nas condições de construção e um acesso muito limitado a empregos qualificados (7% e 13%, respetivamente).

Zonas sem dados ou com população mínima

Praia Gonçalo e Santo António têm populações extremamente baixas ou dados incompletos. Nestes casos, a baixa densidade implica não só uma menor oferta de serviços públicos, mas também uma maior exposição a processos de isolamento e exclusão. Este facto reforça a sua vulnerabilidade estrutural e dificulta a implementação de medidas de adaptação coletiva.

4.3.5 Sal

A ilha do Sal apresenta contrastes notáveis entre os seus núcleos populacionais em termos de condições de habitabilidade, acesso a serviços e caraterísticas socioeconómicas.

As cidades de Espargos e de Santa Maria destacam-se como os principais centros urbanos, tanto em termos de dimensão populacional como de infraestruturas. Ambas as zonas apresentam uma elevada percentagem de alojamentos com coberturas adequadas (97,5% e 96,8%, respetivamente), embora Espargos apresente uma considerável utilização de materiais de baixa resistência (50,8%). Apesar de algumas deficiências sanitárias (e.g. mais de 30% dos alojamentos sem duche em Espargos), estas zonas apresentam a maior proporção de pessoas com ensino secundário ou superior (77,7% e 79,3%) e de trabalhadores qualificados (29,5% e 32,5%), o que aponta para uma maior capacidade adaptativa. Em contrapartida, Terra Boa apresenta altos níveis de precariedade. Mais de 91% das suas habitações não têm saneamento básico adequado e quase 88% não têm duche. A pobreza estrutural desta área também se reflete nos baixos níveis de educação e emprego qualificado (60,5% da população com educação média ou superior e apenas 6,4% com empregos bem remunerados), tornando-a uma das áreas mais vulneráveis.

Palmeira e Pedra de Lume encontram-se numa situação intermédia. Embora apresentem boas taxas de cobertura de eletricidade e níveis de escolaridade aceitáveis, enfrentam desafios significativos no acesso ao saneamento (mais de 40% dos alojamentos sem chuveiro) e taxas moderadas de população vulnerável (rácio de dependência em torno dos 55%). A Murdeira apresenta um perfil algo diferente, embora com menor densidade populacional, apresenta melhores indicadores de educação (86% com ensino secundário ou superior) e emprego qualificado (59%), sugerindo uma população mais preparada para enfrentar os riscos climáticos, apesar das deficiências na qualidade da habitação (apenas 62% com revestimento adequado).

Por seu lado, Algodoeiro, apesar de ter uma população muito pequena, apresenta valores extremamente positivos em quase todos os indicadores: 99% das habitações com revestimento, 92% com eletricidade e mais de 75% com emprego qualificado, embora isto possa estar relacionado com um perfil socioeconómico muito específico ou com atividades turísticas. Finalmente, Serra Negra carece de dados completos, mas os valores disponíveis apontam para condições precárias de saneamento (96% sem duche) e para uma reduzida presença de profissionais qualificados.

4.3.6 Santiago

Santiago, a ilha mais populosa e com maior diversidade funcional de Cabo Verde, desenha um mosaico social em que os contrastes urbano-rurais são muito mais acentuados do que no resto do arquipélago. O capital adaptativo está fortemente polarizado na Praia, Assomada e Pedra

Badejo. Tem um potencial latente nos centros intermédios, se os défices de habitação forem corrigidos. Assim, as zonas periurbanas podem correr o risco de se tornarem “bolsas de precariedade” estruturais. Por outro lado, a ilha alberga um mundo rural disperso com elevada vulnerabilidade multidimensional, com casos de extrema carência. Uma estratégia de adaptação para Santiago deve, por um lado, reforçar as infraestruturas e a habitação em zonas já resilientes e, por outro, direcionar os investimentos sociais, de saúde e de emprego para o vasto tecido rural que ainda apresenta os fatores de risco mais agudos face às mudanças climáticas.

Em termos gerais, podem distinguir-se quatro tipologias de zonas cuja combinação de fatores demográficos, habitacionais e económicos determina a sua exposição e resiliência às mudanças climáticas:

1. Núcleos urbanos altamente adaptáveis

As cidades da Praia, de Assomada e de Pedra Badejo concentram a maior parte do capital humano e dos serviços da ilha. São os motores socioeconómicos da ilha; o seu desafio consiste em reduzir a precariedade da habitação e reforçar as infraestruturas de água e de saneamento para que a sua elevada capacidade social não seja pesada pelos défices de construção.

Mais de 70% da população tem o ensino secundário ou superior e cerca de um terço tem empregos qualificados. A eletrificação ultrapassa os 99% e o rácio de dependência mantém-se abaixo dos 55%. No entanto, mesmo aqui, persistem algumas fragilidades estruturais: cerca de metade das habitações não possuem materiais resistentes e entre 30 e 45% não dispõem de saneamento completo.

2. Centros intermédios com potencial de adaptação

O perfil das principais cidades como a Calheta (São Miguel), Tarrafal ou Picos (Achada Igreja), juntamente com as cidades de montanha como João Teves e as zonas periurbanas da Praia (São Francisco), é misto. O nível de escolaridade situa-se entre 55% e 65% e o emprego qualificado ronda os 15-25%. A eletrificação é quase universal, mas 60 a 80% das habitações ainda não têm coberturas adequadas e mais de metade têm um saneamento básico deficiente. Em suma, têm uma base social promissora; se as deficiências de habitação e saneamento forem resolvidas, podem tornar-se pólos de resiliência para as zonas rurais circundantes.

3. Cintura periurbana e corredores rodoviários (condições mistas)

Povoações como Rui Vaz, São Martinho Pequeno, Chão Bom ou Leitão Grande articulam a transição entre a cidade e o campo. Partilham rácios de dependência moderados e uma eletrificação quase total. No entanto, a precariedade habitacional ultrapassa os 80% em muitos deles e a ausência de duche ou cozinha é comum. O seu nível de escolaridade ronda os 45-60%, sendo o emprego formal ainda escasso. Estas zonas requerem, sem dúvida, programas específicos de reabilitação da habitação e de criação de emprego para evitar que se tornem focos de vulnerabilidade crónica às portas dos grandes centros.

4. Zonas rurais dispersas e povoações isoladas (alta vulnerabilidade)

Dezenas de “Achadas”, “Chãs” e “Matos” nos concelhos de Santa Catarina, São Domingos, Santa Cruz, São Miguel ou Ribeira Grande concentram a vulnerabilidade mais grave. Frequentemente, mais de 90% das habitações não têm telhado; o acesso ao saneamento e ao duche é inferior a 30%. Em consequência, o analfabetismo pode ultrapassar os 20% e o emprego qualificado raramente ultrapassa os 5%. A dependência demográfica é superior a 70%, o que compromete a capacidade de reação da comunidade. As pequenas aldeias costeiras (por exemplo, Porto Mosquito, Ribeira da Barca) estão expostas às inundações ou à erosão e à pesca sazonal, enquanto as aldeias de montanha (Figueira das Naus, Espinho Branco, Chã das Naus) se debatem com o isolamento geográfico e o acesso limitado às infraestruturas.

Nestes territórios, a prioridade é garantir os serviços básicos (água, saneamento, energia), reabilitar as habitações e melhorar a conectividade física e digital; esta é a única forma de reduzir a sua vulnerabilidade climática extrema.

4.3.7 Santo Antão

A ilha de Santo Antão apresenta um padrão claro de contraste urbano-rural, onde as principais cidades concentram a resiliência social e as zonas rurais apresentam os maiores défices. A habitação precária é um problema estrutural mesmo nas zonas urbanas, mas é agravado nas zonas de difícil acesso. Dito isto, algumas comunidades rurais têm um potencial de adaptação médio, que poderia ser reforçado por melhorias nas infraestruturas e na formação. Os programas de intervenção devem, por conseguinte, dar prioridade às zonas com elevada dependência demográfica, baixos níveis de educação e falta de serviços básicos.

Com base nos indicadores sociais referidos, podem distinguir-se quatro grupos que, como já foi referido, podem definir a capacidade de adaptação.

1. Grandes centros urbanos: melhor desempenho adaptativo com défices de habitação

Zonas como as cidades do Porto Novo, da Ribeira Grande, das Pombas e de Ponta do Sol apresentam os melhores indicadores em comparação com o resto da ilha. Aqui, mais de 90% das habitações não têm revestimento adequado, mas têm um nível relativamente elevado de acesso a chuveiros, instalações para cozinhar e eletricidade. Além disso, mais de 60% da população concluiu o ensino secundário ou superior e cerca de 30-37% têm empregos qualificados. Por outro lado, as taxas de analfabetismo são moderadas (cerca de 10-12%) e o rácio de dependência é inferior a 55%. Em suma, embora a precariedade habitacional seja elevada, estas zonas destacam-se pelo seu capital humano e melhor acesso a serviços, o que lhes confere uma elevada capacidade de adaptação às mudanças climáticas.

2. Núcleos semiurbanos e cabeceiras intermédias: capacidade mista com risco estrutural

Áreas como Chã de Igreja, Chã de Pedras, Janela, Garça de Cima, Campo Cao ou Fajã Domingas Benta. Estas apresentam uma elevada precariedade habitacional (entre 85%-100% de habitações sem revestimento adequado). Valores intermédios de acesso a serviços na habitação como duche ou cozinha. Em termos de educação e emprego qualificado, situam-se em níveis médios

(20-50% com ensino secundário ou superior; empregos qualificados cerca de 10-15%). Assim, estas zonas têm uma base de capital social relevante, mas precisam de uma intervenção urgente no parque habitacional e no saneamento para consolidar a sua resiliência.

3. Zonas rurais com elevada fragilidade estrutural, mas com capital social médio

Muitas localidades como Lajedos, Figueiral, Sinagoga, Pinhão, Chã de Morte, Ribeirão ou Tarrafal Monte Trigo têm percentagens muito elevadas de habitações com materiais não resistentes (em muitos casos >80%). Têm dificuldades no acesso ao duche, à cozinha e ao saneamento (com exceções). Além disso, o seu capital educativo é intermédio: entre 30-50% da população tem um nível de educação intermédio, embora o emprego qualificado seja ainda baixo. Por conseguinte, estas zonas podem ser caracterizadas como tendo um certo potencial de adaptação graças à sua base demográfica e educativa, mas a sua vulnerabilidade-exposição é elevada, especialmente devido às más condições de construção.

4. Aglomerados rurais dispersos: vulnerabilidade multidimensional elevada

Localidades como Boca de Coruja, João Bento, Lagoa II, Lombo de Figueiras, Xoxo, Figueiras ou Ribeira Alta apresentam uma precariedade extrema na habitação, com percentagens superiores a 90% de falta de revestimento ou de materiais resistentes. Neste sentido, observam-se dificuldades muito graves no acesso a saneamento, duches e cozinha, nalguns casos com valores próximos dos 100% sem estes serviços. Um elevado rácio de dependência (superior a 60% em muitos casos), um elevado analfabetismo e um emprego pouco qualificado (<10%) colocam estas zonas com os piores índices de adaptação. Pode afirmar-se que se encontram numa situação de elevada vulnerabilidade social e estrutural, sendo prioritárias as políticas de adaptação, de acesso a serviços básicos e de melhoria das infraestruturas habitacionais.

4.3.8 São Nicolau

A ilha de São Nicolau apresenta uma forte heterogeneidade territorial em termos de qualidade habitacional, acesso a serviços básicos e capital humano disponível. Esta variabilidade configura um quadro misto, onde áreas com uma base sólida de adaptação coexistem com outras que enfrentam profundas vulnerabilidades estruturais. A melhoria urgente do parque habitacional, o acesso ao saneamento nas zonas rurais, o reforço do capital humano e a atenção descentralizada aos núcleos mais pequenos e isolados são medidas gerais que melhorariam a capacidade de adaptação da ilha. De seguida, distinguem-se cinco agrupamentos de zonas:

1. Cabeceiras municipais e áreas com melhor capacidade adaptativa

A Cidade da Ribeira Brava e a Cidade do Tarrafal apresentam as melhores condições de adaptação da ilha, embora com desafios materiais significativos. Ambas apresentam níveis significativos de habilitações literárias (58%-56% da população com ensino secundário/superior) e de emprego qualificado (38% e 23%, respetivamente). Além disso, o acesso à eletricidade pública está praticamente garantido. Simultaneamente, estas localidades apresentam também elevadas taxas de precariedade habitacional: mais de 70% das habitações não têm revestimento adequado e cerca de 50% são construídas com materiais de baixa resistência. Apesar disso, o

seu capital humano e funcionalidade urbana permitem uma boa resposta adaptativa, se acompanhada de investimentos na reabilitação das habitações.

2. Zonas com condições mistas: capital social médio, défices estruturais

Zonas como Talho, Caleijão, Juncalinho, Estância de Braz, Lompelado, Campinho ou Fajã de Baixo apresentam um perfil intermédio. Estas zonas combinam um nível de instrução moderado (entre 40% e 58% com ensino secundário ou superior) e um nível de inserção laboral qualificado um pouco mais baixo (entre 9% e 19%).

No entanto, no que respeita à habitação, este grupo de zonas revela uma precariedade significativa: mais de 75% não tem revestimento adequado e uma grande parte é construída com materiais de baixa resistência. Há também deficiências no acesso ao saneamento (até 70% sem cobertura em algumas zonas) e aos chuveiros.

Dito isto, estas zonas poderiam aumentar a sua resiliência com intervenções estratégicas no domínio da habitação e do saneamento, uma vez que dispõem de uma base educativa e demográfica relativamente favorável.

3. Áreas rurais com vulnerabilidade estrutural, mas com potencial educacional emergente

Localidades como Morro Braz, Boqueirão, Carvoeiros, Carrical, Preguiça, Pico Agudo ou Queimadas representam territórios com acentuadas limitações habitacionais e deficiências no acesso a serviços (por exemplo, valores acima de 60% em habitações sem chuveiros ou saneamento). Apesar disso, apresentam um capital humano em crescimento (nalguns casos, mais de 50% da população tem o ensino secundário ou superior) e baixos níveis de analfabetismo. Este perfil torna-as áreas-chave para o desenvolvimento de políticas de consolidação da habitação e de acesso básico, como primeiro passo para uma maior resiliência.

4. Zonas altamente vulneráveis: défices múltiplos e baixo capital de adaptação

Vários aglomerados rurais, como Covoada, Porto Lapa, Palhal, Chamico, Água das Patas ou Barril, apresentam uma combinação crítica de extrema precariedade habitacional, falta de serviços (saneamento, duche, cozinha) e, em alguns casos, baixa escolaridade e elevada dependência demográfica. Na Covoada, por exemplo, 89% das habitações não têm saneamento e 96% não têm cozinha. A isto acrescem rácios de dependência superiores a 60% em várias zonas, o que fragiliza ainda mais a sua capacidade de adaptação. Nestas localidades, a intervenção deve ser urgente e multissetorial, combinando infraestruturas, educação e serviços.

5. Zonas com pouca população ou sem dados consolidados

Áreas como Ribeira dos Calhaus, Chamico, Água das Patas ou Porto Lapa têm dados incompletos ou populações mínimas, colocando desafios em termos de representatividade e prestação de serviços.

4.3.9 São Vicente

A ilha de São Vicente caracteriza-se por uma elevada concentração urbana e uma estrutura demográfica mais consolidada do que noutras ilhas do arquipélago. Embora a cidade de Mindelo, se destaque pelo seu capital humano e relativa qualidade de vida, são notáveis os contrastes com as zonas periurbanas e rurais que sofrem de défices habitacionais significativos e de um acesso limitado aos serviços básicos. Pode dizer-se que São Vicente tem uma forte capital urbana rodeada por uma área periurbana em constante crescimento que exhibe um perfil de adaptação globalmente positivo, mas profundamente desigual. O investimento em habitação segura e em serviços de saneamento nas zonas rurais; o reforço das políticas de educação e de inserção de mão de obra qualificada nas zonas intermédias e um planeamento territorial descentralizado que reduza o fosso urbano-rural pode ser medidas para melhorar a estratégia de adaptação desta ilha. Para o efeito, foram identificados três grupos de zonas:

1. Centro urbano resiliente: Cidade do Mindelo

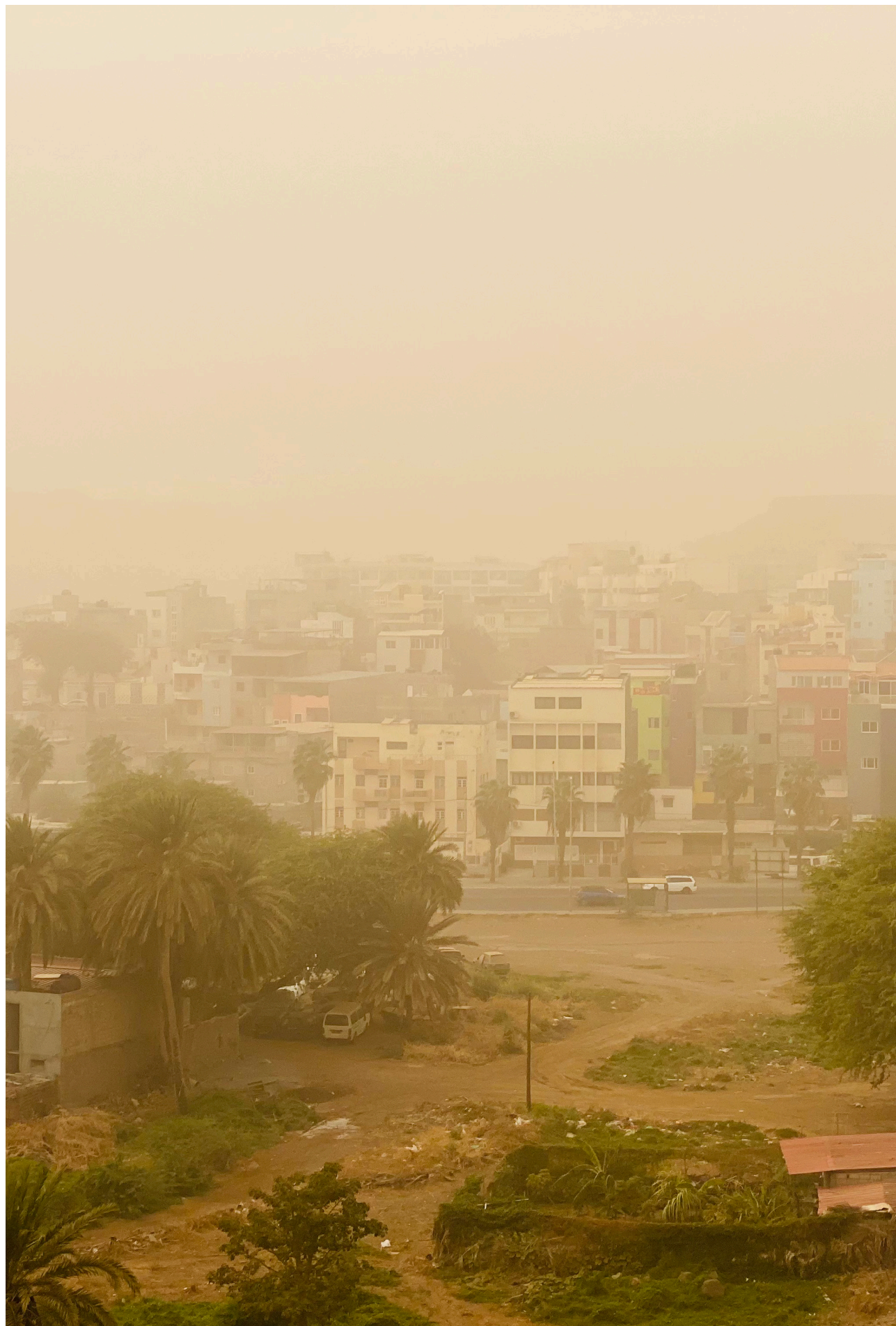
Cidade de Mindelo, como centro principal, é a zona mais resiliente da ilha. Apesar de ter 97,8% das habitações sem revestimento adequado e 43,8% construídas com materiais pouco resistentes, estes indicadores contrastam com o seu elevado desenvolvimento humano: 67% da população tem ensino secundário ou superior e cerca de 29% tem acesso a empregos qualificados. Ao mesmo tempo, a cobertura de eletricidade pública atinge 99,6% e a inserção no mercado de trabalho é generalizada. O acesso ao saneamento (63,2%) e aos chuveiros (65,2%) apresenta alguns défices, mas, no geral, a cidade tem condições sociais, económicas e educativas que favorecem a resiliência urbana.

2. Zonas periurbanas com condições mistas

Áreas como a Ribeira de Calhau, Ribeira de Julião, Ribeira de Vinha, Salamansa e São Pedro representam um perfil intermédio, onde coexistem uma estrutura educativa moderada (entre 36% e 62% com ensino superior) e um elevado acesso à eletricidade (mais de 97%). No entanto, estas zonas partilham graves problemas de habitação: mais de 90% das habitações não têm telhado e entre 50 e 73% são construídas com materiais de má qualidade. As más condições de saneamento (61-68%) e de duche (64-73%) estão associadas a rácios de dependência demográfica superiores a 48%, o que indica uma certa fragilidade estrutural parcialmente compensada pelo capital humano.

3. Zonas rurais com vulnerabilidade estrutural

Em zonas como Baía, Lameirão, Monte Verde e Norte de Baía, concentram-se as principais fragilidades adaptativas. Há menos acesso a serviços (por exemplo, Baía e Norte de Baía têm 0% de agregados familiares sem saneamento, o que sugere falta ou inexistência do sistema) e elevados níveis de dependência. Lameirão, apesar de ter 61% da sua população com ensino secundário/superior, tem 75% dos alojamentos sem saneamento e sem chuveiros, e materiais precários em quase metade das suas casas. Monte Verde, apesar de ter 100% de dependência de eletricidade e baixos níveis de analfabetismo, tem 96% das habitações sem saneamento. Essas áreas necessitam de intervenções urgentes tanto em infraestrutura básica quanto em reforço comunitário e serviços públicos.



05.

**Análise cartográfica
pormenorizada da
vulnerabilidade aos riscos
climáticos em Cabo Verde**

Os mapas a uma escala suficientemente detalhada para a análise da vulnerabilidade aos riscos climáticos apresentam pontos fortes importantes, mas também apresentam algumas limitações. Isto é afirmado no Estudo sobre a medição da vulnerabilidade climática em Cabo Verde elaborado para o Programa Ação Climática em 2023, com contribuições de várias organizações e peritos, tais como (Governo de Cabo Verde, 2023), que visa analisar os métodos de avaliação da vulnerabilidade climática aplicáveis ao contexto cabo-verdiano.

Os mapas de vulnerabilidade permitem a identificação de áreas geográficas específicas onde as comunidades, os ecossistemas e as infraestruturas estão mais expostos ou são mais sensíveis aos riscos climáticos e facilitam a comunicação visual eficaz de dados complexos relacionados com a exposição, a sensibilidade e a capacidade de adaptação. Por outro lado, ajudam os decisores a dar prioridade aos recursos e às estratégias de adaptação de acordo com as áreas mais vulneráveis, proporcionando uma abordagem espacial para identificar pontos críticos de risco e conceber intervenções direcionadas.

Tal como se pretende neste projeto, podem ser integrados nos mapas múltiplos indicadores referenciados geoespacialmente. De facto, de acordo com o estudo, os mapas são construídos através da combinação de dados quantitativos e qualitativos, tais como indicadores climáticos, socioeconómicos e ambientais. Por exemplo, sobrepondo informações como as planícies de inundação previstas e a densidade populacional para avaliar o impacto combinado destes dois fatores. Desta forma, os mapas fazem parte de metodologias integradas que combinam análises *top-down* e *bottom-up*, como mencionado no relatório acima mencionado (Governo de Cabo Verde, 2023), utilizando dados nacionais e observações locais. Neste sentido, os mapas permitem trabalhar com métodos participativos e incorporar fontes locais.

A cartografia de pormenor e a cartografia de risco são reconhecidas como ferramentas fundamentais para a compreensão e gestão da vulnerabilidade em Cabo Verde (MINAA, 2007). As principais vantagens incluem:

Visualização e Compreensão Espacial Aprimorada: Os mapas permitem apresentar visualmente os “pontos críticos” (hotspots) de vulnerabilidade, exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação em um espaço geográfico (Governo de Cabo Verde, 2023). Isto facilita a compreensão das relações espaciais e ajuda na concetualização do risco com base em dados sociais, culturais e económicos (Pacific Disaster Center, 2021). Por exemplo, o mapeamento da suscetibilidade à seca, inundações, deslizamentos de terras e incêndios florestais já foi realizado a nível municipal, mostrando áreas de risco.

Apoio à tomada de decisão e planeamento estratégico: A cartografia de perigos e vulnerabilidades serve de apoio essencial a políticos, decisores e técnicos na elaboração de planos de ordenamento do território (Mileu et al., 2014). Permite adaptar estratégias de prevenção e meios de resposta às realidades locais, definir regulamentos de construção adaptados a cada município e otimizar ações em setores como a agricultura e a gestão de recursos hídricos (Mileu et al., 2014).

Identificação de Áreas Prioritárias de Intervenção: Mapas detalhados ajudam a identificar as áreas de maior perigo e vulnerabilidade, permitindo o direcionamento da assistência (financeira e técnica) e a orientação dos investimentos para a prevenção e mitigação dos riscos. Isto é vital para as zonas costeiras, agricultura e habitação, onde a população e as infraestruturas estão mais expostas (Governo de Cabo Verde, 2023).

Monitorização e avaliação da resiliência: Os mapas criam uma base municipal para monitorizar o risco e a vulnerabilidade ao longo do tempo (Pacific Disaster Center, 2021). Isto é essencial para avaliar se as políticas de adaptação estão a reduzir a vulnerabilidade e a aumentar a resiliência (Governo de Cabo Verde, 2021).

Ferramenta de sensibilização e educação do público: O mapeamento da perigosidade pode ser utilizado como uma ferramenta de educação sobre os perigos naturais e antropogénicos existentes no arquipélago, aumentando a sensibilização do público (Mileu et al., 2014).

Integração de múltiplos fatores e setores: O mapeamento permite a integração de uma vasta gama de fatores biofísicos (temperatura, precipitação, subida do nível do mar), socioeconómicos (população, atividades económicas) e de infraestruturas (Governo de Cabo Verde, 2023). Os estudos podem gerar “mapas de risco detalhados” que combinam critérios de erosão costeira, biodiversidade, população e valor económico (MAA, 2007).).

5.1.1 Duas escalas de análise de risco (perigo, vulnerabilidade-exposição) para perigos climáticos

Tanto para a análise da vulnerabilidade como do risco, a fim de obter um mapeamento detalhado, tendo em conta as possibilidades e a disponibilidade de dados e informações disponíveis em Cabo Verde e, especificamente, neste projeto, foram desenvolvidos dois níveis de análise para a vulnerabilidade e o risco para os perigos climáticos abordados. Um nível zonal centrado na vulnerabilidade social (capacidade de adaptação) e na vulnerabilidade física (sensibilidade) e um nível de alta resolução trabalhado a um nível local preciso e participativo de levantamento no terreno dos pontos críticos de risco.

5.1.2 Mapa pormenorizado dos riscos climáticos a nível zonal

Uma primeira análise de risco pormenorizada pode ser feita à escala da zona ou do bairro, uma vez que estes apresentam geralmente características internas homogêneas que os tornam unidades de análise coerentes. Além disso, de um ponto de vista administrativo, os bairros funcionam como divisões territoriais fundamentais para a gestão e planeamento territorial, permitindo a conceção de estratégias específicas para a redução de riscos e adaptação aos impactos climáticos. Trabalhar a esta escala facilita a identificação das desigualdades intraurbanas, a priorização de intervenções em áreas críticas e o desenvolvimento de políticas mais próximas das necessidades reais da população. Desta forma, a eficácia das ações contra os riscos climáticos é reforçada a partir de uma perspetiva territorial, social e participativa.

5.1.3 Avaliação da vulnerabilidade social (capacidade adaptativa) por zonas

Para efetuar esta análise, foram utilizados os dados disponibilizados pelo INECV, incidindo sobre variáveis relacionadas com a população, edifícios, agregados e alojamentos. A partir do conjunto de dados disponíveis, procedeu-se a um processo de filtragem e seleção de variáveis, descartando aquelas que eram redundantes ou que apresentavam lacunas de informação

significativas em diversas áreas de estudo. O objetivo foi garantir a robustez e a representatividade da análise. De igual modo, é importante referir que algumas áreas não puderam ser incluídas na análise devido à total ausência de dados na informação disponibilizada pelo INECV. Finalmente, as variáveis incluídas na Tabela 1 foram selecionadas com base na sua disponibilidade e na sua relevância teórica e empírica, como tem sido amplamente apoiado na literatura científica especializada. Estas variáveis permitem abordar a vulnerabilidade a partir das suas três dimensões fundamentais: exposição aos perigos, sensibilidade ou fragilidade aos impactos e capacidade adaptativa dos territórios analisados.

Tabela 3: Variáveis utilizadas para construir o Índice de Vulnerabilidade.			
ITEM	COMPONENTE PRINCIPAL	SUBCOMPONENTE	
Exposição	Capital físico	Nº de edificações	+
	Humano	Nº de habitantes	+
Sensibilidade	Capital físico	% de moradias sem revestimento adequado	+
		% de moradias construídas com materiais pouco resistentes	+
		% de edificações em mau estado de conservação	+
		Alojamentos improvisados ou informais	+
	Socioeconómico	% de edificações utilizadas como moradia	+
	Habitação	% de moradias sem chuveiro	+
		% de moradias sem nenhum tipo de saneamento	+
		% de moradias sem cozinha	+
	Humano	% de mulheres	+
		Taxa de dependência (grupos etários vulneráveis)	+
		% da população analfabeta	+
		% da população com deficiência	+
		% da população com empregos de baixa qualificação	+
Adaptação	Habitação	% de moradias dependentes da eletricidade pública	-
		% da população com ensino secundário e superior	-
	Humano	% da população com empregos altamente qualificados e bom salário	-

A análise da variabilidade dos indicadores utilizados para medir a vulnerabilidade mostra diferenças claras entre o resto de Cabo Verde e as principais cidades, Praia e Mindelo. Nas zonas rurais, aspetos como o rácio de dependência dos grupos etários vulneráveis (0,3311) e a proporção de abrigos improvisados ou informais (0,2389) são os que apresentam maior variabilidade, indicando que estas condições marcam diferenças significativas entre as zonas menos urbanizadas. Por outro lado, nas cidades, a heterogeneidade reflete-se sobretudo em fatores relacionados com a qualidade da habitação, como a percentagem de alojamentos sem cobertura adequada (0,0956), de edifícios utilizados como habitação (0,1373) e de alojamentos dependentes de eletricidade pública (0,1290), indicando dinâmicas urbanas mais complexas em termos de infraestruturas e acesso a serviços. Estas diferenças sustentam a decisão de efetuar uma análise diferenciada entre zonas urbanas e rurais, de forma a captar com maior precisão os fatores que influenciam a vulnerabilidade em função do contexto territorial. Por outro lado, tanto o número de edifícios (0,0458 no resto e 0,0342 nas cidades) como o número de habitantes (0,0556 e 0,0306, respetivamente) têm um peso significativo, o que sublinha a sua importância na configuração da vulnerabilidade. Por outro lado, indicadores como a proporção de mulheres ou a percentagem da população com ensino secundário ou superior apresentam uma baixa variabilidade em ambos os contextos, apresentando uma distribuição mais homogénea e, por isso, sendo-lhes atribuído um peso menor no cálculo da vulnerabilidade.

Uma vez obtidos os resultados, estes revelam importantes contrastes territoriais nos níveis de vulnerabilidade social entre e dentro das ilhas. Algumas ilhas, como Santiago e Santo Antão, apresentam uma elevada concentração de zonas com índices de vulnerabilidade elevados. Em contraste, ilhas como maio, São Nicolau, Brava e Boa Vista têm maioritariamente áreas com baixos níveis do índice de vulnerabilidade. No entanto, alguns setores com níveis intermédios ou elevados são também identificados nestas ilhas, o que sublinha a existência de desigualdades internas que não devem ser ignoradas. Fogo, Sal e São Vicente apresentam padrões mais heterogéneos. Nelas coexistem áreas com valores de vulnerabilidade muito diferentes, o que aponta para configurações urbanas ou rurais complexas e para a coexistência de diferentes realidades sociais num mesmo território.

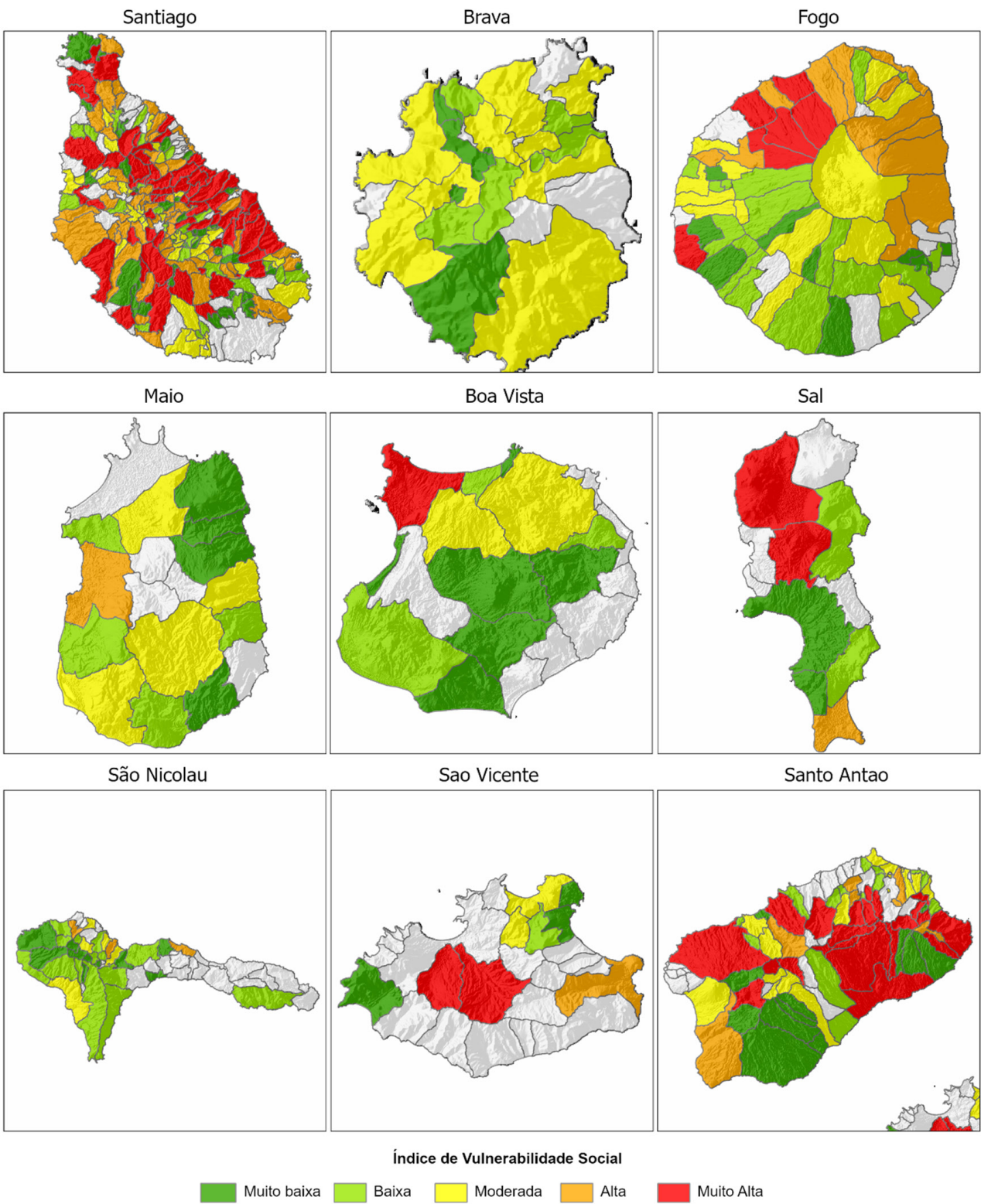
Neste sentido, a análise efetuada permitiu identificar as áreas com maiores níveis de vulnerabilidade em cada ilha de Cabo Verde. No caso do Sal, destaca-se significativamente a Vila de Palmeira, com o valor de vulnerabilidade mais elevado do conjunto. Segue-se o Tope de Caixa em São Vicente e o Telhado em Santo Antão, ambos também com valores elevados. Nas outras ilhas, as zonas mais vulneráveis são: Trindade em Santiago, Vila de Rabil na Boa Vista, Tinteira no Fogo, Vila de Juncalinho em São Nicolau, Vila de Calheta no maio e Vila de Nossa Senhora do Monte na Brava.

Tabela 4: Pesos atribuídos a cada variável.		
VARIÁVEL	RESTO CABO VERDE	PRAIA-MINDELO
Nº de edificações	0,0458	0,0342
Nº de habitantes	0,0556	0,0306
% de moradias sem revestimento adequado	0,0112	0,0956

VARIÁVEL	RESTO CABO VERDE	PRAIA-MINDELO
% de moradias construídas com materiais pouco resistentes	0,1822	0,1573
% de edificações em mau estado de conservação	0,0186	0,0581
Alojamentos improvisados ou informais	0,2389	0,0920
% de edificações utilizadas como moradia	0,0089	0,1373
% de moradias sem chuveiro	0,0224	0,0735
% de moradias sem nenhum tipo de saneamento	0,0162	0,0845
% de moradias sem cozinha	0,0349	0,0729
% de mulheres	0,0017	0,0010
Taxa de dependência (grupos etários vulneráveis)	0,3311	0,0027
% da população analfabeta	0,0080	0,0091
% da população com deficiência	0,0051	0,0040
% da população com empregos de baixa qualificação	0,0021	0,0072
% de moradias dependentes da eletricidade pública	0,0118	0,1290
% da população com ensino secundário e superior	0,0042	0,0058
% da população com empregos altamente qualificados e bom salário	0,0012	0,0054

Tendo em conta as variáveis selecionadas, foi aplicada uma análise de vulnerabilidade baseada no índice de entropia. Esta metodologia permite atribuir maior peso às variáveis que apresentam maior variabilidade entre zonas, identificando assim os fatores que realmente fazem diferenças significativas na distribuição espacial da vulnerabilidade. Por exemplo, embora a variável população tenha uma influência relevante, se o seu valor for homogêneo na maioria das zonas, a sua capacidade para discriminar níveis de vulnerabilidade será limitada. Consequentemente, o método pondera objetivamente as variáveis que contribuem com mais informação diferencial, melhorando a precisão do índice composto. Para a normalização dos dados, as dimensões de sensibilidade e exposição foram consideradas como variáveis que aumentam a vulnerabilidade (efeito positivo), enquanto a dimensão de adaptação foi considerada como tendo um efeito inverso, subtraindo vulnerabilidade à medida que os seus valores aumentam.

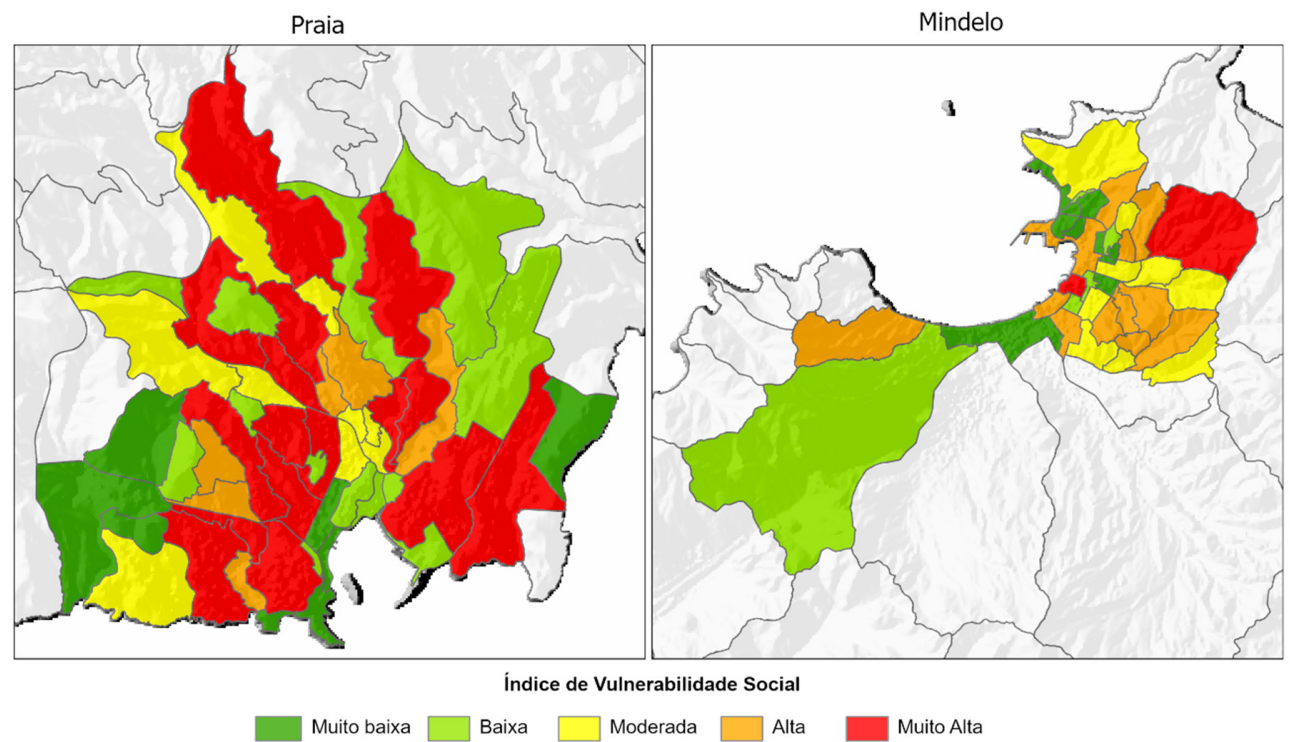
Figura 13: Níveis de vulnerabilidade social (capacidade de adaptação) por zona em Cabo Verde.



Dada a acentuada heterogeneidade socioeconómica e territorial entre as zonas rurais de Cabo Verde e as principais cidades do país – Praia e Mindelo – optou-se por fazer uma análise diferenciada para estas duas cidades. A realidade social e estrutural da Praia e do Mindelo difere significativamente do resto do país, e a sua inclusão conjunta numa única análise teria distorcido os resultados globais, diminuindo a representatividade das zonas rurais. Além disso, a análise nas cidades foi feita ao nível do bairro, aproveitando a maior disponibilidade e detalhe dos dados, enquanto para o resto do país trabalhamos ao nível da zona. Esta segmentação espacial é especialmente necessária dada a concentração populacional nas cidades, o que permite obter resultados mais precisos e mais adequados às particularidades territoriais de cada contexto. O Quadro 4 apresenta os pesos atribuídos a cada uma das variáveis.

Por outro lado, os resultados obtidos para as cidades da Praia e do Mindelo mostram uma clara diferenciação interna nos níveis de vulnerabilidade social. Na cidade da Praia, as zonas com os níveis mais elevados do índice concentram-se em setores do norte, leste e centro da cidade, onde convergem múltiplos fatores estruturais de fragilidade, enquanto os níveis mais baixos localizam-se sobretudo nas zonas mais periféricas. Destaca-se a zona de Enavi, com o valor mais elevado de vulnerabilidade registado na cidade. Em Mindelo, embora o padrão seja menos fragmentado, também se observam desigualdades, com níveis mais baixos nos setores sudoeste e valores mais elevados nas zonas leste e interior da cidade. Neste contexto, destaca-se a zona militar, com o valor mais elevado de toda a cidade, evidenciando importantes défices estruturais e sociais concentrados neste setor. Estas diferenças mostram que, mesmo dentro das principais cidades do país, existem contrastes acentuados que exigem um olhar mais detalhado à escala intraurbana para um planeamento mais eficaz e equitativo.

Figura 14: Níveis de vulnerabilidade para Praia e Mindelo (bairros).



Estes resultados confirmam a necessidade de abordar a redução da vulnerabilidade social com uma abordagem territorial específica que reconheça as diferenças locais e permita a priorização das intervenções nas áreas com maiores níveis de vulnerabilidade. A análise revelou contrastes acentuados tanto entre ilhas como no interior das principais cidades do país, refletindo as desigualdades estruturais que atravessam o território. As zonas urbanas densamente povoadas, com elevados níveis de habitação precária e acesso limitado a serviços básicos, destacam-se como pontos críticos que requerem atenção prioritária. Ao mesmo tempo, muitas zonas rurais apresentam vulnerabilidades distintas relacionadas com o isolamento, as infraestruturas deficientes e a dependência de recursos básicos. Estes resultados servem para orientar um planeamento territorial mais estratégico, bem como a conceção de ações de mitigação e prevenção adequadas, que são essenciais para reforçar a resiliência aos riscos climáticos em contextos insulares como Cabo Verde.

A análise de vulnerabilidade social desenvolvida neste estudo é uma ferramenta fundamental para avaliar a capacidade adaptativa de cada área face aos riscos climáticos, ao integrar sistematicamente as dimensões estruturais, demográficas e sociais que determinam o grau de resiliência dos territórios ao impacto dos riscos climáticos, fornecendo informação chave sobre quais as áreas com maior capacidade de resposta e adaptação a eventos climáticos extremos, e quais as que requerem atenção prioritária em termos de planeamento e políticas públicas. Em particular, a dimensão da capacidade adaptativa, integrada no índice com efeito inverso, permite a deteção diferencial dos territórios que estão mais bem preparados para enfrentar e recuperar dos impactos climáticos. Além disso, a utilização do índice de entropia para a ponderação das variáveis confere à análise uma importante objetividade técnica ao atribuir maior peso aos indicadores que explicam maiores contrastes territoriais. Isto permite que o índice de vulnerabilidade não só identifique zonas críticas, mas também reflita com precisão as desigualdades internas entre zonas rurais e urbanas, e entre bairros dentro das próprias cidades.

As variações observadas nas variáveis de sensibilidade e adaptação, como a dependência energética, o tipo de emprego ou o nível de educação, mostram claramente que a vulnerabilidade não depende apenas do grau de exposição ao risco, mas também da capacidade efetiva dos indivíduos e das comunidades para se adaptarem e superarem os impactos. Por exemplo, as zonas com níveis mais elevados de educação e emprego qualificado apresentam menor vulnerabilidade, sublinhando a relação direta entre desenvolvimento social e capacidade de adaptação. Neste sentido, a análise territorial efetuada não só identifica as áreas com maior vulnerabilidade social, como também fornece uma base empírica sólida para avaliar a capacidade de adaptação de cada unidade territorial. Isto permite orientar decisões estratégicas, priorizar investimentos e conceber medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas adaptadas às necessidades específicas de cada contexto.

Em conclusão, esta análise permite passar de uma abordagem exclusivamente reativa do risco para uma abordagem proativa da gestão territorial, que reconhece a adaptação como uma componente central da resiliência climática. Trata-se, portanto, de uma ferramenta fundamental para promover um planeamento territorial equitativo e sustentável em contextos insulares vulneráveis como Cabo Verde.

5.1.3.1 Avaliação da vulnerabilidade-exposição (sensibilidade) por zonas

O grau de suscetibilidade de um sistema ou a sua incapacidade de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo a variabilidade e os extremos climáticos, para além de ser medido em termos de adaptação, deve também incorporar formas de avaliar a sensibilidade dos elementos expostos aos impactos dos riscos climáticos. Neste sentido, uma vez avaliada a capacidade adaptativa de cada área, é utilizada uma metodologia para analisar a exposição em termos do número de elementos ou bens (população, edifícios, culturas, atividades económicas, etc.) e a sua sensibilidade de acordo com a tipologia, que é o grau em que uma espécie ou sistema é direta ou indiretamente afetado de forma positiva ou negativa, indicando a sensibilidade como uma dimensão interna de um sistema. Neste sentido, a metodologia proposta é semelhante à estabelecida para um “conceito de risco dos impactos das mudanças climáticas” no Quinto Relatório de Avaliação (IPCC, 2014). A abordagem mais utilizada para realizar uma avaliação de vulnerabilidade centra-se em metodologias baseadas em indicadores (Sharma et al., 2017), sendo que os índices variam desde características individuais, como idade, origem, rendimento, saúde ou habitação, até outros associados a características regionais específicas da sociedade, como modelo económico, densidade de construção ou infraestruturas e serviços (Yang et al., 2015).

A avaliação da vulnerabilidade deve ser entendida como um processo complexo que deve considerar múltiplas dimensões, tanto físicas como sociais, que podem ser utilizadas em conjunto para estimar os danos diretos e indiretos, ou seja, os efeitos a longo prazo do evento (Eidsvig et al., 2011). Para melhorar a precisão destas avaliações em contextos como o de Cabo Verde, a utilização de dados locais e de métodos qualitativos, incorporando o conhecimento e a experiência das comunidades locais, pode também ser fundamental na caracterização dos riscos climáticos abordados neste projeto e na formulação de estratégias de adaptação.

$$Vulnerabilidade = \frac{\sum_{i=1}^N pontuação_i \times peso_i}{\sum_{i=1}^N peso_i}$$

Tabela 5: Exemplo de matriz para análise de vulnerabilidade a partir do uso de indicadores.

PESO DO FATOR	FATOR E DIMENSÃO	TIPOLOGIA	PESO (SENSIBILIDADE)
0.3	Vias de transporte	Estrada nacional	0.4
		Estrada secundária	0.3
		Estrada terciária	0.2
0.4	Edifícios	Residencial	0.5
		Educação	0.4
		...	...

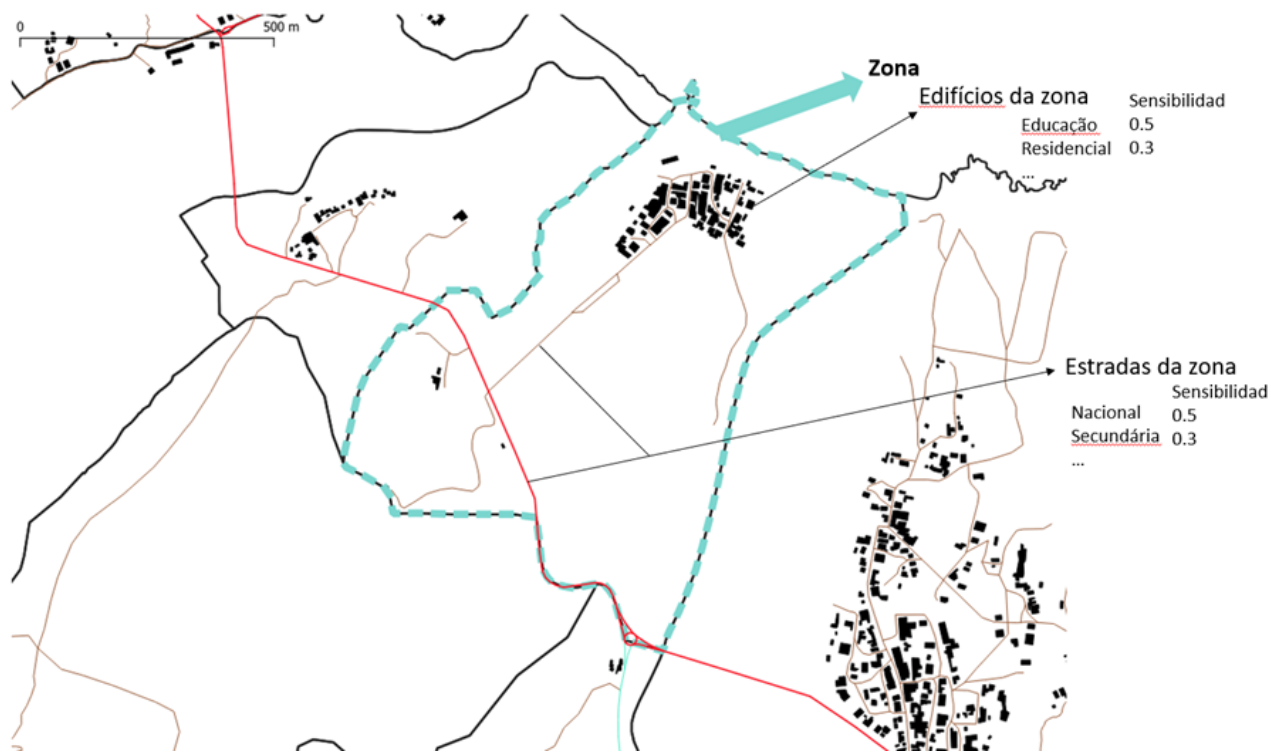
PESO DO FATOR	FATOR E DIMENSÃO	TIPOLOGIA	PESO (SENSIBILIDADE)
0.2	Agricultura	Sequeiro	0.3
		Regadio	0.5
		Pastagens áridas	0.2
		Irrigação	0.5
		...	...

Tendo em conta o exposto, propõe-se uma metodologia semi-quantitativa que combina fatores físicos relacionados com a exposição (e.g. densidade populacional, edifícios, instalações e presença de culturas) com fatores socioeconómicos relacionados com as características das mesmas (% de grupos vulneráveis, tipos de culturas, tipo de edifícios) (Quadro 5).

O mapeamento da vulnerabilidade aos riscos climáticos em Cabo Verde envolve a utilização de ferramentas estatísticas do tipo dasimétrico, que permitem a desagregação da população, dos edifícios e de algumas das suas características.

No entanto, é de notar que os mapas para a análise de risco e vulnerabilidade aos riscos climáticos podem ter limitações. Algumas destas limitações derivam da precisão espacial e dos atributos da informação processada e representada. No caso de Cabo Verde, são identificadas lacunas importantes que podem limitar a eficácia das avaliações. Além disso, a geração de mapas detalhados pode exigir recursos técnicos significativos, o que representa um desafio em áreas com capacidades limitadas. De facto, estas últimas são as principais barreiras enfrentadas pelo presente projeto. Um mapa de vulnerabilidade detalhado requer dados pormenorizados, e estes são muito difíceis de obter abaixo da escala municipal (concelho) em Cabo Verde. Neste sentido, o Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde fez um enorme esforço para fornecer dados à escala de zonas e bairros para este projeto.

Figura 15: Exemplo de valoração de vulnerabilidade exposição a escala de detalhe.



Para o cálculo da vulnerabilidade-exposição, foi utilizada uma metodologia ascendente, ou seja, cada elemento exposto (troço de estrada, edifício) é avaliado de acordo com a sua sensibilidade aos diferentes riscos climáticos. Para além disso, a população foi transferida das zonas estatísticas para os polígonos de edifícios residenciais. Desta forma, os cálculos de exposição-vulnerabilidade, bem como a análise de risco subsequente, são efetuados a uma escala muito precisa e depois agregados à zona. A Figura 15 mostra uma zona da ilha de Santiago (a verde tracejado) que será a unidade final de representação da vulnerabilidade e do risco, mas que, no entanto, resulta de um processo de agregação de informação, ou seja, se se quisesse, a análise poderia ser efetuada noutra unidade mais pequena que a zona. A decisão de utilizar a zona ou o bairro (grandes cidades) está relacionada com a utilização desta informação numa eventual estratégia de mitigação ou adaptação aos riscos climáticos.

Um aspeto importante desta avaliação são os elementos que são avaliados para cada ilha. Por exemplo, na Boa Vista, os serviços de turismo serão de particular importância, enquanto nos Mosteiros (Fogo), a agricultura é mais importante. Para alguns elementos, como a sociodemografia e as vias de comunicação, bem como para as culturas, é possível, na maioria dos casos, dispor de informações geográficas com uma certa homogeneidade. É claro que, no caso dos dados sociodemográficos, como já foi demonstrado, estes foram submetidos a um processo estatístico de desagregação.

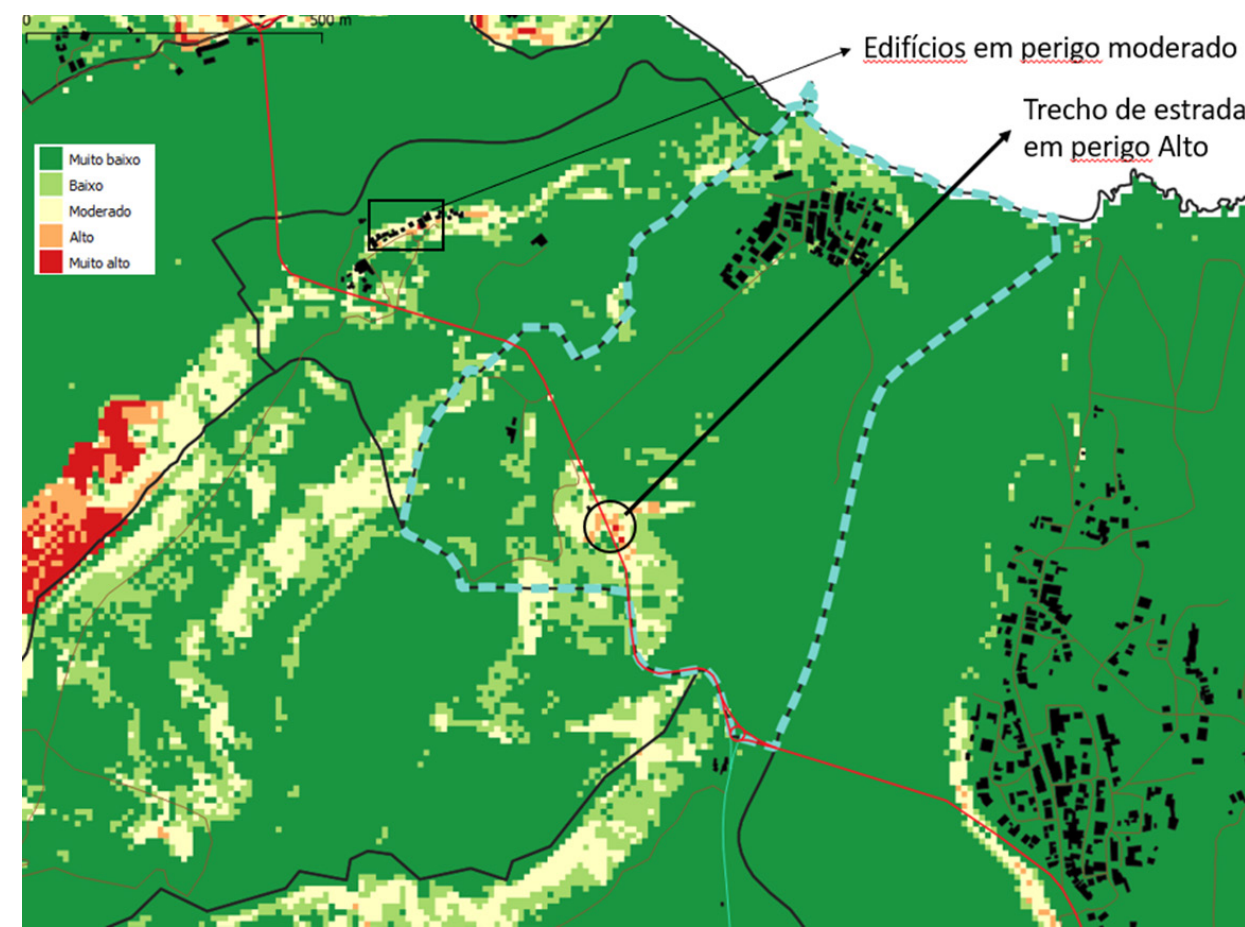
Todos estes elementos foram avaliados no que respeita à sua sensibilidade global aos riscos climáticos e, além disso, foram ponderados de acordo com a sua importância. Os resultados são agregados com base na cartografia de zonas e bairros fornecida pelo INGT. O produto serve para detetar zonas geográficas a uma escala útil para a tomada de decisões e para a deteção de áreas vulneráveis em cada um dos territórios insulares e municipais do arquipélago.

5.1.3.2 Avaliação inicial dos riscos por zonas e por perigos

Uma vez calculada a vulnerabilidade-exposição (sensibilidade) dos elementos em risco (edifícios, estradas, etc.), calcula-se o risco em função dos níveis de perigo a que cada elemento está sujeito. Posteriormente, calcula-se de forma agregada o risco total para cada zona analisada. Desta forma, embora o risco seja representado ao nível da zona, os cálculos do impacto provável do perigo são calculados de forma muito precisa e com base nos elementos que podem efetivamente ser afetados. Esta metodologia tem também a vantagem de a análise poder ser repetida em qualquer altura para qualquer outra unidade espacial, por exemplo, uma célula, um município ou uma freguesia.

O último passo no cálculo do risco é feito incorporando na equação o valor da vulnerabilidade social (capacidade adaptativa) previamente estimado para cada zona. Desta forma, obtém-se um mapa de risco climático por zona.

Figura 16: Exemplo de cálculo do risco de movimento de vertente a nível zonal.



5.1.3.3 Avaliação do risco total ao nível da zona

O último passo no cálculo do risco é feito incorporando na equação o valor da vulnerabilidade social (capacidade adaptativa) previamente estimado para cada zona (ver página 66 para a vulnerabilidade social). Desta forma, obtém-se um mapa de risco climático por zona.

5.1.4 Levantamento participativo no terreno dos pontos críticos de risco

A metodologia proposta para a identificação e avaliação de riscos climáticos e perigos naturais, detalhada acima, foi aplicada durante a campanha de trabalho de campo realizada em Cabo Verde entre 10 e 21 de setembro de 2024 e entre 15 e 25 de maio de 2025 (Figura 13). Este esforço, desenvolvido em colaboração entre a equipa de investigação da Universidade de La Laguna (ULL) e o Instituto Nacional de Gestão do Território (INGT), centrou-se nas ilhas de Brava, Fogo, Santiago, São Vicente e Santo Antão. A metodologia e os resultados deste estudo podem ser consultados no ANEXO I deste trabalho.

Figura 17: Trabalho de campo com instituições locais em diferentes ilhas.





06.

**Recomendações técnicas
para a transferência de
conhecimento e dados**

Esta seção centra-se no estabelecimento das bases para uma transferência eficaz de conhecimento e dados para as partes interessadas locais em Cabo Verde, com o objetivo de garantir um processo contínuo e sustentável de mapeamento e avaliação de perigos naturais. Para atingir este objetivo, é detalhada uma metodologia adequada que integra abordagens técnicas e participativas, promovendo a elaboração, atualização e validação constante do mapeamento e análise de riscos. Esta abordagem multidimensional procura não só otimizar a gestão dos dados e do conhecimento, mas também reforçar as capacidades técnicas e institucionais, garantindo que os resultados estão alinhados com as necessidades reais das comunidades e com os desafios colocados pelas mudanças climáticas. De seguida, descrevem-se os passos fundamentais desta metodologia e as recomendações técnicas para a sua implementação.

6.1 Metodologia proposta

A identificação exata e eficaz dos riscos climáticos, perigos naturais e vulnerabilidade das comunidades locais em Cabo Verde requer uma abordagem multidisciplinar que integre dados técnicos de observações no terreno, análise geoespacial e modelação climática, com uma forte colaboração interinstitucional e comunitária para garantir a participação ativa das entidades locais, agências técnicas e sociedade civil. Como Estado insular em desenvolvimento, Cabo Verde está altamente exposto aos impactos das mudanças climáticas e enfrenta grandes desafios decorrentes da sua vulnerabilidade geográfica, disponibilidade limitada de recursos hídricos e dependência de setores económicos frágeis como a agricultura, as pescas e o turismo. A interação destes fatores não só aumenta a suscetibilidade do território, como também aumenta os efeitos de eventos extremos, como secas prolongadas, chuvas torrenciais, movimentos de vertente, erosão costeira e subida do nível do mar.

A análise de risco com o objetivo de produzir um mapa detalhado de cada um destes riscos climáticos baseia-se na obtenção de uma série de dados que possam apoiar este exercício de análise detalhada. Assim, o esquema de requisitos de dados foi organizado para obter dados geoespaciais que permitissem a caracterização de perigos, exposição e vulnerabilidade (sensibilidade e capacidade de adaptação) para uma unidade de análise pelo menos até ao município. Assim, por um lado, foram estabelecidos os dados geográficos físicos básicos que são úteis para a caracterização cartográfica dos riscos climáticos e, por outro, os dados de exposição e vulnerabilidade. Em ambos os casos, são indicadas as organizações às quais os dados foram solicitados.

Figura 18: Dados físicos geográficos vinculados a perigos climáticos.

DADOS FÍSICOS	PERIGOS CLIMÁTICOS	ORGANIZAÇÕES CONSULTADAS
Chuva diária (30 anos)	Cheias/inundações, secas, movimentos de vertente	INMG, EU. Copernicus
Chuva horaria ou 10' (30 anos)	Cheias/inundações, movimentos de vertente	INMG, EU. Copernicus
Temperatura diária, mean, max, min (30 anos)	Secas, incêndios florestais, ondas de calor	INMG, EU. Copernicus

DADOS FÍSICOS	PERIGOS CLIMÁTICOS	ORGANIZAÇÕES CONSULTADAS
Umidade diária, mean, max, min (30 anos)	Secas, incêndios florestais, ondas de calor	INMG, EU. Copernicus
Modelo Digital de Elevações (5m)	Cheias/inundações, secas, incêndios florestais, movimentos de vertente, erosão do solo, ondas de calor, tempestades marinas, subida do nível do mar	INGT
Bacias hidrográficas, drenagem	Cheias/inundações, secas, movimentos de vertente, tempestades marinas	INGT, ULL
Vegetação	Incêndios florestais, movimentos de vertente, tempestades marinas, erosão do solo	EU. Copernicus
Litologia ou geologia	Cheias/inundações, deslizamentos (cheias), Tempestades marinas, erosão do solo	INGT
Batiometria	Tempestades marinas, subida do nível do mar	I.H. de Portugal, EU Marine Observation (EDMO).

Como parte das ações relacionadas com a conceção do esquema de solicitação de dados destinado a solicitar informações a diferentes organizações, é organizada uma exploração bibliográfica de estudos, documentos, relatórios e relatórios relacionados com as mudanças climáticas e os riscos em Cabo Verde a todos os níveis. Para além dos documentos de referência acima mencionados, foram identificados 34 documentos de interesse, dos quais 9 se referem às mudanças climáticas em Cabo Verde, 1 ao perigo de desertificação e 24 aos riscos climáticos, dos quais as inundações são os mais frequentemente mencionados.

Para abordar esta realidade complexa, é imperativo implementar uma metodologia estruturada e holística que englobe todas as dimensões do risco: identificação e caracterização do perigo, avaliação da vulnerabilidade e análise da capacidade de adaptação das comunidades. Esta abordagem deve integrar:

6.1.1 Recolha de dados qualitativos e quantitativos

Este processo inclui a integração de análises técnicas, observações no terreno e a recolha de inventários de acontecimentos extremos passados, com destaque para os pontos críticos e as vulnerabilidades. Isto é feito com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para cartografia detalhada e análise espacial avançada. Estas análises requerem dados precisos que abranjam as séries temporais mais longas possíveis, tais como registos instrumentais de estações meteorológicas, incluindo dados de precipitação e séries de temperatura e humidade relativa. A disponibilidade de séries temporais longas e homogêneas é essencial para detetar tendências e variabilidade climáticas, facilitando a identificação de padrões de risco e a avaliação detalhada das áreas mais expostas a fenómenos naturais e climáticos. No entanto, a obtenção destas séries de dados nem sempre é possível devido à escassez de registos contínuos, a limitações nas infraestruturas de monitorização ou a interrupções na recolha de dados em determinadas áreas. Além disso, o acesso a estes registos pode ser restringido por políticas institucionais que limitam a disponibilidade pública dos dados, pela falta de protocolos claros de partilha de informação ou pela existência de barreiras administrativas e legais que dificultam a utilização dos dados por terceiros. Para ultrapassar estas deficiências, é necessário recorrer a

dados de satélite e a séries de reanálise, como as fornecidas por projetos internacionais de referência. Entre estes, destacam-se o ERA5 e o ERA5-Land, desenvolvidos pelo Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMWF). Estas bases de dados fornecem informações climáticas e geoespaciais de alta resolução, baseadas num processo de reanálise que combina observações históricas com modelação avançada. Estas ferramentas são essenciais para ultrapassar as limitações dos dados instrumentais, permitindo a integração de dados de elevada precisão, a identificação de padrões de risco e a avaliação detalhada das áreas mais expostas e vulneráveis a fenómenos naturais e climáticos.

No presente projeto, através de uma atividade de formação coordenada entre o INGT e a ULL, é feito o contacto para a recolha de diferentes tipos de dados e informação, ver Quadro 7 e Quadro 8 como exemplos.

Figura 19: Dados de localização e descrição básica de elementos vulneráveis.		
DADOS FÍSICOS	PERIGOS CLIMÁTICOS	ORGANIZAÇÕES CONSULTADAS
Edificação	Hospitais/Centros de saúde	INGT
	Proteção Civil	INGT
	Albergues	INGT
	Escolas	INGT
	Centros desportivos	INGT
	Estabelecimentos Hoteleiros	INGT
	Conselhos municipais e instituições	INGT
	Posto Policial	INGT
	Comércios	INGT
Redes e nodos	Rede rodoviária urbana	INGT
	Rede rodoviária geral	INGT
	Rede elétrica (alta e média	INGT
	Transformadores elétricos e centrais	INGT
	Rede de abastecimento de água	INGT
	Depósitos de água	INGT
	Poços (água subterrânea)	INGT
	Estação de tratamento da água	INGT
	Portos, aeroportos, heliportos	INGT

DADOS FÍSICOS	PERIGOS CLIMÁTICOS	ORGANIZAÇÕES CONSULTADAS
Outros elementos de interesse	Plantações segundo o tipo	INGT
	Áreas naturais protegidas	INGT
	Bens de interesse cultural e patrimonial	INGT

Tabela 6: Dados socioeconómicos vinculados à vulnerabilidade (sensibilidade e capacidade de adaptação)	
Fonte: INGT, ULL	
DADOS SOCIOECONÓMICOS	ORGANIZAÇÕES CONSULTADAS
População (residentes presentes)	INE-CV
População (etários/sexo)	INE-CV
Alojamentos coletivos	INE-CV
Agregados familiares	INE-CV
Aptidão para ler e escrever	INE-CV
Situação perante a frequência escolar	INE-CV
Nível de instrução	INE-CV
Incapacidade (tipo, grau...)	INE-CV
Número de Edifício segundo o tipo de utilização	INE-CV
Número de Edifício segundo o número de piso	INE-CV
Número de Edifício segundo a época de construção	INE-CV
Número de Edifício segundo revestimento, materiais	INE-CV
Número de alojamento por edifício	INE-CV
Número de Edifício segundo material no pavimento (chão)	INE-CV
Tipo de alojamento familiar	INE-CV
Forma abastecimento de água	INE-CV
Alojamentos com eletricidade-iluminação	INE-CV
Alojamentos com sistema sanitário (letrina, águas residuais, lixo...)	INE-CV
Alojamentos com cozinha	INE-CV
Alojamentos segundo sistema do propriedade	INE-CV
Agregados familiares segundo grupos de profissão	INE-CV
Índice de GINI (outros índices da pobreza)	INE-CV

Todos os dados recolhidos podem ser armazenados num centro partilhado. O Quadro 8 mostra como este diretório foi organizado para efeitos do presente trabalho.

Tabela 7: Organização do repositório (o nome atual da pasta não é apresentado, mas sim o seu significado)		
PASTA	SUBPASTA	DESCRIÇÃO
Dados geográficos básicos	Mapas topográficos	Representações detalhadas do relevo terrestre, incluindo altitude e formas do terreno.
	Modelos digitais de elevação	Modelos numéricos que representam a elevação do terreno em relação ao nível do mar.
	Batimetria	Dados de profundidade de corpos d'água para análise de leitos e topografia submersa.
	Limites administrativos	Delimitações de fronteiras administrativas, como estados, municípios e regiões.
	Mapas de relevo	Representações visuais das elevações e depressões do terreno em uma área específica.
	Toponímia	Dados sobre os nomes geográficos de locais, como cidades, rios e montanhas.
	Imagens	Fotografias aéreas e imagens de satélite para análise visual geográfica.
Dados climáticos	Temperatura	Informações sobre variações de temperatura em diferentes regiões e períodos.
	Precipitação	Dados sobre quantidade e distribuição de chuvas, incluindo padrões sazonais e anomalias.
	Vento	Informações sobre velocidade e direção dos ventos para estudos atmosféricos e modelagem climática.
	Humidade	Dados de níveis de humidade atmosférica, fundamentais para análise de conforto e agricultura.
	Poeira em suspensão	Informações sobre partículas suspensas no ar, relevantes para a qualidade do ar e saúde pública.
	Caraterização climática	Análise dos principais padrões climáticos e suas variações em uma determinada região.
	Estudos e trabalhos prévios	Documentação de pesquisas anteriores que exploram dados e tendências climáticas na área de estudo.
Perigos climáticos	Inundações	Informações sobre ocorrências e riscos de inundações em áreas vulneráveis.
	Movimentos de encosta	Dados sobre deslizamentos e movimentos de terra em regiões de risco.
	Ondas de calor	Análise de eventos de ondas de calor, incluindo impacto e frequência.
	Secas	Informações sobre períodos de seca e suas implicações para a agricultura e o meio ambiente.
	Tempestades Marítimas	Dados sobre tempestades costeiras, incluindo intensidade e efeitos nas regiões costeiras.

PASTA	SUBPASTA	DESCRIÇÃO
Perigos climáticos	Elevação do nível do mar	Projeções e dados históricos sobre a elevação do nível do mar e seus impactos.
	Estudos e trabalhos prévios	Pesquisa e documentação anteriores sobre perigos climáticos na região.
Vulnerabilidade	Exposição	Avaliação da exposição de diferentes áreas e populações aos riscos climáticos.
	Vulnerabilidade ambiental	Dados sobre a sensibilidade dos ecossistemas locais às mudanças climáticas e eventos extremos.
	Vulnerabilidade económica	Análise dos impactos financeiros e económicos de eventos climáticos extremos.
	Vulnerabilidade social	Estudo da vulnerabilidade de populações específicas e comunidades aos riscos climáticos.
	Dados de saúde	Informações sobre efeitos climáticos na saúde pública e dados de incidência de doenças relacionadas.
	Estudos e trabalhos prévios	Revisão de estudos anteriores sobre vulnerabilidade social, económica e ambiental.
Mudanças climáticas	Projeções climáticas	Previsões de mudanças climáticas futuras, com base em modelos e cenários diferentes.
	Mitigação	Estratégias e medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e limitar o impacto climático.
	Adaptação	Ações e políticas para adaptar infraestruturas e comunidades às mudanças climáticas previstas.
Riscos climáticos	Estudos e trabalhos prévios	Pesquisa e documentação anteriores sobre mudanças climáticas e suas implicações.
	Inundações	Dados e informações sobre riscos de inundações em áreas específicas, com base em projeções climáticas.
	Movimentos de encosta	Dados e informações relativos al análise de riscos de deslizamentos e erosão em áreas vulneráveis.
	Ondas de calor	Dados e informações sobre análise de riscos de ondas de calor e seus possíveis impactos.
	Secas	Dados e informações sobre análise de riscos de secas prolongadas.
	Tempestades Marítimas	Dados e informações relativos a análise de risco de tempestades marítimas e seu impacto em áreas costeiras.
	Elevação do nível do mar	Dados e informações sobre estudo dos riscos associados ao aumento do nível do mar para infraestrutura e comunidades costeiras.
	Estudos e trabalhos prévios	Documentação de pesquisas anteriores sobre riscos climáticos em regiões específicas.
	Literatura global	Artigos e documentos científicos sobre riscos e mudanças climáticas em um contexto global.
	Trabalhos locais	Estudos e relatórios focados em riscos e mudanças climáticas em contextos regionais específicos.

PASTA	SUBPASTA	DESCRIÇÃO
Trabalho de Campo	2024 Fogo, Brava, Praia	Coleta de dados de campo e observações climáticas em áreas específicas para o ano de 2024.
Normativas e legislação	Mudanças climáticas	Regulamentação e políticas nacionais e internacionais sobre mudanças climáticas.
	Riscos climáticos	Normas e políticas relacionadas à gestão de riscos climáticos.
Documentos de progresso do projeto	Relatórios	Relatórios regulares de progresso detalhando as atividades e marcos do projeto.
	Avanços parciais	Atualizações pontuais sobre o andamento do projeto e suas atividades.
Gestão de dados	Documentos de comunicação	Registos de comunicação interna e externa sobre o projeto.
		Documentação das decisões e discussões realizadas nas reuniões do projeto.

6.1.2 Recolha de dados qualitativos e quantitativos

Estas avaliações combinam aspetos físicos, socioeconómicos e ambientais para identificar os principais perigos (naturais e antropogénicos), os riscos associados e os fatores que contribuem para o seu desencadeamento e evolução.

Aspetos físicos: Centram-se na identificação e análise dos processos naturais que geram os perigos. Incluem estudos pormenorizados da geomorfologia, geologia, caraterísticas do solo, hidrologia e processos atmosféricos que podem influenciar a ocorrência e a magnitude de fenómenos extremos.

Aspetos socioeconómicos: A avaliação da exposição e vulnerabilidade das populações aos perigos identificados envolve a análise de fatores como a distribuição demográfica, a densidade populacional nas zonas de risco, a qualidade das infraestruturas, as atividades económicas predominantes e a capacidade de resposta institucional e comunitária. É dada especial atenção aos grupos sociais vulneráveis, como as comunidades instaladas em ravinas, zonas costeiras ou áreas com acesso limitado a serviços básicos. Esta análise inclui também o potencial impacto económico das catástrofes em setores-chave como a agricultura, o turismo e as pescas, que são fundamentais no contexto de Cabo Verde.

Aspetos ambientais: Os riscos naturais e antropogénicos podem ter um impacto significativo nos ecossistemas locais. A avaliação da dinâmica ambiental implica considerar a degradação dos solos, a perda de biodiversidade, a desertificação e a pressão sobre os recursos hídricos. Além disso, as atividades humanas, como a desflorestação, a urbanização não planeada e a extração intensiva de recursos, acuam como desencadeadores ou amplificadores de riscos, alterando os equilíbrios naturais e aumentando a frequência e a intensidade dos acontecimentos adversos.

Identificação de perigos antropogénicos: Para além dos perigos naturais, é crucial identificar os perigos decorrentes das atividades humanas, como a poluição dos recursos hídricos, a má gestão dos resíduos, a construção em zonas de risco ou o fogo posto. Estes fatores não só geram riscos diretos, como também intensificam os riscos naturais existentes, modificando as condições físicas e ambientais do território.

Fatores desencadeantes e evolução do risco: As avaliações devem incluir uma análise aprofundada dos fatores que contribuem para o desencadeamento de eventos adversos, tais como a alteração dos padrões de utilização dos solos, o crescimento da população que leva à fixação em áreas expostas a perigos naturais, os efeitos cumulativos das alterações climáticas e a falta de medidas de atenuação ou adaptação. Esta análise permite prever a evolução dos riscos ao longo do tempo e conceber estratégias de adaptação e atenuação mais eficazes.

6.1.3 Avaliação da vulnerabilidade

Determinação da suscetibilidade de cada área aos impactos climáticos, identificando os setores, infraestruturas e grupos sociais mais expostos e menos resilientes aos riscos climáticos. Esta análise tem em conta tanto a sensibilidade dos elementos expostos como a sua capacidade de adaptação, prestando especial atenção às comunidades localizadas em zonas críticas como ravinas, leitos de ribeiras e zonas costeiras. Para mais pormenores, ver secção 3.

6.1.4 Cooperação e coordenação com as instituições locais

A colaboração entre instituições, agências técnicas e comunidades locais é um pilar fundamental para enfrentar eficazmente os riscos climáticos. Assegurar a transferência de conhecimentos e a partilha de dados e informações essenciais entre os diferentes intervenientes maximiza as competências e capacidades específicas de cada um, otimizando a resposta aos desafios climáticos. A cooperação interagências não só facilita o planeamento integrado e sustentável, como também promove a criação de sinergias para a sensibilização, o planeamento estratégico e a gestão eficaz dos riscos. As comunidades locais, enquanto principais beneficiários e intervenientes ativos neste processo, devem ser envolvidas de forma proactiva, contribuindo com o seu conhecimento do território e as suas experiências de fenómenos extremos. Da mesma forma, o reforço das capacidades técnicas e institucionais é essencial para garantir uma gestão coordenada. Isto inclui a implementação de programas de formação especializados, campanhas de sensibilização adaptadas ao contexto local e a criação de plataformas acessíveis para o intercâmbio de informações. Estas ações não só melhoram a compreensão dos riscos climáticos e a adoção de boas práticas de adaptação, como também garantem que as estratégias desenvolvidas são inclusivas e estão alinhadas com as necessidades reais das comunidades vulneráveis. Portanto, trabalhar de forma coordenada, fornecendo informações relevantes e específicas de cada área de competência, é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de redução e mitigação dos riscos climáticos.

Desta forma, a metodologia proposta permite não só a identificação eficiente dos perigos naturais e riscos climáticos, mas também a formulação de estratégias adaptativas e medidas de mitigação alinhadas com os planos nacionais e internacionais de desenvolvimento sustentável

e redução do risco de catástrofes. Esta abordagem de colaboração não só reforça a resiliência a longo prazo das comunidades e instituições locais, como também contribui para a proteção dos recursos naturais e para o desenvolvimento sustentável no contexto das crescentes mudanças climáticas.

6.1.5 Recomendações técnicas para a transferência de conhecimentos e dados

A transferência eficaz de conhecimentos e dados para os atores locais em Cabo Verde é essencial para garantir a sustentabilidade dos esforços de mapeamento e das avaliações de risco em curso. Para o efeito, recomenda-se:

Padronizar os protocolos de recolha e gestão de dados: estabelecer quadros claros para a aquisição, armazenamento e partilha de informações sobre o clima e os riscos, assegurando a interoperabilidade dos sistemas entre entidades locais e nacionais.

Reforçar as capacidades técnicas locais: através de programas de formação contínua para os agentes locais, técnicos municipais e pessoal da proteção civil, centrados na utilização de ferramentas SIG, interpretação de dados de satélite e modelação climática.

Fomentar parcerias com organizações internacionais: para aceder a bases de dados globais e beneficiar do intercâmbio de experiências e boas práticas na avaliação e gestão dos riscos climáticos.

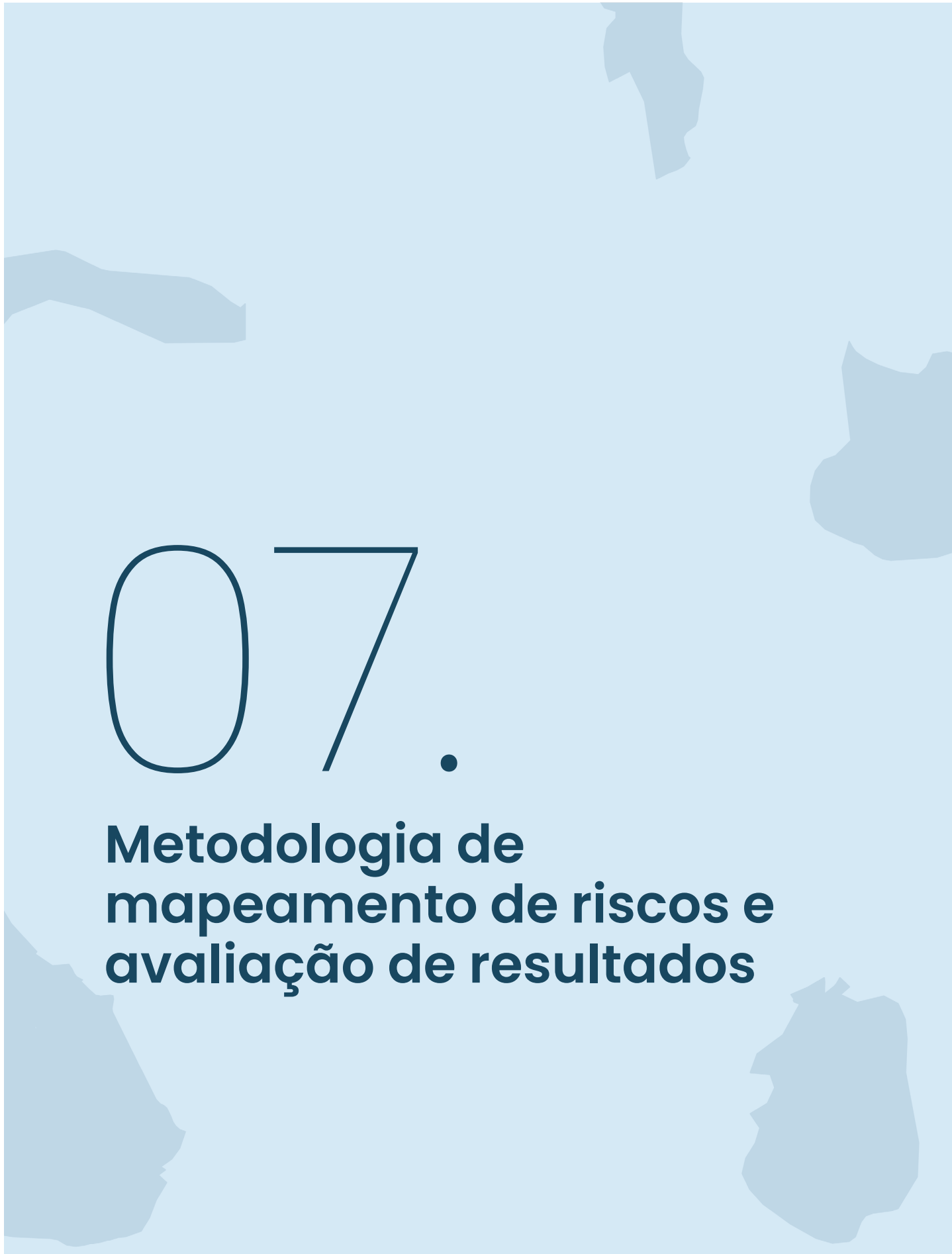
Criar um repositório de dados centralizado e acessível: Integrando dados históricos, observações atuais e projeções futuras, permitindo que as entidades locais e nacionais atualizem mapas e avaliações de risco numa base contínua.

Promover plataformas de colaboração participativa: onde as comunidades locais possam contribuir com conhecimentos e experiências tradicionais sobre fenómenos e riscos climáticos, complementando a análise técnica com perspetivas sociais e culturais.

Implementar sistemas de monitorização e de alerta precoce: combinando sensores locais com dados de satélite em tempo real para garantir uma resposta atempada a fenómenos extremos.

Avaliar e atualizar regularmente as metodologias: assegurar que os processos de análise e transferência de conhecimentos acompanham os avanços tecnológicos e as mudanças nas condições climáticas.

Através destas ações, Cabo Verde será capaz de manter um processo dinâmico e contínuo de avaliação de riscos, garantindo não só a segurança das suas comunidades, mas também a sustentabilidade do seu desenvolvimento face aos desafios das mudanças climáticas.



07.

Metodologia de mapeamento de riscos e avaliação de resultados

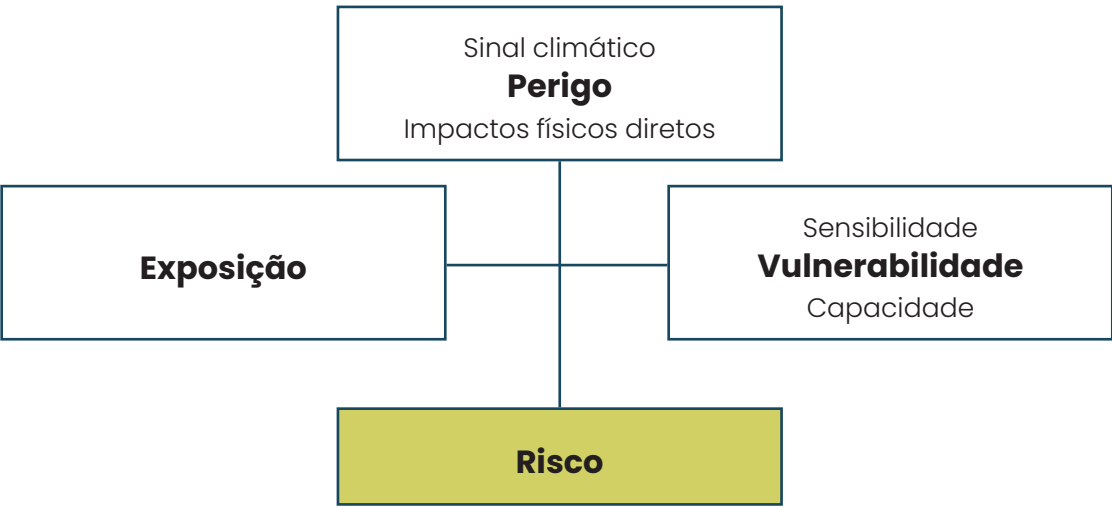
Nesta secção, as diferentes metodologias seguidas e utilizadas para a elaboração dos diferentes mapas de vulnerabilidade, perigo e risco climático para Cabo Verde serão descritas em pormenor.

7.1 Conceitos metodológicos gerais para o mapeamento de riscos

De acordo com o objetivo principal do projeto, é estabelecido um quadro metodológico geral para a elaboração de uma cartografia detalhada dos riscos climáticos em Cabo Verde. Para o efeito, apresenta-se primeiro uma série de orientações técnicas e metodológicas gerais para facilitar a caracterização da vulnerabilidade e a análise da exposição, bem como a identificação e o estudo dos principais riscos climáticos. Estas recomendações terão como objetivo otimizar o rigor e a utilidade da cartografia de risco para a sua aplicação no planeamento territorial e na gestão de emergências climáticas no arquipélago.

A metodologia geral para a análise de risco baseia-se na inter-relação entre perigo, exposição e vulnerabilidade (Figura 17), e pode ser aplicada de forma semelhante a diferentes riscos climáticos. No entanto, os cálculos dos períodos de retorno, a excedência e outros aspetos, tais como os fatores de zonagem de perigo e os que determinam a vulnerabilidade-exposição, podem variar de acordo com a natureza específica do risco que está a ser analisado, como será discutido mais adiante. Neste sentido, deve ter-se em conta que as avaliações do risco climático e da vulnerabilidade são um processo complexo que integra múltiplas dimensões e metodologias (quantitativas, qualitativas, integradas, orientadas por peritos, lideradas pela comunidade ou mesmo uma combinação de todas elas). A decisão sobre o tipo de análise da vulnerabilidade (a sua escala, métodos e dados) deve, no entanto, ser determinada pelo objetivo da avaliação. Os recursos disponíveis, o tempo, as competências e os dados são fatores essenciais que influenciarão a escolha da metodologia ou das abordagens de avaliação dos riscos. Devido aos recursos disponíveis e aos dados apresentados noutra parte do documento para o mapeamento, é proposta uma metodologia sequencial baseada em quatro etapas, tal como já foi feito e proposto em estudos semelhantes para a mesma área de estudo (Governo de Cabo Verde, 2023).

Figura 20: Componentes da Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas e Risco Climático (Fonte: D’Haeyer et al., 2023)



7.1.1 Etapa 1. Identificação de ameaças

Para estimar adequadamente o risco, é essencial primeiro ter uma compreensão exata dos perigos a que uma comunidade está exposta. No contexto deste projeto, centrar-nos-emos nos perigos que estão diretamente ligados a eventos climáticos, incluindo ondas de calor, secas, inundações, movimentos de encostas, tempestades marítimas e subida do nível do mar. A caracterização destes riscos deve ser tão ampla e abrangente quanto possível para captar toda a gama de possíveis impactos.

Tal como sugerido pelo Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas –PIAC, nos seus últimos relatórios de avaliação, a identificação eficaz dos riscos climáticos deve ter em conta tanto os acontecimentos históricos registados como as projeções de condições extremas futuras, utilizando uma combinação de análise estatística de variáveis-chave (como a temperatura e a precipitação) e de modelização preditiva. Esta metodologia permite a deteção de padrões e o estabelecimento de probabilidades de ocorrência e intensidade de eventos climáticos extremos, o que é essencial para estimar o seu potencial impacto na região de Cabo Verde. Para a análise de perigos, recomenda-se a utilização de fontes primárias, que são geralmente derivadas de dados climáticos e físicos, tais como relevo, geologia ou geomorfologia. No entanto, é comum que certos territórios, especialmente em escalas de análise mais pequenas (por exemplo, a nível municipal), possam ter lacunas de informação ou dados insuficientes. Para colmatar estas limitações, é fundamental recorrer a informação qualitativa, como dados históricos ou “proxy data”, que, embora de complexo tratamento estatístico, são extremamente úteis na deteção de eventos de elevada intensidade e longo período de retorno.

Mesmo com estes métodos estatísticos e históricos, podem persistir lacunas, nomeadamente na identificação de perigos com intensidades máximas. Para colmatar estas lacunas, sugere-se a utilização do método geográfico de análise, que tira partido do conhecimento profundo do território e permite complementar de forma dedutiva a falta de dados em áreas específicas através da observação de processos semelhantes em territórios similares do arquipélago. Esta abordagem é particularmente útil em Cabo Verde, onde as características de algumas ilhas podem fornecer informações sobre ameaças noutras com condições semelhantes. Além disso, as metodologias participativas, incluindo a consulta às comunidades locais, também podem enriquecer a análise ao incorporar diversas perspetivas e experiência direta de eventos extremos, contribuindo assim para uma caracterização mais completa dos riscos climáticos.

7.1.2 Etapa 2. Cálculo individualizado de ameaças

Uma vez identificados os perigos, deve ser efetuada uma análise exaustiva para definir a sua magnitude provável, bem como o grau de perigo de acordo com as zonas. O ideal é que esta análise seja efetuada através do desenvolvimento de modelos quantitativos baseados em dados e informações históricas. A complexidade destes modelos requer uma vasta gama de informações, pelo que o seu nível de pormenor dependerá dos dados disponíveis. A heterogeneidade e complexidade dos próprios riscos climáticos faz com que não exista uma metodologia única para o seu cálculo. Normalmente, cada um deles tem métodos específicos de análise e avaliação. No entanto, há uma série de passos a ter em conta que devem ser seguidos em todos os casos para efetuar uma análise completa e de qualidade:

Inventário e preparação de dados quantitativos ou, na sua falta, semi-quantitativos: devem ser recolhidos dados exatos e de qualidade, bem como representativos do perigo em estudo. No caso dos riscos climáticos, estes estão relacionados com a temperatura, a precipitação, as ondas, as projeções climáticas, etc. Do mesmo modo, é necessário efetuar uma filtragem e homogeneização dos dados para colmatar lacunas ou erros de medição que influenciem a nossa análise.

Cálculos estatísticos: fórmulas e métodos estatísticos, como o Índice de Precipitação Padrão (SPI), cálculos de períodos de retorno e modelação de frequências extremas, entre outros, devem ser aplicados para quantificar a probabilidade e perigosidade de cada perigo. Esta etapa é normalmente suportada por software desenvolvido para o efeito, como o HEC-RAS ou o MAXENT para análise de cheias ou incêndios florestais, respetivamente.

Geoespacialização: é necessário que os resultados obtidos na fase anterior sejam transferidos para o espaço para serem agregados aos resultados subsequentes de vulnerabilidade e para criar as cartografias de risco climático que permitam atingir os objetivos desejados.

7.1.3 Etapa 3. Análise de vulnerabilidade

Os últimos Relatórios de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (PIAC) definem a Vulnerabilidade às Alterações Climáticas (VMC) como o grau de suscetibilidade de um sistema ou a sua incapacidade para fazer face aos efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo a variabilidade e os extremos climáticos. Por conseguinte, a metodologia a implementar deve ser orientada para a análise da exposição em termos do número de elementos ou bens (população, edifícios, culturas, atividades económicas, etc.) em risco para determinados perigos ou perturbações, e da sensibilidade, que é o grau em que uma espécie ou sistema é direta ou indiretamente afetado de forma positiva ou negativa, sendo a sensibilidade indicada como uma dimensão interna de um sistema. Neste sentido, a metodologia proposta é semelhante à estabelecida para um “conceito de risco dos impactos das mudanças climáticas” no Quinto Relatório de Avaliação (PIAC, 2014). A abordagem mais utilizada para realizar uma avaliação de vulnerabilidade centra-se em metodologias baseadas em indicadores (Sharma et al., 2017), sendo que os índices variam desde características individuais, como idade, origem, rendimento, saúde ou habitação, até outros associados a características regionais específicas da sociedade, como modelo económico, densidade de construção ou infraestruturas e serviços (Yang et al., 2015).

A avaliação da vulnerabilidade deve ser entendida como um processo complexo que deve considerar múltiplas dimensões, tanto físicas como sociais, que podem ser utilizadas em conjunto para estimar os danos diretos e indiretos, ou seja, os efeitos a longo prazo do evento (Eidsvig et al., 2011). Para melhorar a precisão destas avaliações em contextos como o de Cabo Verde, a utilização de dados locais e de métodos qualitativos, incorporando o conhecimento e a experiência das comunidades locais, pode também ser fundamental na caracterização dos riscos climáticos abordados neste projeto e na formulação de estratégias de adaptação.

Neste sentido, propõe-se uma metodologia semi-quantitativa que combina fatores físicos relacionados com a exposição (por exemplo, densidade populacional, número de edifícios ou presença de culturas) com fatores socioeconómicos relacionados com as suas características (% de grupos vulneráveis, tipos de culturas, tipo de edifícios). Para cada um dos indicadores escolhidos, devem ser analisadas as suas características e propostas gamas para definir diferentes níveis de

vulnerabilidade, a fim de criar um rácio uniforme para os agrupar e comparar. Além disso, pode ser atribuída uma ponderação diferente a cada variável em função da sua importância.

É importante ter em conta que os indicadores selecionados devem ser ajustados aos dados disponíveis e, se necessário, adaptados ao perigo específico para o qual o risco deve ser calculado. A tabela anterior destina-se a servir de exemplo para visualizar mais claramente a metodologia recomendada nesta secção.

7.1.4 Etapa 4. Integração e mapeamento do risco

Antes de efetuar a integração do risco, é essencial selecionar uma unidade de estudo que permita um nível de detalhe adequado e que tenha uma escala capaz de refletir com precisão os resultados em termos de intensidade e probabilidade dos perigos analisados. Esta escolha influenciará diretamente a qualidade e a utilidade da avaliação de riscos, facilitando a implementação de medidas de mitigação e adaptação eficazes.

A este respeito, a unidade de análise deve satisfazer determinadas características fundamentais:

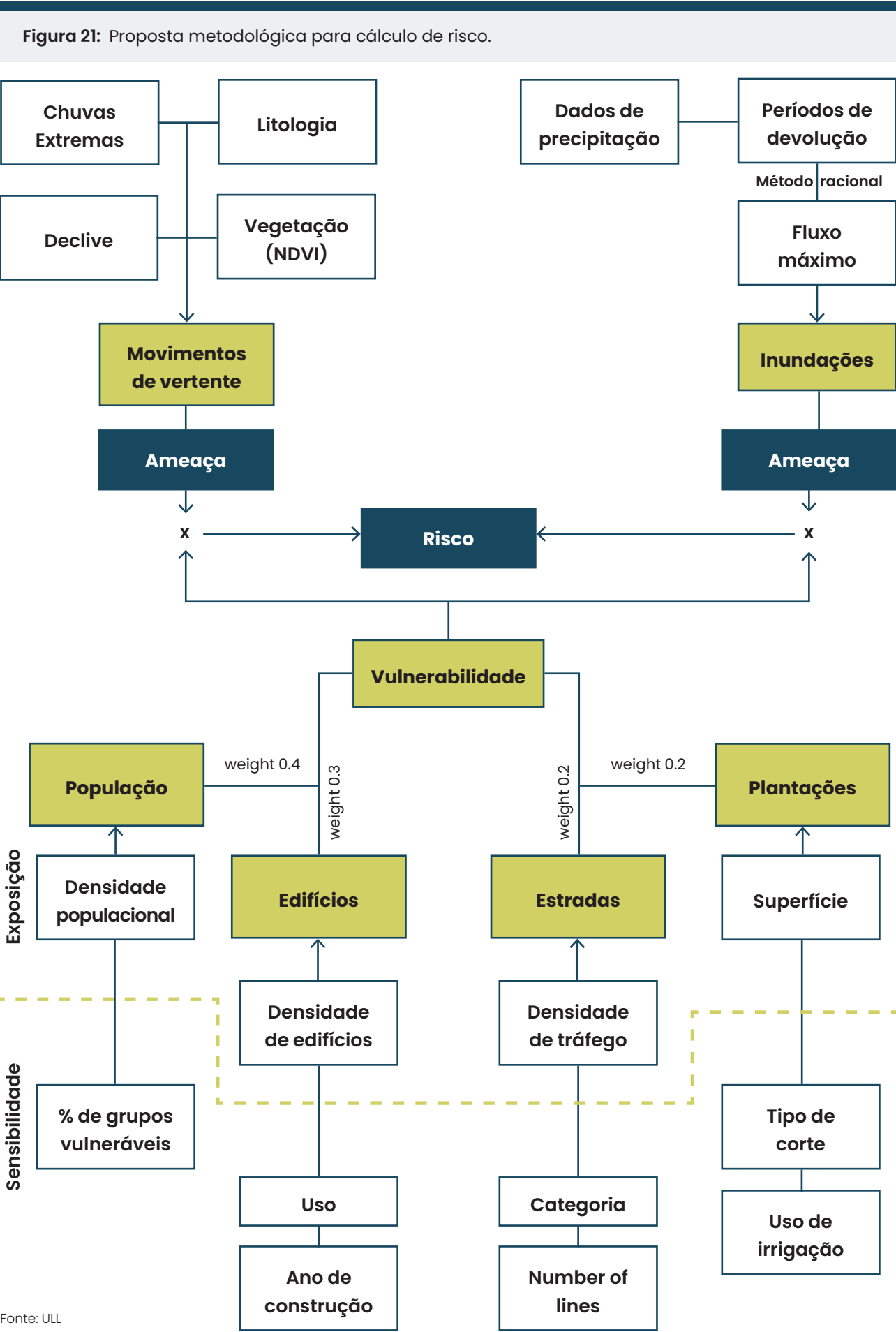
- a. Deve permitir um nível de detalhe adequado aos exercícios de ordenamento do território, proporcionando uma resolução que facilite a análise de risco de uma forma eficaz e prática.
- b. Deve ser dimensionada para captar e refletir com precisão os resultados de intensidade e probabilidade dos perigos avaliados espacialmente. Deve também oferecer a possibilidade de agregar ou desagregar esses resultados com integridade geoespacial garantida.
- c. Deve estar alinhado com uma estrutura territorial e estatística que facilite a recolha de dados sociais, económicos e ambientais. Estes dados devem ser adequados para avaliar a vulnerabilidade e, se for caso disso, devem poder ser agregados ou desagregados sem perda de valor analítico.

Tendo em conta estas características e a fim de permitir uma desagregação precisa das unidades estatísticas abaixo da divisão administrativa municipal, os centros populacionais, as secções de recenseamento e os códigos postais são identificados como opções possíveis. A seleção de uma ou outra unidade dependerá da disponibilidade e qualidade dos dados no momento de iniciar o trabalho de análise, bem como da escala de detalhe necessária para obter resultados significativos no cálculo do risco.

Uma vez efetuados os cálculos da vulnerabilidade (V) e da perigosidade (P) e selecionada a unidade de análise adequada, será possível integrar o risco (R) aplicando a fórmula de cálculo tradicional.

R = V (E, S) x P

Isto permitirá quantificar o nível de risco de forma coerente e facilitará a sua interpretação no contexto do planeamento e da tomada de decisões para a gestão territorial e a atenuação dos riscos climáticos. Esta abordagem é, portanto, de grande importância quando se consideram cenários futuros associados às mudanças climáticas em que se prevê um aumento de fenómenos meteorológicos extremos, como secas, chuvas torrenciais e subida do nível do mar.



Fonte: ULL

A representação cartográfica, como fase final do processo, permitirá captar eficazmente os resultados obtidos no cálculo do risco, facilitando uma interpretação rápida e precisa das áreas que requerem maior atenção e onde é prioritário implementar medidas corretivas ou de mitigação do risco. Para efetuar esta representação, é necessário:

- Saber qual o objetivo da representação e quem é o utilizador final, pois isso definirá o nível de detalhe e complexidade da informação.
- Estabelecer uma escala de risco (por exemplo, baixo, médio, alto) para facilitar a sua interpretação.
- Utilizar uma simbologia clara e intuitiva. O mais comum é utilizar uma paleta de cores com tons suaves para os níveis mais baixos e cores mais intensas para os níveis mais elevados. Podem também ser utilizadas as cores da proteção civil definidas internacionalmente (verde-amarelo-laranja-laranja-vermelho).
- Acrescentar elementos como fronteiras administrativas, infraestruturas críticas ou nomes de locais que ajudem a contextualizar o risco no ambiente.
- Adicione uma legenda que descreva claramente cada símbolo e cor, bem como o significado dos níveis de risco e quaisquer acrónimos utilizados. Uma boa legenda ajuda a tornar a informação acessível a utilizadores com diferentes níveis de conhecimentos técnicos.
- Realizar testes de interpretação com representantes do público-alvo ou técnicos das instituições responsáveis pela gestão do risco para garantir que a informação é comunicada de forma eficaz e ajustar os aspetos visuais e de conteúdo com base no feedback recebido.

7.2 Metodologia para a caracterização climática e análise de risco climático

A caracterização climática de Cabo Verde baseia-se em informação de reanálise de satélite do ERA5 (Hersbach et al., 2023) e ERA5-Land (Muñoz-Sabater, 2019). Note-se que a metodologia descrita nesta secção responde à escassez de registos climáticos diretos em muitas partes das ilhas, bem como a lacunas nos dados disponíveis das estações meteorológicas. Assim, a utilização de dados de satélite fornece informações mais homogêneas e contínuas ao longo do tempo, bem como uma melhor cobertura geográfica para todo o arquipélago.

Especificamente, foram obtidos registos horários de temperatura, precipitação e vento para o ambiente do arquipélago a partir de ambas as fontes, cobrindo um período de 1950 a 2023. Esta informação tem sido fundamental para a análise das condições climáticas históricas e atuais e a sua projeção futura em Cabo Verde. A resolução horizontal do ERA5 é de 0,25°, ou seja, aproximadamente 25 km. O ERA5-Land, por outro lado, oferece uma resolução mais precisa de 0,1° (aproximadamente 10 km), permitindo uma maior capacidade de ajuste em relação à complexidade territorial do país.

Apesar da sua maior resolução e precisão, os dados do ERA5-Land só estão disponíveis para as ilhas de Santo Antão, São Nicolau e Fogo. Esta limitação motivou a combinação de ambas as fontes de dados, uma decisão baseada na necessidade de uma representação climática abrangente de todo o arquipélago. Ambos os conjuntos de dados estão disponíveis no Copernicus Climate Data Store (Copernicus, 2024), o que facilita o acesso e o processamento sistemático da informação. Para a caracterização ambiental e climática, foi selecionado um total de 48 células:

15 correspondentes ao ERA5-Land e 33 ao ERA5. A partir do centróide de cada uma destas células, foi realizado um processo de interpolação IDW (Inverse Distance Weighted), que permite estimar os valores das variáveis climáticas a partir da distância ponderada entre pontos. Note-se que este método é particularmente útil em contextos de escassez de dados observacionais, como é o caso de Cabo Verde, pois permite uma representação espacial mais exata das variáveis analisadas.

Devido ao relevo contrastante de algumas das ilhas do arquipélago, os principais parâmetros climáticos variam significativamente com a altitude. Por este motivo, a interpolação inicial foi recalculada através da introdução do gradiente altitudinal de cada variável. O processo consistiu em correlacionar as variáveis climáticas com a altitude dos centróides de cada célula, utilizando como referência um Modelo Digital do Terreno (MDT) com uma resolução espacial de 30 metros. Esta resolução foi considerada ótima para os fins do estudo, uma vez que fornece uma representação adequada do terreno e das suas variações altimétricas. Para além da análise histórica, foram avaliadas as projeções das anomalias térmicas e pluviométricas para o meio (2040-2059) e o fim do século (2080-2099). Estas projeções baseiam-se na média dos modelos climáticos globais recolhidos na sexta fase do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados (CMIP6). Em particular, os dados para as projeções foram obtidos no Climate Change Knowledge Portal (2021) do Grupo do Banco Mundial, uma fonte reconhecida e amplamente utilizada para estudos sobre mudanças climáticas. Para esta análise, foram considerados dois cenários de emissões: um cenário de mitigação intermédio (SSP2-4.5) e um cenário de mitigação zero (SSP5-8.5). Estes cenários permitem explorar diferentes trajetórias de emissões de gases com efeito de estufa e os seus impactos associados, fornecendo informações cruciais para o planeamento e adaptação climática do país. As projeções climáticas para Cabo Verde disponíveis no portal são à escala da ilha, permitindo a diferenciação de tendências específicas em cada uma das ilhas do arquipélago, para posteriormente efetuar a interpolação referida. Esta abordagem facilita uma melhor compreensão das variações espaciais e temporais das condições climáticas, bem como dos potenciais impactos em diferentes setores, como a agricultura, a disponibilidade de água e a saúde pública.

Com base no exposto e na disponibilidade de dados foi dada prioridade aos produtos ligados às condições climáticas habituais do país, bem como aos fenómenos extremos que podem ter implicações significativas na saúde e bem-estar da população. Estes indicadores incluem a distribuição de temperaturas elevadas, a frequência e intensidade de ondas de calor, secas e precipitações anormais, etc., que são fatores chave para a avaliação das vulnerabilidades e riscos climáticos. Desta forma, a presente análise fornece uma base sólida para a compreensão do clima atual e futuro de Cabo Verde, fornecendo informações fundamentais para a implementação de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Em suma, a integração de dados de satélite, modelos de interpolação e projeções climáticas globais permite uma representação mais precisa e detalhada das condições ambientais do arquipélago, facilitando assim a tomada de decisões informadas na gestão de riscos e planeamento territorial.

7.3 Metodologia para a caracterização climática e análise de risco de movimentos de vertente

Os movimentos de vertente em Cabo Verde representam um risco significativo de origem geológica em todo o arquipélago devido ao relevo vulcânico e à geologia de cada ilha. São mais frequentes nas ilhas de relevo mais acidentado. Os tipos mais comuns de movimentos de vertente são os deslizamentos, desabamentos e escorregamentos, que normalmente afetam áreas muito localizadas. No entanto, quando ocorrem subitamente em zonas habitadas e em estradas, estes movimentos representam um risco considerável para as comunidades e podem constituir uma ameaça à vida (Melillo et al., 2020). Para realizar uma análise detalhada da suscetibilidade espacial deste perigo, foi utilizado um método semi-quantitativo que inclui vários fatores (declive, litologia, precipitação e uso do solo) considerados como elementos condicionantes do seu desencadeamento. Esta metodologia heurística foi aplicada porque provou dar bons resultados noutros arquipélagos de origem vulcânica, como as Ilhas Canárias (López-Díez et al., 2015; Martín-Raya et al., 2024).

O elemento que provavelmente mais determina a suscetibilidade é a inclinação do terreno (Santacana et al., 2002). No entanto, não existe consenso científico sobre a inclinação mínima necessária para desencadear uma queda de rocha, que, embora seja geralmente em torno de 45-50° (Fernández et al., 2012), foi demonstrado que não são necessárias inclinações tão elevadas para que ocorra (López et al., 2015). Para determinar a inclinação do declive, foi utilizado o modelo digital de elevação (DEM) de 30 × 30 m do programa Copernicus GLO-30 derivado dos dados de radar da missão TanDEM-X e complementado com outras fontes para garantir uma elevada precisão. Com base neste modelo, foram definidos cinco intervalos que classificam a inclinação do declive em diferentes níveis de perigo (Quadro 9).

A importância da litologia reside na composição e, sobretudo, no nível de compactação das estruturas. Tendo em conta as unidades geológicas da Carta Geológica de Cabo Verde (serviço GeoServer do Instituto Nacional de Gestão do Território), foi determinado o grau de potencial de deslizamento (Quadro 9). Por outro lado, os fenómenos de precipitação intensa contribuem significativamente para o desencadeamento de deslizamentos (Leyva et al., 2022). Para este efeito, foram utilizados valores extremos de precipitação máxima diária obtidos a partir de dados de satélite fornecidos pelo programa Copernicus, especificamente dos conjuntos de dados ERA5 e ERA5-Land, que oferecem informação climática e meteorológica de alta resolução. Estes dados estão organizados numa grelha geográfica composta por células, que dividem a área de estudo em secções homogéneas. Cada célula contém valores representativos das variáveis analisadas, como a precipitação máxima, o que permite uma análise temporal detalhada dos episódios extremos. Neste caso, foram utilizados os registos máximos de precipitação de uma hora registados na fonte acima referida. Onde a precipitação máxima é maior, o potencial é também maior, e vice-versa (Quadro 9).

Tabela 8: Reclassificação dos declives, precipitação, usos do solo e litologias.

FATORES	CLASSES	FILEIRAS	PESO
Declive	< 10°	1	0.35
	10 – 15°	2	
	15 – 25°	3	
	25 – 35°	4	
	> 35°	5	
Precipitação	< 50 mm	1	0.3
	50 – 100 mm	2	
	100 – 150 mm	3	
	150 – 200 mm	4	
	> 200 mm	5	
Usos do solo	Terras agrícolas, áreas urbanizadas, massas de água	1	0.1
	Cobertura arbórea	2	
	Arbustos, pastagens, zonas húmidas herbáceas	3	
	Vegetação escassa	4	
Litologia	Materiais compactos ou metamórficos, como calcarenitos, travertinos e outras rochas estáveis.	1	0.25
	Rochas ígneas consolidadas, como basaltos, gabros, sienitos e fonólitos, que podem estar fraturadas.	2	
	Materiais vulcânicos parcialmente consolidados, como piroclastos, cinzas, brechas vulcânicas e escórias.	3	
	Materiais soltos ou não consolidados, como depósitos aluviais, dunas, conglomerados, areias e cascalhos.	4	

Finalmente, a capacidade de proteção contra a erosão e de estabilização dos taludes é fortemente influenciada pelo uso e ocupação do solo, fator determinante da suscetibilidade aos movimentos de vertente. Diferentes tipos de ocupação e uso do solo têm efeitos variáveis na estabilidade dos taludes. Por exemplo, as zonas com elevado coberto vegetal, como as florestas, atuam como estabilizadores naturais, enquanto o solo nu aumenta significativamente a vulnerabilidade à erosão e aos deslizamentos de terras. Por conseguinte, foram utilizadas camadas de utilização e ocupação do solo fornecidas pelo programa europeu “ESA WorldCover”, que

oferecem uma classificação pormenorizada à escala global com base em imagens de satélite com uma resolução de 10 m. Estas camadas permitem a identificação e a categorização de diferentes coberturas do solo, tais como zonas florestais, agrícolas, urbanas ou naturais, atribuindo-lhes valores de suscetibilidade específicos. Esta informação foi integrada na análise espacial para avaliar a forma como cada tipo de cobertura contribui para a estabilização ou desestabilização dos taludes, proporcionando uma abordagem mais precisa à modelação dos riscos associados aos movimentos de vertente. Para tal, as classes de uso do solo foram reclassificadas de acordo com a sua suscetibilidade (Tabela 4), atribuindo-lhes valores específicos de acordo com a sua capacidade de proteger ou aumentar a instabilidade dos taludes. Uma vez determinadas e localizadas especialmente todas as variáveis, o perigo é calculado com a seguinte fórmula:

Perigo de vertente =

Declive *0.35 + Litologia *0.25 + Precipitação *0.3 + Usos do solo*0.1

7.4 Metodologia de caraterização e análise do risco de inundação

Atualmente, existem metodologias amplamente utilizadas e normalizadas para o desenvolvimento de análises de cheias. As mais difundidas são os modelos hidráulicos baseados em cálculos matemáticos que reproduzem o movimento dos fluídos. O primeiro passo para a realização destes modelos é a obtenção e filtragem dos dados de precipitação da área de estudo. De seguida, são calculados os períodos de retorno das precipitações extremas, normalmente utilizando as fórmulas de Gumbel III ou Pearson. Uma vez conhecidos os dados de precipitação máxima esperada para diferentes períodos, os caudais máximos de inundação são encontrados com base não só na precipitação, mas também noutras questões como o limiar de escoamento. Existem vários métodos para calcular os caudais máximos (método racional, diagrama unitário, número da curva...). Quando estes dados estão disponíveis, um software hidráulico como o HEC-RAS pode ser utilizado para calcular as zonas de inundação.

Por outro lado, o nível de urbanização e a consequente impermeabilidade do solo nas cidades gera uma limitação na análise de suscetibilidade quando esta se baseia unicamente na modelação dos cursos de água existentes. Isso porque tal abordagem não considera o escoamento direto que ocorre fora dos próprios cursos d’água, como consequência da falta de drenagem, má gestão de esgotos, ocupação de antigos cursos d’água ou mesmo escoamento de encostas (Costache et al., 2021). Assim, para desenvolver melhores modelos de suscetibilidade a cheias, serão incluídas as zonas problemáticas identificadas fora dos cursos de água e/ou no tecido urbano.

7.4.1 Bacias hidrográficas e redes de drenagem

A análise das bacias hidrográficas foi efetuada para identificar as bacias hidrográficas dos municípios cabo-verdianos em estudo. Este trabalho foi efetuado com recurso ao software QGIS, utilizando o módulo “Rede de canais e bacias de drenagem” (integrado no SAGA GIS) baseado no algoritmo Deterministic 8 (D8), que permite o cálculo de redes de escoamento e a delimitação de bacias hidrográficas com elevada precisão. A atribuição de números de ordem a canais e

entroncamentos nesta ferramenta segue os princípios de ordenação de cursos de água, utilizando tipicamente o esquema de Strahler:

- 1. Cursos de água de primeira ordem: os segmentos de cursos de água mais pequenos, que não têm afluentes, são classificados como cursos de primeira ordem.
- 2. Cursos de água de segunda ordem: quando dois cursos de água de primeira ordem se juntam, formam um curso de água de segunda ordem.
- 3. Correntes de terceira ordem: quando duas correntes de segunda ordem se juntam, formam uma corrente de terceira ordem. A união de uma corrente de primeira ordem com uma corrente de segunda ordem, não altera a ordem, continua a ser de segunda ordem. E assim por diante: A ordem só aumenta quando se juntam duas correntes da mesma ordem.

Durante a configuração do módulo, a opção “sub-bacias” foi desativada para dar prioridade à identificação das bacias principais. No entanto, isso não excluiu a identificação de múltiplas bacias hidrográficas dentro do mesmo município nos casos em que a topografia e a distribuição da população justificassem uma análise mais detalhada. Estas bacias representam áreas de captação que drenam para pontos específicos e são fundamentais para a análise dos padrões de escoamento e da sua relação com as áreas suscetíveis de inundação. Para determinar as bacias hidrográficas, foram utilizados Modelos Digitais de Elevação (DEM) de alta resolução (5 m), previamente processados com o módulo Fill Sinks (Wang & Liu, 2006), para eliminar depressões superficiais que pudessem alterar os resultados da análise hidrológica. Este passo assegura que os caminhos de fluxo representam um gradiente descendente contínuo, uma condição necessária para garantir uma delimitação exata da bacia hidrográfica.

Os resultados obtidos fornecem uma base geoespacial precisa para a modelação hidrológica subsequente e para o desenvolvimento de mapas detalhados de perigo e risco de inundação.

7.4.1.1 Cálculo de caudais

Para o cálculo dos caudais de escoamento superficial, foi utilizado o método racional modificado pelo Professor Témez (2019) para a Direção Geral de Estradas do Governo espanhol, após a realização de numerosas experiências em bacias hidrográficas.

De acordo com este método, o caudal de ponta no ponto de drenagem de uma bacia ou superfície será obtido através da fórmula:

Q = (C · I · A / 3,6) · K

Onde:

- Q, o caudal de pico em m3/s
- C, o coeficiente de escoamento superficial (sem dimensão)
- I, a intensidade da tempestade em mm/h
- A, a área da superfície em km2
- K é um coeficiente de uniformidade sem dimensão, calculado em função do tempo de concentração.

Este método é recomendado para bacias com tempos de concentração entre 0,25 e 24 horas e áreas de superfície inferiores a 3.000 km2.

O coeficiente de escoamento superficial (C) é calculado a partir do limiar de escoamento superficial, ou seja, a quantidade mínima de água que precisa de cair como chuva para que o escoamento superficial ocorra, utilizando a seguinte expressão:

C = ((Pd' - P0') · (Pd' + 23 · P0')) / (Pd' + 11 · P0')^2

Onde:

- P'd, a precipitação máxima diária para o período de retorno considerado, em mm, corrigida pelo coeficiente KA.
- P'0, o limiar de escoamento superficial em mm corrigido pelo coeficiente β. Para o estudo, adotamos o valor de 1.

A precipitação máxima diária é retirada do ERA5 CELLS, para os períodos de retorno (T) apresentados no quadro seguinte:

MUNICÍPIO	BACIA	PD (MM)					CELDAS ERA5
		T = 10	T = 25	T = 50	T = 100	T = 500	
Boa Vista	BV1. Ribeira do Calhau	56	72	83	95	122	A16
	BV2. Ribeira Grande	60	77	89	102	130	A18
Brava	BR1. Ribeira da aguada	77	97	112	126	160	A29
	BR2. Ribeira de Fajã	77	97	112	126	160	
	BR3. Ribeira dos Ferreiros	77	97	112	126	160	
	BR4. Ribeira dos Moinhos	77	97	112	126	160	
Praia	P1. Ribeira da Trindade	68	84	96	108	136	A27
Ribeira Brava	RB1. Ribeira Água Amargosa	55	71	82	94	121	A12
	RB2. Ribeira Brava	55	71	82	94	121	
	RB3. Ribeira do Palhal	57	73	86	98	126	A13
	RB4. Ribeira Fundo de Água do Porto	55	71	82	94	121	A12
	RB5. Ribeira Grande	52	67	78	89	115	A8

- O coeficiente KA depende da área (A) da bacia hidrográfica em estudo, expressa em km2. Toma os valores
 - 1, se a superfície for inferior a 1 km2
 - 1-(log A)/15 se a superfície for superior ou igual a 1 km2 e inferior a 3.000 km2.

Para cada bacia em estudo, foi determinado um valor médio do limiar de escoamento através de uma média ponderada dos limiares de escoamento dos terrenos que constituem a superfície total da bacia, utilizando a ferramenta informática QGIS e os dados correspondentes à geologia e à ocupação do solo.

Com base na descrição geológica, os tipos de solo foram classificados da seguinte forma:

DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	TIPO DE SOLO
Depósitos de vertente	A
Aluviões antigas e modernas	A
Formação do Monte das Vacas Cones de piroclastos, escórias e pequenos derrames	B
Filões e chaminés	A
Complexo eruptivo do Pico da Antónia	B
Complexo filoniano de base (basanitos, limburgitos, ancaratritos, etc)	C
Rochas granulares (gabros feldspatóidicos, piroxenitos alcalinos, sienitos feldspatóidicos)	C
Mantos	C
Rochas granulares (carbonatitos)	C
Formação dos Flamengos Mantos, piroclastos, chaminés	B
Conglomerados e facies terrestres	D
Brechas intravulcânicas	C
Complexo eruptivo do Pico da António Mantos subaérios, piroclastos	B
Filões e chaminés piroclastos	A
Lavas submarinas superiores	C
Mantos, piroclasticos e chaminés fonolíticos	C
Conglemerados, calcários, calcarenitos	D
Depósito conglomerados brecloide	A
Lavas submarinas inferiores	C
Complexo f. de base e brechas intervulcânicas	C
Terraços, calcários	A
Formação de Figueira de Coxé	B
Escoadas submarinas, subaeria e piroclásticos	C
Escoadas subaerias, submarinas e preguiça	C
Aluviões, areia, deposito de vertente	A
Complexo Eruptivo Principal	B

DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	TIPO DE SOLO
Mantos subaerios intercalados, piroclastos	C
Escoadas, chaminés, piroclastios fonolíticos	C
Formação da Preguiça	B
Cones piroclasticos	C
Mantos submarinos, piroclástos	C
Escoadas Sub-marina e lavas basálticas da Formação de Chão de Calheta	C
Calcários, calcarenitos e conglomerados marinhos, fósseis, dunas e terraços consolidados	D
Cónes de Piroclástos	C
Escoadas e brechas com ignimontes a base da formação série fonolítica	C
Filões, Escoadas, Brechas e ignimbrites da serie fonolítica do Complexo do Monte Passarão	A
Sedimentos holocénicos e Plistocénicos	A
Piroclásticos, Filões e Escoadas	C
Conglomerados fonolíticos ou complexo eruptivo interno	D
Chaminé filões com tufo e ignimbritos na serie fonolítico na formação de Pico Forcados	C
Depósitos de deslizamento de terra	A
Fluxos de lava	C
Vulcanismo Carbonatítico - Depósitos piroclásticos (respingos, queda de cinzas, bloco e fluxo de cinzas)	C
Declives e taludes	D
Vulcanismo carbonatítico - fluxos de lava	C
Complexo intrusivo- sienitos nefelinos)	C
Vulcanismo máfico (nefelinitas, tefritas e fonotefitas) - magmático	C
Complexo intrusivo - complexo intrusivo de carbonatito alcalino	C
Areia da praia e cascalho	A
Queda piroclástica indiferenciada, fluxo e depósitos de pico	C
Aluvião	A
Complexo intrusivo- principais massas intrusivas de carbonatito	C
Depósitos de queda piroclástica freatomagmática	D
travertino calcário	C
Palagonitos, incluindo frequentemente rede filoniana complexa	C
Vulcanismo submarino de composição nefelinita / ankaramita: fluxos de lava indiferenciados e hialoclastitos, intrudidos por enxames de diques	C
Domos de lava e coulées (fluxos de lava)	C
Brecha	C
Complexo intrusivo- piroxenitos e ijólitos (série Melteigita-Urtita)	C

A ocupação do solo foi classificada de acordo com as seguintes relações:

DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	TIPO DE SOLO
Zero	Pousio
Cobertura de árvores	Massa florestal muito densa
Zonas húmidas herbáceas	Prado muito bom
Arvoredos	Massa florestal densa
Prados	Prado pobre
Terras agrícolas	Má rotação de culturas
Urbanizado	Pavimentos betuminosos ou de betão
Vegetação esparsa ou nua	Massa florestal muito ligeira

Com base nesta classificação e no uso do solo, foram considerados os seguintes limiares de escoamento.

USO DO SOLO	LIMIAR DE ESCOAMENTO EM MM (P0) DE ACORDO COM O GRUPO DE SOLOS			
	A	B	C	D
Pousio	18	8	6	4
Cultura em linha	23	13	8	6
Cereais de inverno	29	17	10	8
Rotação de culturas para os pobres	26	15	9	6
Rotação densa de culturas	37	20	12	9
Prados	24	14	8	6
• Pobre	53	23	14	9
• Média	33	33	18	13
• Bom	41	41	22	15
Plantações regulares para uso florestal	62	26	15	10
• Pobre	34	34	19	14
• Média	42	42	22	15
• Bom				
Massas florestais (floresta, vegetação rasteira, etc.)	40	17	8	5
• Muito claro	60	24	14	10
• Clara	34	34	22	16
• Média	47	47	31	23
• Densa	65	65	43	33
• Muito densa				
Rochas permeáveis	3			
Rochas impermeáveis	2			

USO DO SOLO	LIMIAR DE ESCOAMENTO EM MM (P0) DE ACORDO COM O GRUPO DE SOLOS			
	A	B	C	D
Pavimentos granulares não pavimentados	2			
Paralelepípedos	1,5			
Pavimentos betuminosos ou de betão	1			

A intensidade da tempestade (I) é determinada em função dos coeficientes e do tempo de concentração através da seguinte fórmula:

$$I = I_t = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0.1}-t^{0.1}}{28^{0.1}-1}}$$

Em que:

- Id, a intensidade máxima diária de precipitação em mm/h, calculada como a precipitação diária corrigida entre as 24 horas diárias: P'd/24
- I1/Id, valor adimensional. Devido à proximidade das Ilhas Canárias, foram adotados os valores utilizados nesse arquipélago, que correspondem a:
- 8 na vertente norte das ilhas de relevo elevado
- 9 na vertente sul e nas ilhas de topografia suave
- t, o tempo de concentração em horas

O tempo de concentração é um conceito teórico calculado a partir de uma fórmula experimental. Representa o tempo que uma gota de água demoraria a percorrer desde o ponto mais afastado de uma bacia ou superfície até ao ponto de escoamento dessa bacia ou superfície, deslocando-se por gravidade condicionada pelo efeito da orografia dessa bacia ou superfície. É determinado pela seguinte expressão:

$$t = Tc = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{J^{1/4}}\right)^{0,76}$$

Onde:

- L, o comprimento do canal principal em km
- J, o declive médio do canal principal. Para o determinar, utilizamos o caso de um canal principal de 1,2 km de comprimento cujo nível superior está 180 m acima do nível do mar e o nível inferior 120 m acima do nível do mar. O declive médio seria de:

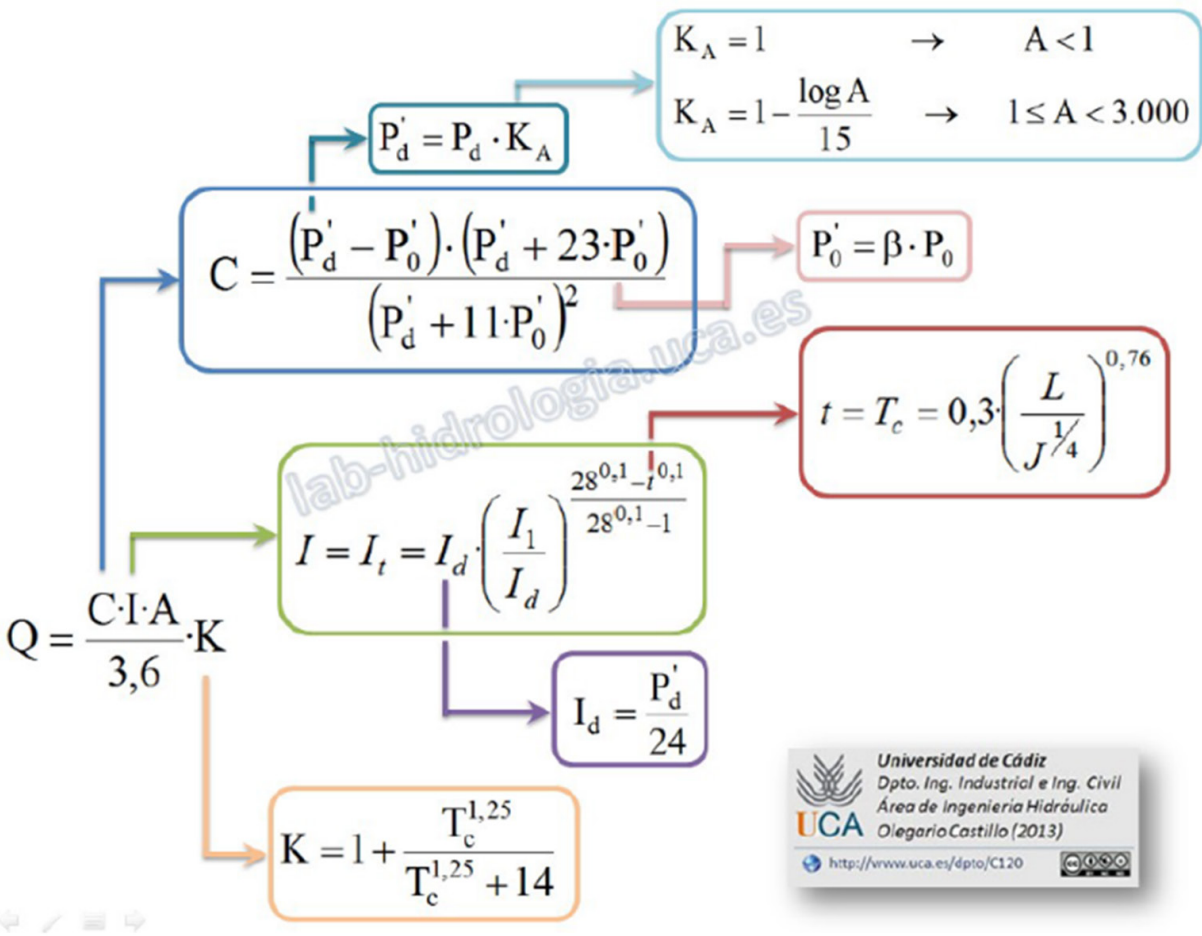
$$(180-120)/1200 = 0,05$$

O coeficiente de uniformidade adimensional K é calculado em função do tempo de concentração Tc através da seguinte fórmula:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

De forma resumida, a formulação utilizada no cálculo do caudal de ponta teórico para um determinado período de retorno é apresentada no esquema seguinte, elaborado pelo Departamento de Engenharia Industrial e Engenharia Civil da Universidade de Cádiz.

Figura 22: Esquema de cálculo do método racional modificado. Fonte: Departamento de Engenharia Industrial e Engenharia Civil da Universidade de Cádiz.



Os caudais de escoamento superficial foram calculados para os seguintes períodos de retorno em cada uma das bacias consideradas.

- 10 anos
- 25 anos
- 50 anos
- 100 anos
- 500 anos

7.4.1.2 Cálculo de planícies de inundação

A ferramenta informática HEC-RAS versão 6.5 será utilizada para determinar as planícies de inundação, modelando os caudais obtidos na secção anterior para cada bacia.

A ferramenta, desenvolvida pelo US Army Corps of Engineers, pode efetuar cálculos unidimensionais e bidimensionais para uma rede completa de canais naturais e construídos. Requer dois tipos de dados para o seu funcionamento:

- Geométrico, constituído por várias secções transversais ao longo do curso de água considerado. As secções são introduzidas na aplicação informática através da cota de vários pontos. Desta forma, a partir da cota de duas secções contíguas, separadas por uma distância conhecida, o modelo calcula o declive dessa secção.
- De caudais, que podem ser um único valor constante ou um caudal variável no tempo.

Os dados geométricos utilizados são os do modelo digital de terreno existente em Cabo Verde.

Os dados de caudal utilizados para as simulações foram os apresentados para os diferentes períodos de retorno na secção anterior. Para cada caudal foi criado um perfil com os seguintes pressupostos de cálculo:

- Fluxo de água constante
- Profundidades normais nas secções extremas

Uma vez obtido o perfil, simular-se-ão as planícies de inundação provocadas por cada um dos caudais considerados em cada uma das bacias, categorizando os riscos de inundação (perigosidade) de acordo com a seguinte classificação:

PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO PRODUZIDA PELO CAUDAL CALCULADO PARA O PERÍODO DE RETORNO	PERIGOSIDADE
T = 10 anos	Muito alto
T = 20 anos	Alto
T = 50 anos	Média
T = 100 anos	Baixo
T = 500 anos	Muito baixo

Para a obtenção das planícies de inundação foram consideradas as seguintes rugosidades do terreno:

CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO	RUGOSIDADE CONSIDERADA (MANNING)
Pousio	0
Massa florestal muito densa	0.15
Prado muito bom	0.03
Massa florestal densa	0.07

CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO	RUGOSIDADE CONSIDERADA (MANNING)
prado pobre	0.035
Má rotação de culturas	0.04
Pavimentos betuminosos ou de betão	0.025
Massa florestal muito ligeira	0.03



08.

Validação dos resultados

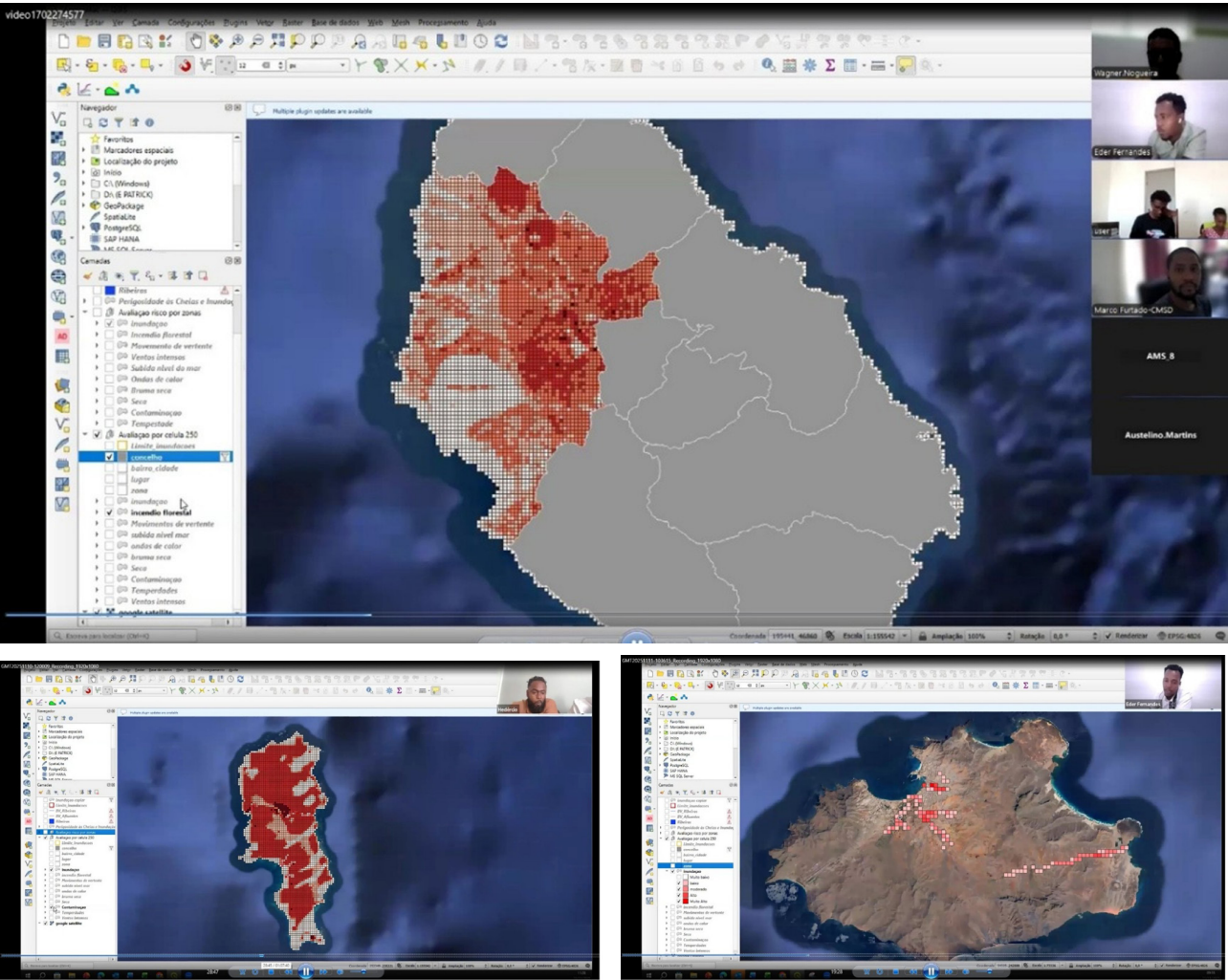
Para a validação dos resultados, tanto do processo como dos mapas detalhados de risco climático, bem como de toda a informação resultante, estão previstas as seguintes possibilidades:

8.1 Validação participativa com atores locais e regionais

O envolvimento das partes interessadas é essencial para garantir que os mapas refletem as realidades locais e as necessidades específicas das comunidades e setores afetados. Através de workshops ou grupos de discussão, podem ser incluídos atores de governos municipais e regionais, universidades ou institutos técnicos especializados em riscos climáticos, comunidades locais ou grupos vulneráveis (agricultores, pescadores, etc.) e empresas e setores produtivos afetados pelas alterações climáticas (turismo, agricultura, transportes).

A validação participativa do projeto decorreu entre os dias 4 a 11 de novembro de 2025, através de sessões online realizadas nas plataformas digitais, envolvendo instituições nacionais e câmaras municipais, com o objetivo de garantir a qualidade e a aplicabilidade da cartografia de riscos climáticos e dos produtos técnicos desenvolvidos. A primeira sessão contou com a participação do Instituto Nacional de Gestão do Território (INGT), Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG), Universidade de Cabo Verde (UNICV) e Serviço Nacional de Proteção Civil e Bombeiros (SNPCB), que analisaram a metodologia e os resultados preliminares. Seguiram-se encontros com os municípios, organizados por grupos de ilhas: Santiago e a Associação de Municípios de Santiago; Sal, Boa Vista e Maio; Santo Antão, São Vicente e São Nicolau; e, por fim, Fogo e Brava. Durante estas reuniões, foram apresentados o relatório técnico e os shapefiles com a cartografia de riscos climáticos, considerados consistentes e bem estruturados pelos participantes. No entanto, foram identificadas algumas lacunas e recomendações para melhoria, nomeadamente a inclusão do risco de subida do nível do mar para todos os municípios, correção de erros de projeção (como no mapa de inundação da Boa Vista), representação completa dos riscos, revisão da metodologia de perigos (incluindo ondas de calor e ameaça climática de contaminação), incorporação de mapas adicionais (como o de Santa Luzia), atualização da bibliografia, maior detalhe nas projeções para áreas urbanas e sobreposição dos resultados com infraestruturas críticas (documento em Anexo II). Em conclusão, os resultados foram validados, confirmando a robustez geral do trabalho, contudo com recomendações específicas que foram encaminhadas aos consultores para integração na versão final, garantindo maior rigor técnico e aplicabilidade prática.

Figura 23: Ilustrações de sessões online de validação dos resultados realizadas nas plataformas digitais, envolvendo instituições nacionais e câmaras municipais.



8.2 Consulta de fontes escritas e bases de dados

Entre os trabalhos que tratam das mudanças climáticas em Cabo Verde, encontramos artigos e trabalhos académicos que abordam as abordagens sociais e de género (Percy et al., 2022; Matos, et al., 2023), outros que analisam o impacto das mudanças climáticas em diferentes setores de atividade (Fernandes Neves, 2021; Pereira et al., 2018; Ramos, 2014) e aqueles com maior interesse para este projeto, que tratam das mudanças climáticas no arquipélago. Entre eles, um estudo sobre mudanças climáticas, subida do nível do mar em Portugal, Cabo Verde e São Tomé (Carvalho e Rochab, 2010) e um estudo setorial (MINAA, 2007) que mostra uma projeção pluviométrica e térmica para Cabo Verde para o passado 2020, bem como um inventário dos impactos esperados das mudanças climáticas em Cabo Verde (2007-2020), que pode ser analisado para verificar se as tendências calculadas na altura foram cumpridas (MINAA, 2007).

Entre os 24 trabalhos identificados sobre os riscos climáticos em Cabo Verde, 5 deles analisam geralmente os riscos em todo o arquipélago, enquanto os restantes se concentram numa ilha ou

cidade específica. As mais trabalhadas são Praia (Rebelo, 1999; Lima, 2012; Costa et al., 2013; Da Praia, 2013; Monteiro e Cunha, 2016; Monteiro et al., 2017; Rodriguez, 2017; Correia, 2022) e Mindelo (Rebelo, 1999; Costa et al., 2013; Martins e Nunes, 2020; Martins, 2010). Um trabalho em particular estuda as chuvas torrenciais na Macaronésia incluindo a ilha de Santiago (Marzol et al., 2006); outro analisa as Cheias rápidas na ilha de São Nicolau (Monteiro e Cunha, 2011). Para o caso da ilha de São Vicente, identificam-se um trabalho sobre inundações e movimentos de massas (Verde, 2016) e outro sobre riscos naturais e políticas públicas (Martins et al., 2018).. Estes devem ser tidos em conta aquando da realização de qualquer análise de risco que vise o desenvolvimento de uma cartografia detalhada do risco climático em Cabo Verde.

Para além disso, são utilizados três trabalhos anteriores como base para a identificação destes riscos, que servem para corroborar a lista de riscos climáticos que podem ser analisados para as diferentes ilhas e municípios de Cabo Verde. Estes trabalhos são “Análise e cartografia da perigosidade em Cabo Verde” (Nelson Mileu et al., 2014); “Cabo Verde. Avaliação de base da preparação nacional para catástrofes” (Renda-Tanali et al., 2024) e “Estudo sobre a medição da vulnerabilidade climática em Cabo Verde” (D’Haeyer et al., 2024). Outros relatórios de instituições internacionais, como o “Perfil de Risco de Desastres” para Cabo Verde (WBG e GFDRR, 2019), também apoiaram esta tarefa de identificação.

Tabela 9: Lista de publicações ligadas com as mudanças climáticas e riscos climáticos em Cabo Verde

Fonte: Citações no quadro

ANO	REGIÃO	TEMA	CITAÇÃO	LINK	IDIOMA
1999	Mindelo, Praia	Riscos climáticos	Rebelo, F. Riscos De Inundação Rápida Em Cabo Verde. Apontamentos De Observação Numa Breve Visita.	Enlace	Português
2006	Ilha de Santiago	Riscos climáticos	Marzol, M. V., Yanes, A., Romero, C., Brito de Azevedo, E., Prada, S., & Martins, A. (2006). Los riesgos de las lluvias torrenciales en las islas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde). <i>Clima, Sociedad y Medio Ambiente</i> , (5), 443-452.	Enlace	Espanhol
2007	Cabo Verde	Mudanças climáticas	Mudanças Climáticas Verde, M. C. E. C. Projecto Napa.	Enlace	Português
2009	Ilha de São Nicolau	Riscos climáticos	Monteiro, S., & Cunha, L. (2011). Cheias rápidas em Cabo Verde. Um breve apontamento acerca das tempestades de setembro de 2009 na Ilha de S. Nicolau. <i>Iberografias</i> , 17, 177-189.	Enlace	Português
2010	Mindelo	Riscos climáticos	Martins, B. (2010). As cheias rápidas de 28 de agosto de 2008 em Mindelo, São Vicente (Cabo Verde). <i>Territorium</i> , (17), 237-238.	Enlace	Português
2010	Cabo Verde	Mudanças climáticas	Carvalho, M. J., & Rochab, A. (2010, November). Alterações Climáticas no regime de ondas de calor e frio simulado para Portugal, São Tomé e Cabo Verde. In <i>II Workshop Clima e Recursos Naturais-Bragança, Portugal-15 a 19 de</i> (p. 53).	Enlace	Português

ANO	REGIÃO	TEMA	CITAÇÃO	LINK	IDIOMA
2011	Praia	Riscos climáticos	Monteiro, S., Veiga, É., Fernandes, É., Fernandes, H., Rodrigues, J., & Cunha, L. (2012). Crescimento urbano espontâneo e riscos naturais na cidade da Praia (Cabo Verde). <i>Cadernos de geografia</i> , (30-31), 117-130.	Enlace	Português
2012	Praia	Riscos climáticos	Lima, I. P. (2012). Inundações urbanas: desafios ao ordenamento do território. O caso da cidade da Praia (Cabo Verde) (Doctoral dissertation).	Enlace	Português
2013	Cabo Verde	Desertificação	Ferreira, A. J., Baptista, I., & Tavares, J. (2013). A luta contra a desertificação em Cabo Verde. <i>Riscos Naturais Antrópicos e Mistos. Livro de Homenagem ao Prof. Dr. Fernando Rebelo. Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal</i> , 697-712.	Enlace	Espanhol
2013	Mindelo	Riscos climáticos	Costa, C., Martins, B., & Sampaio, L. (2013). Percepção do perigo de cheias rápidas da população de Mindelo, S. Vicente (Cabo Verde). <i>Territorium</i> , (20), 49-63.	Enlace	Português
2013	Praia	Riscos climáticos	Da Praia, P. A. C. Bacia Da Trindade: Análise Dos Riscos Hidrológicos.	Enlace	Português
2014	Cabo Verde	Mudanças climáticas	D’Assunção Ramos, K. R. (2013). Mudanças climáticas e os desafios do setor dos recursos hídricos em cabo verde. <i>Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais</i> , 5(1).	Enlace	Português
2015	Cabo Verde	Riscos climáticos	Rodrigues, A. M. (2015). Gestão do Risco e Políticas Públicas: Política de Habitação em Cabo Verde.	Enlace	Português
2016	Ilha de São Vicente	Riscos climáticos	Verde, C. (2016). Sistemas de informação geográfica e deteção remota aplicados ao estudo de cheias/inundações e movimentos de massas. O caso da ilha de são vicente.	Enlace	Português
2016	Praia	Riscos climáticos	Monteiro, S., & Cunha, L. Riscos naturais urbanos na cidade da Praia (Cabo Verde). Análise de riscos e Ordenamento do Território Natural urban risks in Praia (Cape Verde). <i>Risk analysis and Territorial Planning</i> .	Enlace	Português
2017	Praia	Riscos climáticos	Monteiro, S., Freire, G. S. S., & Cunha, L. (2017). Percepção dos riscos de cheias e inundações na cidade da Praia (Cabo Verde).	Enlace	Português
2017	Praia	Riscos climáticos	Rodrigues, A. M. (2017). Planeamento urbano e estratégias de mitigação do risco: o caso do bairro da terra branca acima cidade da praia-cabo verde/urban planning and risk mitigation strategies: the case of the terra branca neighborhood city of praia-cabo verde. <i>Revista GeoAmazônia</i> , 5(9), 42-59.	Enlace	Português
2017	Cabo Verde	Riscos climáticos	Correia, A. T. (2017). Praia, Cabo Verde (Doctoral dissertation, PUC-Rio).	Enlace	Português
2018	Cabo Verde	Mudanças climáticas	Pereira, J. M., da Veiga Pereira, A. C., Victória, S. M. M. S., Oliveira, V. P. V., & Rocha, H. S. (2018). Evidências das mudanças climáticas em Cabo Verde e seus impactos sobre alguns sectores. <i>REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA</i> , 12(03), 107-115.	Enlace	Português

ANO	REGIÃO	TEMA	CITAÇÃO	LINK	IDIOMA
2018	Ilha de Santiago	Riscos climáticos	Melo, M. R. (2018). Risco hidrológico associado às incertezas na determinação do tempo de concentração: caso de estudo barragens na ilha de Santiago–Cabo Verde.	Enlace	Português
2018	Ilha de São Vicente	Riscos climáticos	Martins, B, Lourenço, L, & Monteiro, S. (2018). Natural Hazards in Sao Vicente (Cabo Verde). Journal of Environmental Geography, 11(1-2), 1-8.	Enlace	Inglês
2020	Cabo Verde	Riscos climáticos	Costa, C. G. F. (2020). Understanding and reducing climate risks: the impact of innovative policies for sustainable drought response in Cape Verde. Estudios Geográficos, 81(288), e033.	Enlace	Inglês
2020	Mindelo	Riscos climáticos	Martins, B., & Nunes, A. (2020). Exploring flash flood risk perception using PCA analysis: The case of Mindelo, S. Vicente (Cape Verde). The Geographical Journal, 186(4), 375-389.	Enlace	Inglês
2020	Cabo Verde	Riscos climáticos	Costa, C. G. F. (2020). Revisiting disasters in Cabo Verde: a historical review of droughts and food insecurity events to enable future climate resilience. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 255, 47-76.	Enlace	Inglês
2020	Cabo Verde	Riscos climáticos	Antequera, P. D., Díez, A. L., Pacheco, J. D., Suárez, P. M., & Ruiz, C. R. (2020). Turismo y amenazas de origen natural en la Macaronesia. Análisis comparado. Cuadernos de turismo, (45), 61-92.	Enlace	Espanhol
2021	Cabo Verde	Mudanças climáticas	Fernandes Neves Barbosa, J. (2021). Influencia del cambio climático sobre el comportamiento de los turistas en destinos emergentes: el caso de Cabo Verde.	Enlace	Espanhol
2021	Cabo Verde/ Ilha de São Vicente	Riscos climáticos	Martins, B., Lourenço, L, Nunes, A., & de Castro, F. V. (2021). São Vicente de cabo Verde: território de riscoS. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.	Enlace	Português
2022	Estados insulares	Mudanças climáticas	Percy, R., Christensen, I, Safa Barraza, A., & Berthelin, L. (2022). Género, cadenas de valor agroalimentarias y agricultura resiliente al clima en pequeños Estados insulares en desarrollo: Evidencias de: Barbados y Santa Lucía en el Caribe, Palau y Samoa en el Pacífico, Cabo Verde, Comoras y Santo Tomé y Príncipe en la región Atlántico, Océano Índico y Mar de China Meridional. Food & Agriculture Org.	Enlace	Espanhol
2022	Praia	Riscos climáticos	Correia, R. B. (2022). Cidade da Praia: Natural Risks and Spatial Planning. In Local Governance in Cape Verde: 1970-2020 (pp. 355-386). Cham: Springer International Publishing.	Enlace	Inglês
2023	Cabo Verde	Mudanças climáticas	Matos, P. A., Garcia, G. A. F., & Santos, M. A. D. (2023). O papel do género na mitigação e adaptação às mudanças climáticas em Cabo Verde. Veredas de Direito. V.20, e202536.	Enlace	Português
2023	Cabo Verde	Mudanças climáticas	Feruglio, N, Monteiro, R., & Pinto, J. A. (2023). CABO VERDE.	Enlace	Inglês

09.

Conclusões

O projeto CLIMAPRISCO centra-se na elaboração de mapas detalhados para identificar e analisar os riscos e a vulnerabilidade climática em Cabo Verde, abrangendo fenómenos como secas, inundações, movimentos de vertente, incêndios e erosão marinha. Da análise efetuada para as ilhas do arquipélago, foram retiradas conclusões que realçam a importância de compreender e gerir os riscos climáticos de uma forma holística. A criação destes mapas fornece ferramentas fundamentais para a tomada de decisões na gestão territorial, priorizando áreas e setores particularmente vulneráveis a fenómenos climáticos extremos. Isto é conseguido através da combinação de dados qualitativos e dados quantitativos, como indicadores climáticos, socioeconómicos e ambientais, o que reforça o conhecimento e a capacidade de resposta a estes desafios.

Do ponto de vista do risco climático, Cabo Verde enfrenta uma situação complexa devido à sua exposição geográfica, fragilidade socioeconómica e dependência de recursos limitados, que é exacerbada pelo aumento de fenómenos meteorológicos extremos ligados às mudanças climáticas. Setores-chave como a agricultura, o turismo, a biodiversidade e os recursos hídricos são altamente vulneráveis, o que sublinha a necessidade de desenvolver estratégias abrangentes que não só reduzam a exposição e a sensibilidade, mas também reforcem a capacidade de adaptação das comunidades e sistemas locais. A experiência adquirida durante o desenvolvimento deste projeto representa também um modelo metodológico replicável que pode ser alargado ao resto do arquipélago. Esta abordagem combina a análise top-down, com perspetivas nacionais, e a análise bottom-up, incorporando observações locais, o que garante maior precisão e utilidade para o planeamento territorial.

Em termos de resiliência e sustentabilidade, o projeto propõe o reforço de infraestruturas críticas, como diques e sistemas de drenagem, juntamente com a recuperação de ecossistemas-chave, como dunas e florestas, que funcionam como barreiras naturais aos riscos climáticos. Estas ações são complementadas por medidas de adaptação, como a gestão sustentável da água e a reflorestação, que visam atenuar os riscos e aumentar a resiliência das comunidades locais. Paralelamente, destaca-se a importância da governança inclusiva, que incentiva a participação das comunidades na identificação dos riscos e na formulação de soluções. Tal inclui a implementação de sistemas de alerta precoce e a formação em matéria de resposta a catástrofes, reforçada pela cooperação a vários níveis e pela governança participativa como pilares para assegurar estratégias adaptativas e sustentáveis. A este respeito, importa referir que as projeções climáticas até aos anos de 2059 e 2099 apontam para um aumento das temperaturas e variações significativas da precipitação, exigindo ajustamentos no uso do solo, nos padrões de urbanização e nas práticas agrícolas. Esta análise prospetiva permite antecipar riscos e conceber medidas de mitigação mais eficazes, assegurando um planeamento a longo prazo que reforça a capacidade de adaptação face aos desafios climáticos que Cabo Verde enfrenta.

Finalmente, o projeto representa uma oportunidade valiosa para reforçar as capacidades técnicas de Cabo Verde (através do INGT) em vários aspetos-chave relacionados com a análise de risco e a adaptação às mudanças climáticas. A colaboração com uma instituição académica como a Universidade de La Laguna (ULL) proporcionou abordagens metodológicas avançadas e experiências práticas que são transferíveis para a equipa técnica do INGT. Ao mesmo tempo, há um intercâmbio de conhecimentos locais e técnicos que beneficia ambas as equipas, mas também reforça a capacidade local para lidar com este tipo de projeto.

A metodologia estruturada que foi implementada, desde a recolha de dados até à identificação de áreas críticas e vulneráveis, constitui um modelo replicável para todas as instituições do país.

É importante salientar que o estudo e os resultados obtidos através da cartografia de riscos climáticos a nível local para Cabo Verde devem ser entendidos como um processo dinâmico e evolutivo, sujeito a revisões e melhorias contínuas. A natureza complexa e multifatorial dos fenómenos climáticos, aliada à variabilidade espacial e temporal das ameaças, exige que os instrumentos de análise e os produtos técnicos sejam constantemente atualizados para refletir novas evidências científicas, dados mais precisos e metodologias aperfeiçoadas. Além disso, as mudanças climáticas globais introduzem incertezas adicionais, tornando imprescindível a integração de projeções mais robustas e cenários adaptativos que permitam antecipar riscos emergentes. A participação ativa das instituições nacionais, dos municípios e da comunidade científica reforça a necessidade de manter um ciclo permanente de validação e aperfeiçoamento, garantindo que os resultados não sejam estáticos, mas sim ferramentas vivas, capazes de apoiar decisões estratégicas e políticas públicas eficazes. Assim, a cartografia de riscos climáticos deve ser encarada como um instrumento em constante evolução, que acompanha as transformações ambientais e sociais, assegurando maior resiliência e capacidade de resposta às vulnerabilidades identificadas.

Referências bibliográficas

Fernandes Neves, J. (2021). Turistas y cambio climático en Cabo Verde.

Ferreira Costa, C. G. (2020). Understanding and Reducing Climate Risks in the Sahel and Small Island Developing States (SIDS): Lessons from Cape Verde. *Estudios Geográficos*, 81(288), e033. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.202048.028>

Ferreira, A. J. D., Baptista, I., e Tavares, J. (2013). Desertificação em Cabo Verde. Documento técnico sin publicar.ca.

Feruglio, N., Moneiro, R. E Aristizabal Pinto, J. (2023). Climate and Public Investment Management in Cabo Verde.

Figueiredo, T. de, Ribeiro, L. F., e Ribeiro, A. C. (Eds.). (2010). II Workshop Clima e Recursos Naturais 2010 nos Países de Língua Portuguesa: Livro de Actas. Instituto Politécnico de Bragança. (ISBN: 978-972-745-114-2)

Governo de Cabo Verde. (2021). Plano Nacional de Adaptação (PNA) – Cabo Verde. UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAP_Cabo%20Verde_PT.pdf

Governo de Cabo Verde. (2023). Estudo sobre a medição da vulnerabilidade em Cabo Verde. https://portaldoclima.gov.cv/wp-content/uploads/2023/11/Estudo_medicao_vulnerabilidade_CV.pdf

Martins, M. S., Álvarez, I., & Marco, A. (2012). Impacto del Cambio Climático en la Incubación de *Caretta caretta* en Cabo Verde: estimaciones actuales y proyecciones futuras. *Avances en ciencias de la tierra*, 3, 75–94.

Matondo, J. I., & Alemaw, B. F. (Eds.). (2020). *Climate Variability and Change in Africa: Perspectives, Experiences and Sustainability*. Springer Nature Switzerland (ISBN 978-3-030-31543-6)

Matos, P. A., Garcia, G. A. F., e Santos, M. A. (2023). O papel do gênero na mitigação e adaptação às mudanças climáticas em Cabo Verde. *Veredas do Direito*, 20, e202536. <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/2536>

Mileu, N., Fonseca, J., Zêzere, J. L., Lopes, A., Neves, M., & Sousa, C. (2014). Avaliação e Mapeamento Integral de Riscos em Cabo Verde – Relatório Final.

MAA. Ministério da Agricultura e Ambiente, Direção Nacional do Ambiente (DNA), Programa Ação Climática (PAC). (2023). Estudo de Medição da Vulnerabilidade em Cabo Verde: Relatório Final. LuxDev – PAC.

MAA. Ministério da Agricultura e Ambiente, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (GEF/PNUD). (2007). Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças Climáticas em Cabo Verde: Projecto NAPA – Documento Final. Praia, República de Cabo Verde.

MAA. Ministério da Agricultura e Ambiente. (2021). Plano Nacional de Adaptação de Cabo Verde. Direção Nacional do Ambiente, Praia, República de Cabo Verde. <https://portaldoclima.gov.cv/wp-content/uploads/2023/11/NAP-CV-versao-em-portugues.pdf>. <https://portaldoclima.gov.cv/climateca/>

OIDE (2025) Oficina de Información Diplomática, Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación de España. Ficha país Cabo Verde.

OECD (2018) Oficina Económica y Comercial de España en Dakar. Informe económico y comercial: Cabo Verde (Actualizado a julio de 2018) [PDF]. ICEX España Exportación e Inversiones.

Pacific Disaster Center. (2021). Informe final del Análisis Nacional de Capacidades para la Gestión de Desastres (NDPBA-PAN).

https://www.pdc.org/wp-content/uploads/NDPBA_PAN_Final_Report_Spanish_vF.pdf

PEREIRA, J. (2018). Evidências das mudanças climáticas em Cabo Verde e seus impactos sobre alguns sectores. *REDE–Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, 12(3), 107–115.

Ramos, K. R. D. (2014). Mudanças climáticas e os desafios do setor dos recursos hídricos em Cabo Verde. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 5(1), 180–197. <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0013>

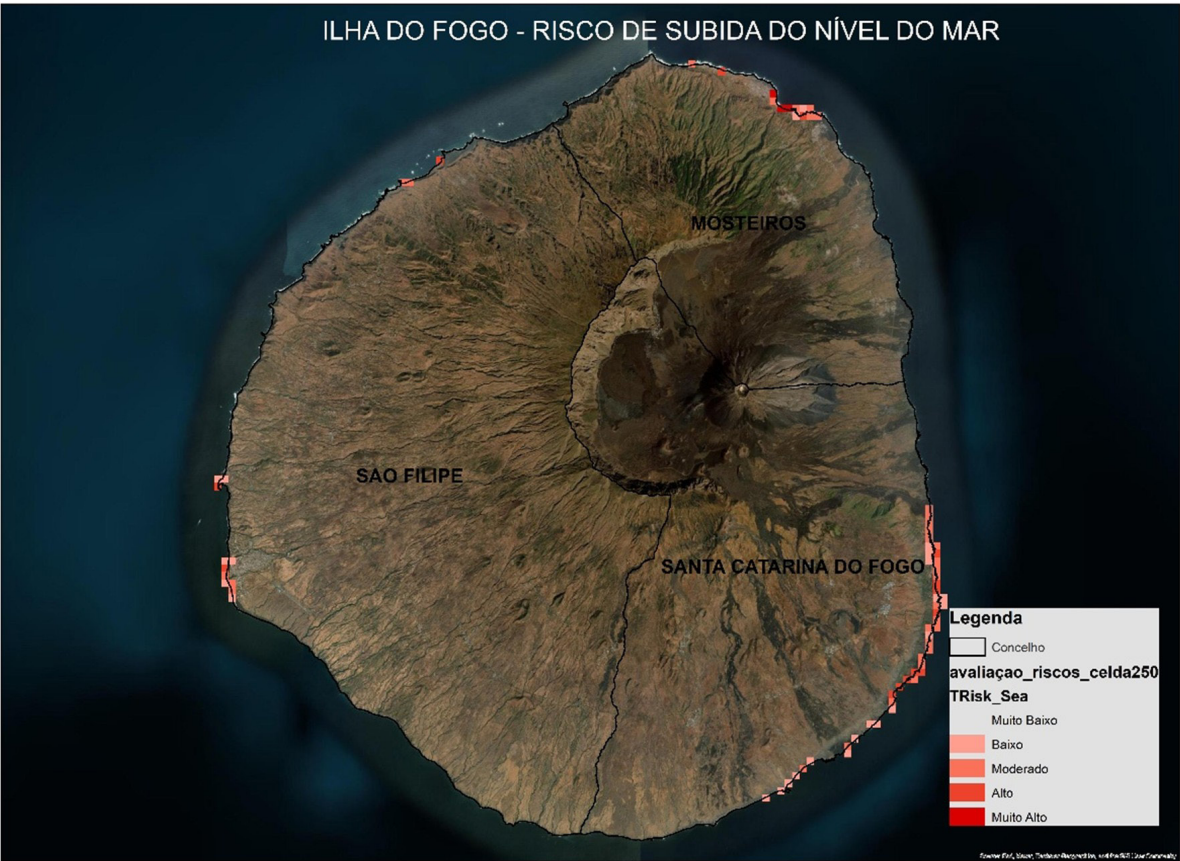
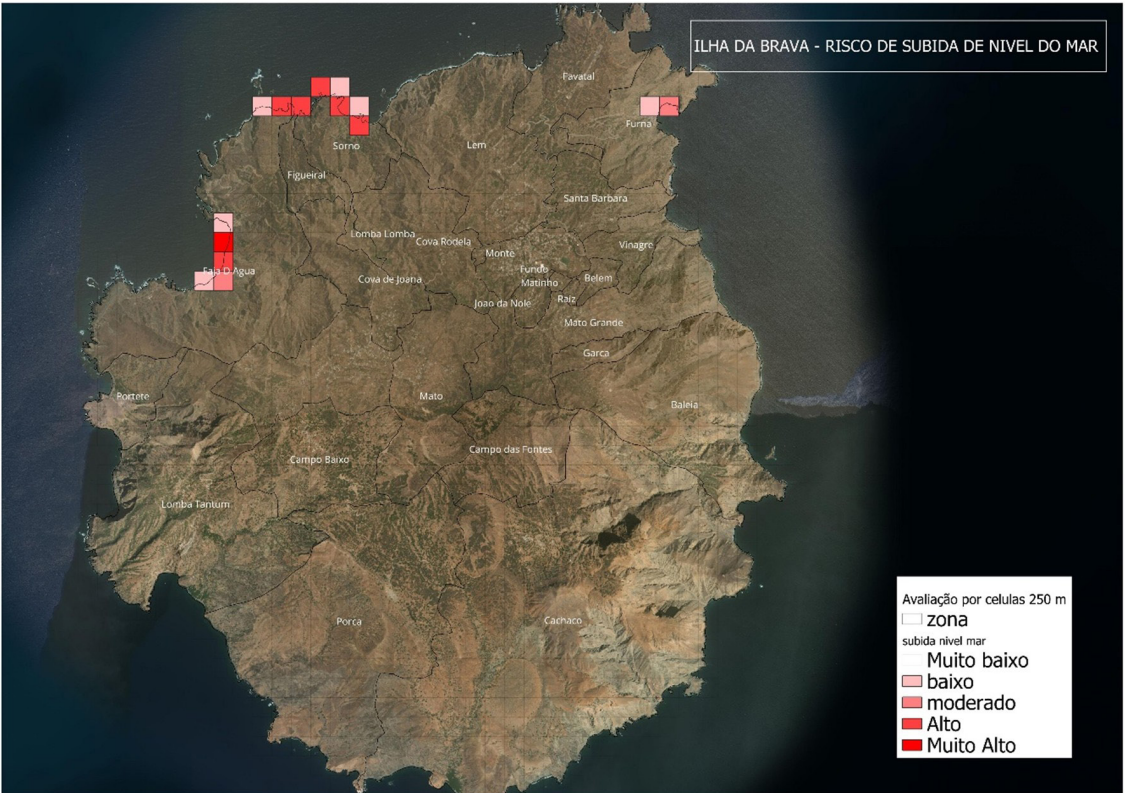
Rodrigues, A. M. F. T. de C. (2015). Gestão do risco e políticas públicas: Política de habitação em Cabo Verde.

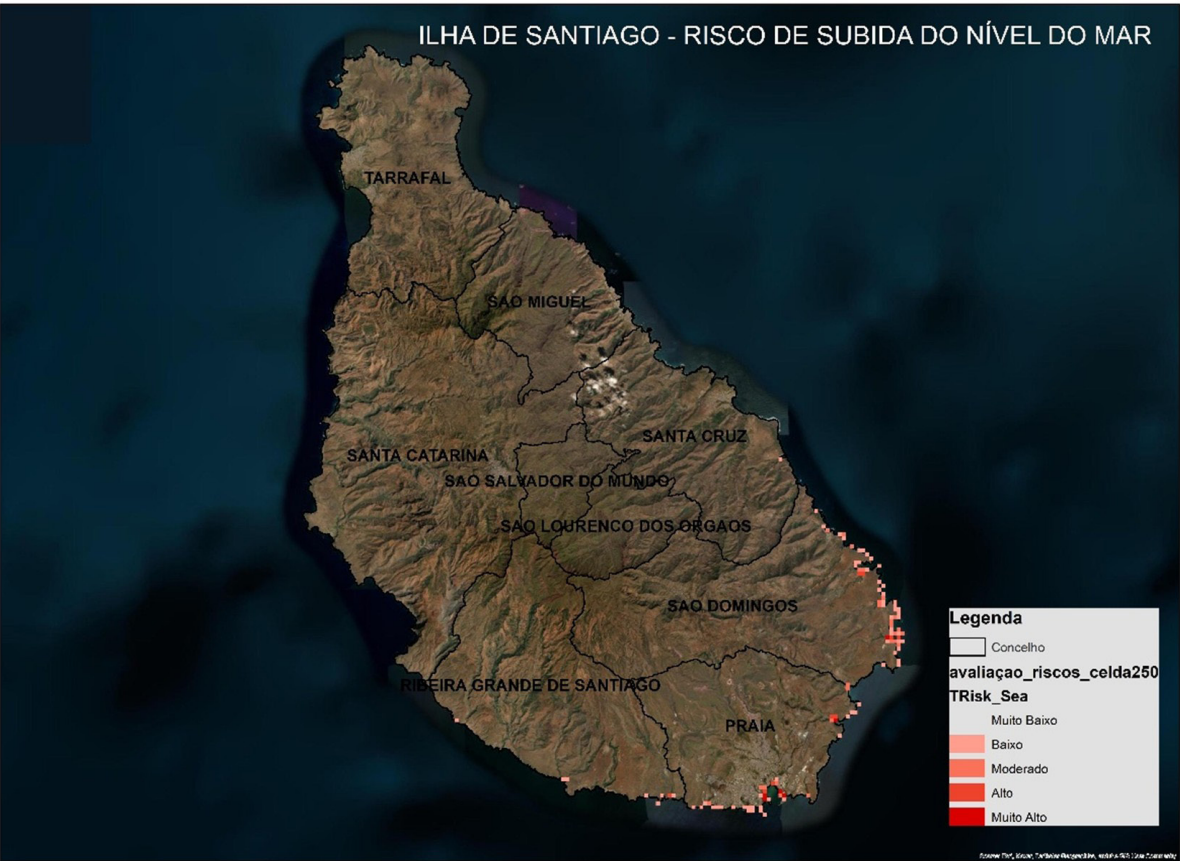
Perkins, S. E., & Alexander, L. V. (2013). On the Measurement of Heat Waves. *Journal of Climate*, 26(13), 4500–4517. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/26/13/jcli-d-12-00383.1.xml>

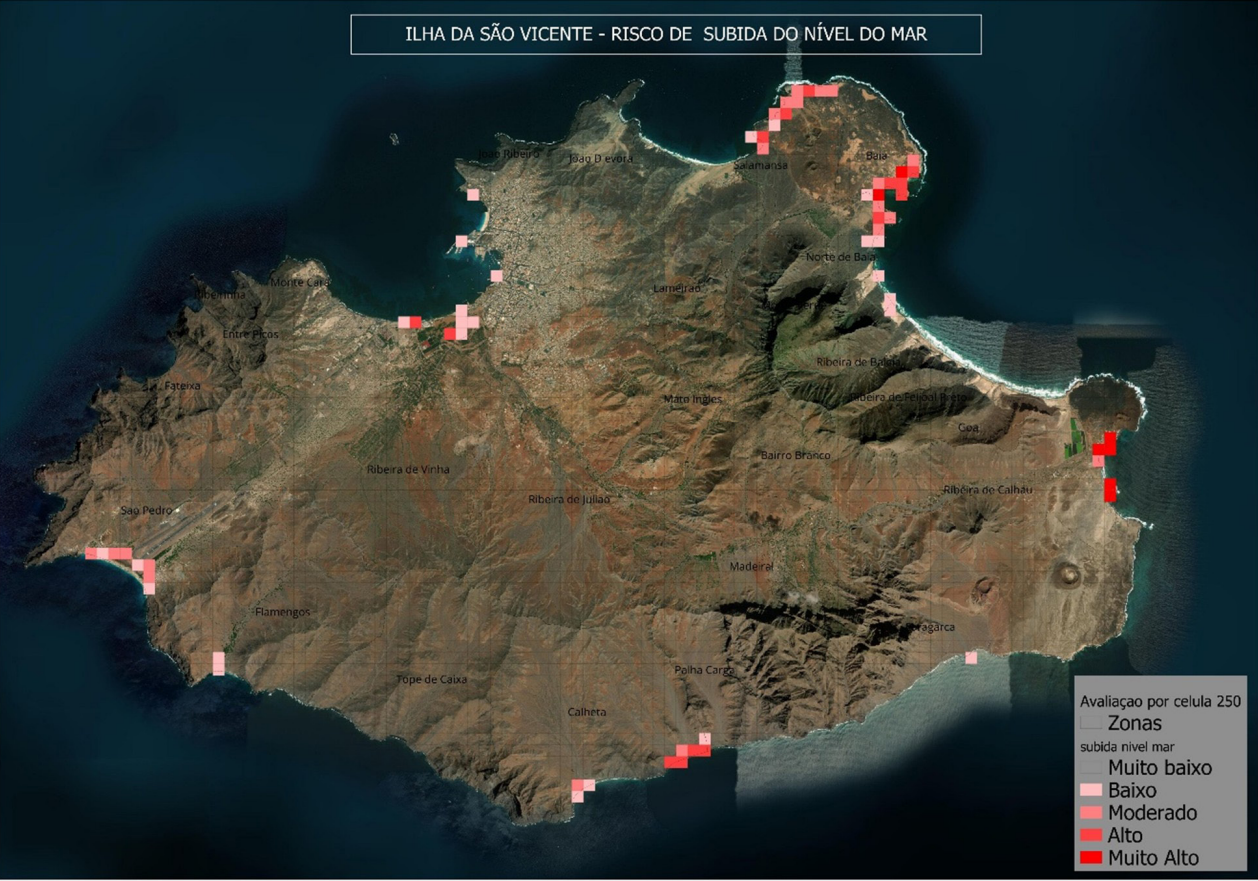
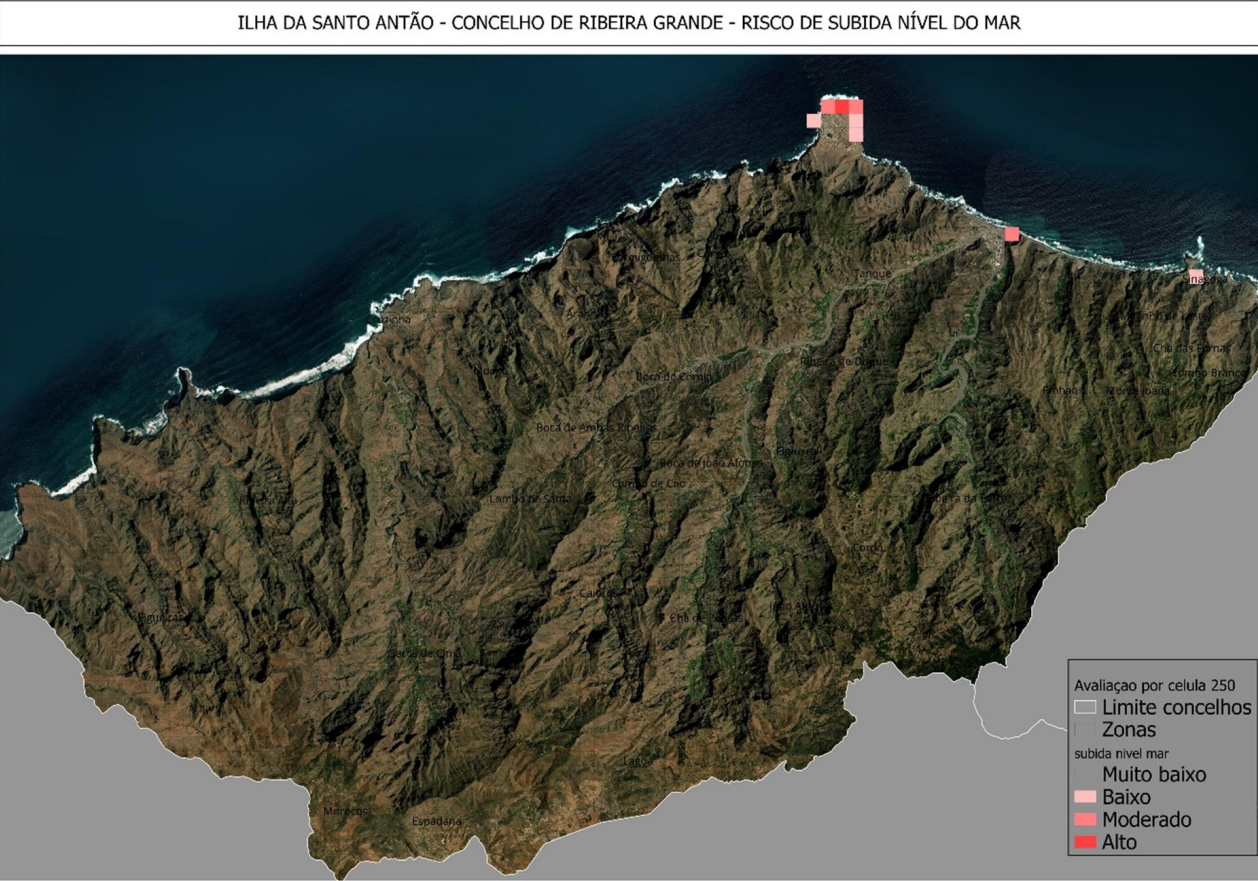
Anexos

Anexo I – Cartografias de Riscos Climáticos

I.I – Nível do mar

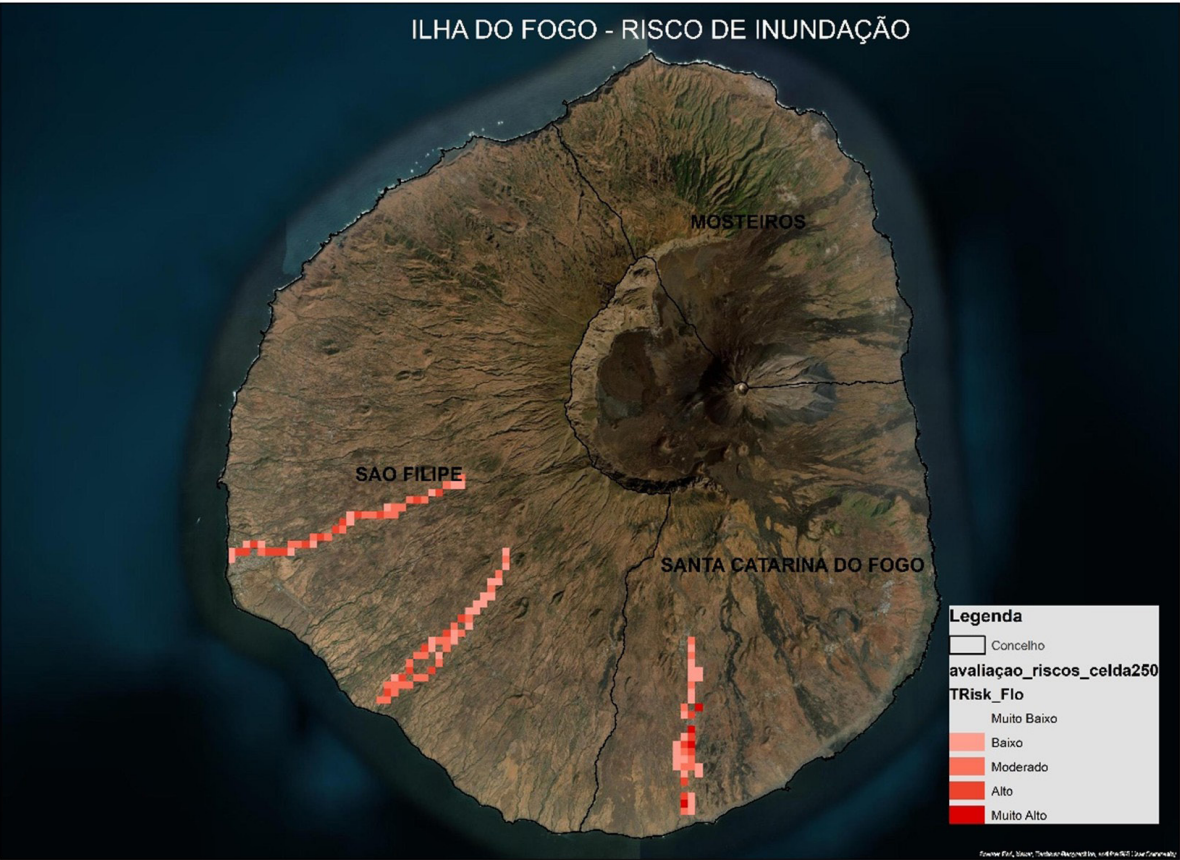
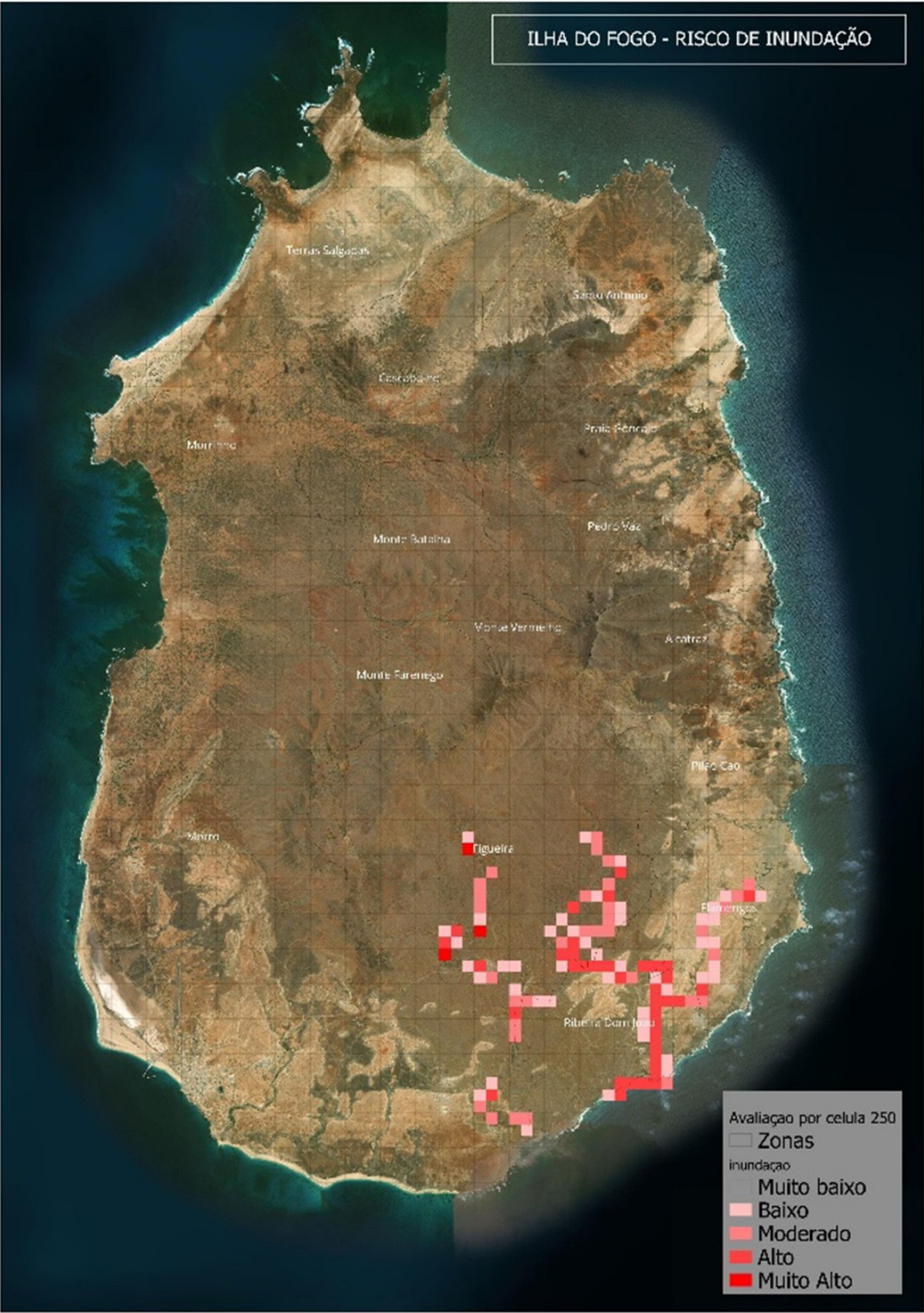
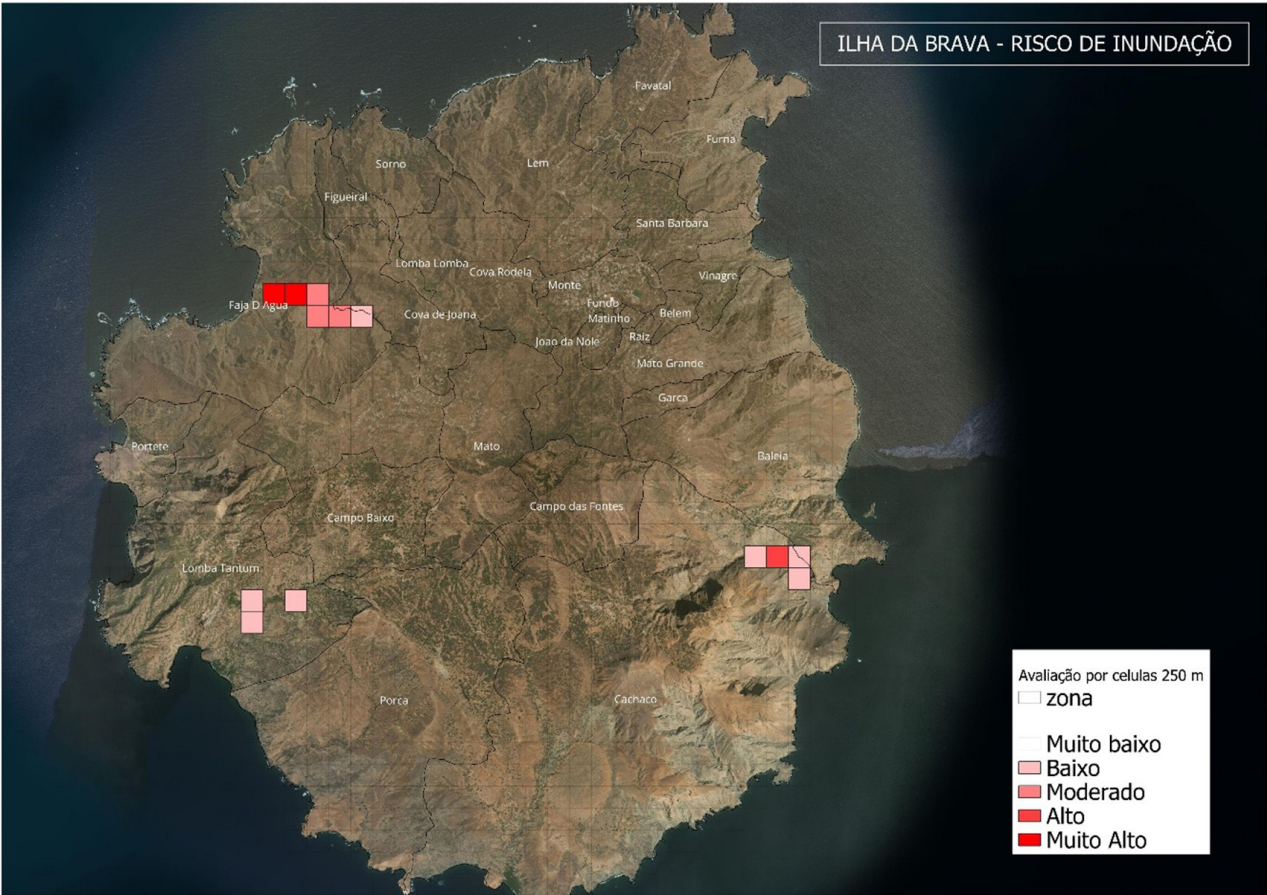


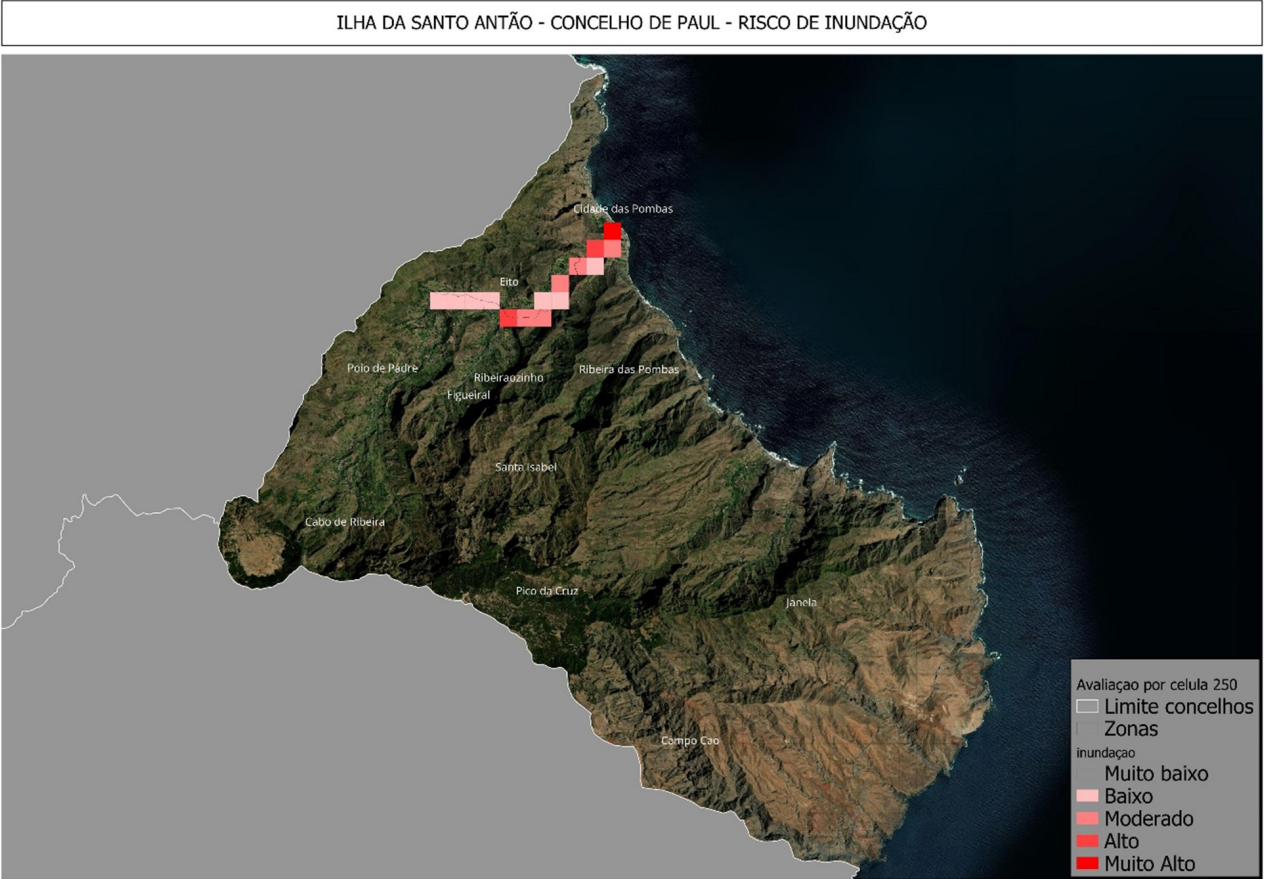


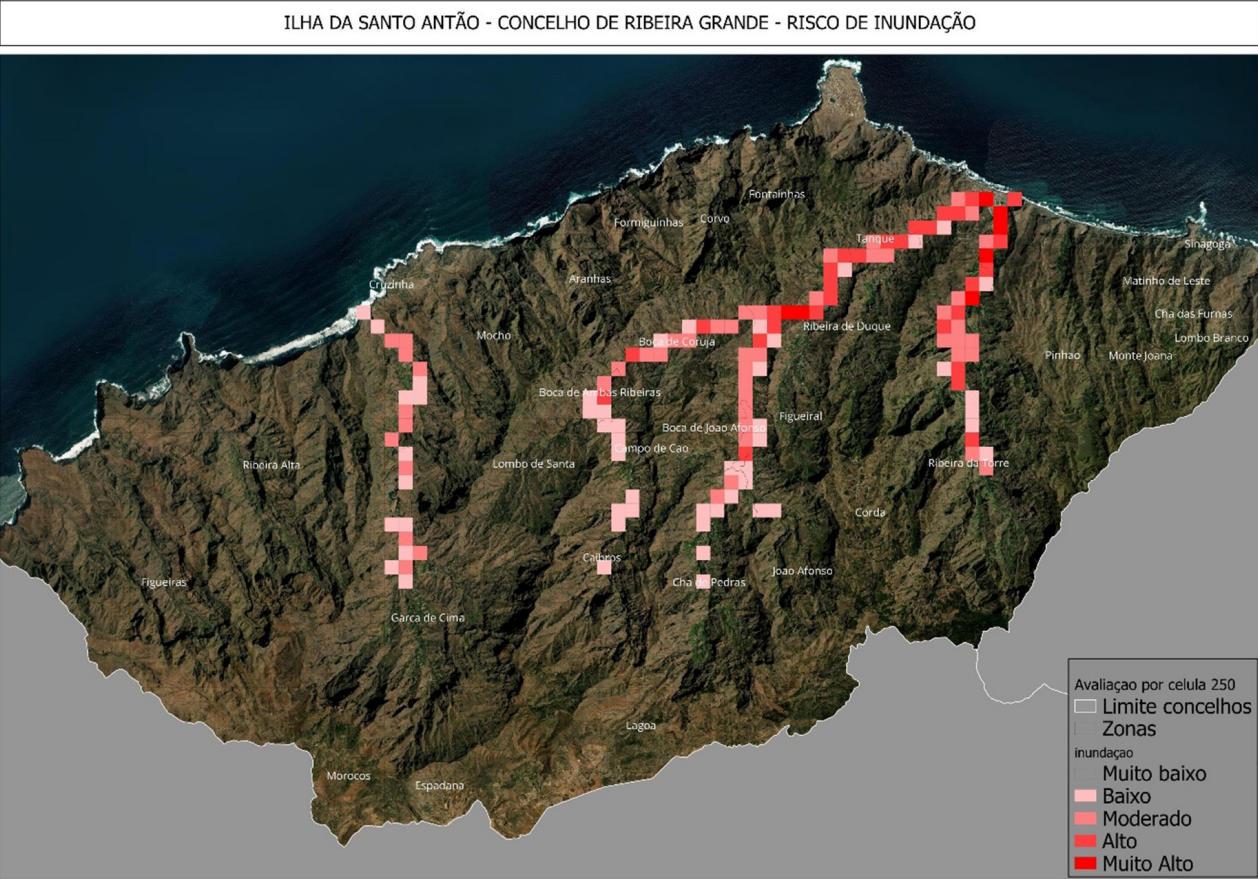


I.II - Inundações

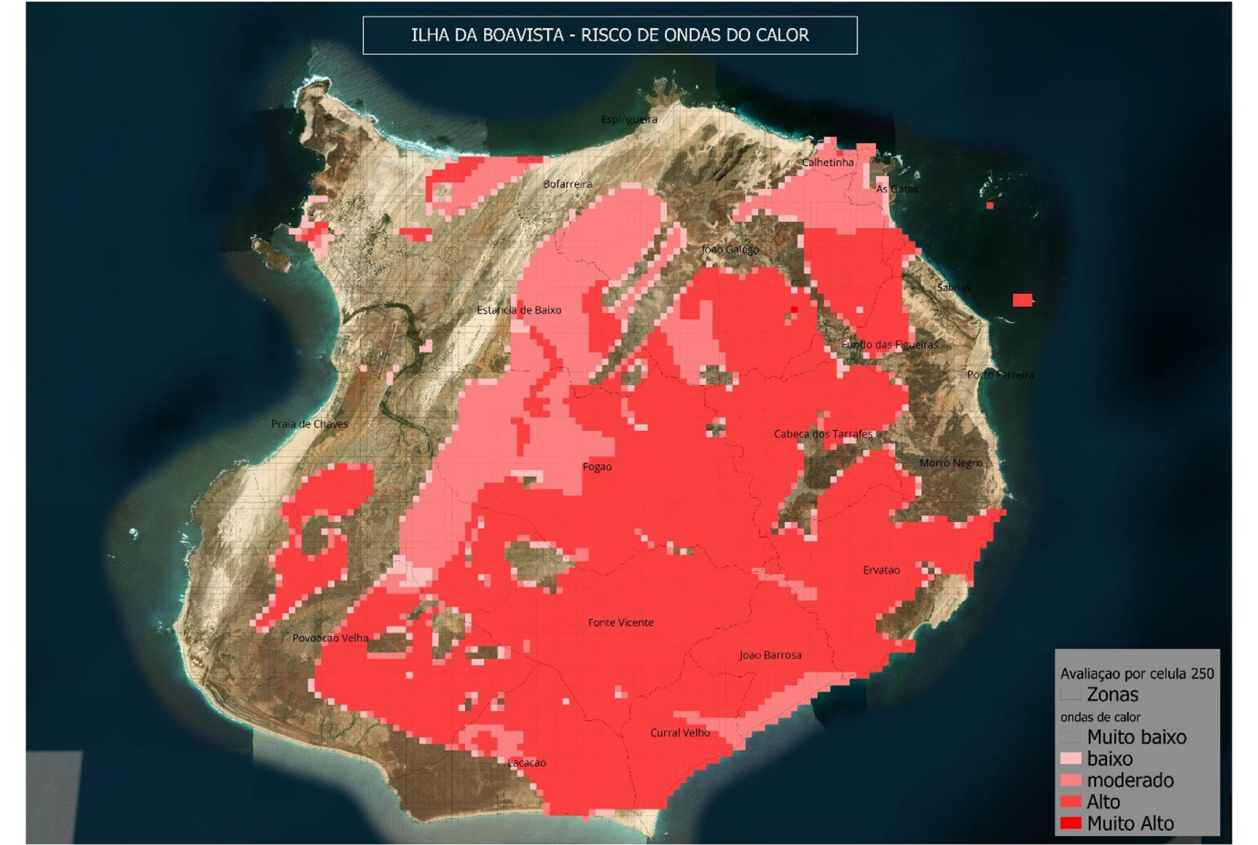


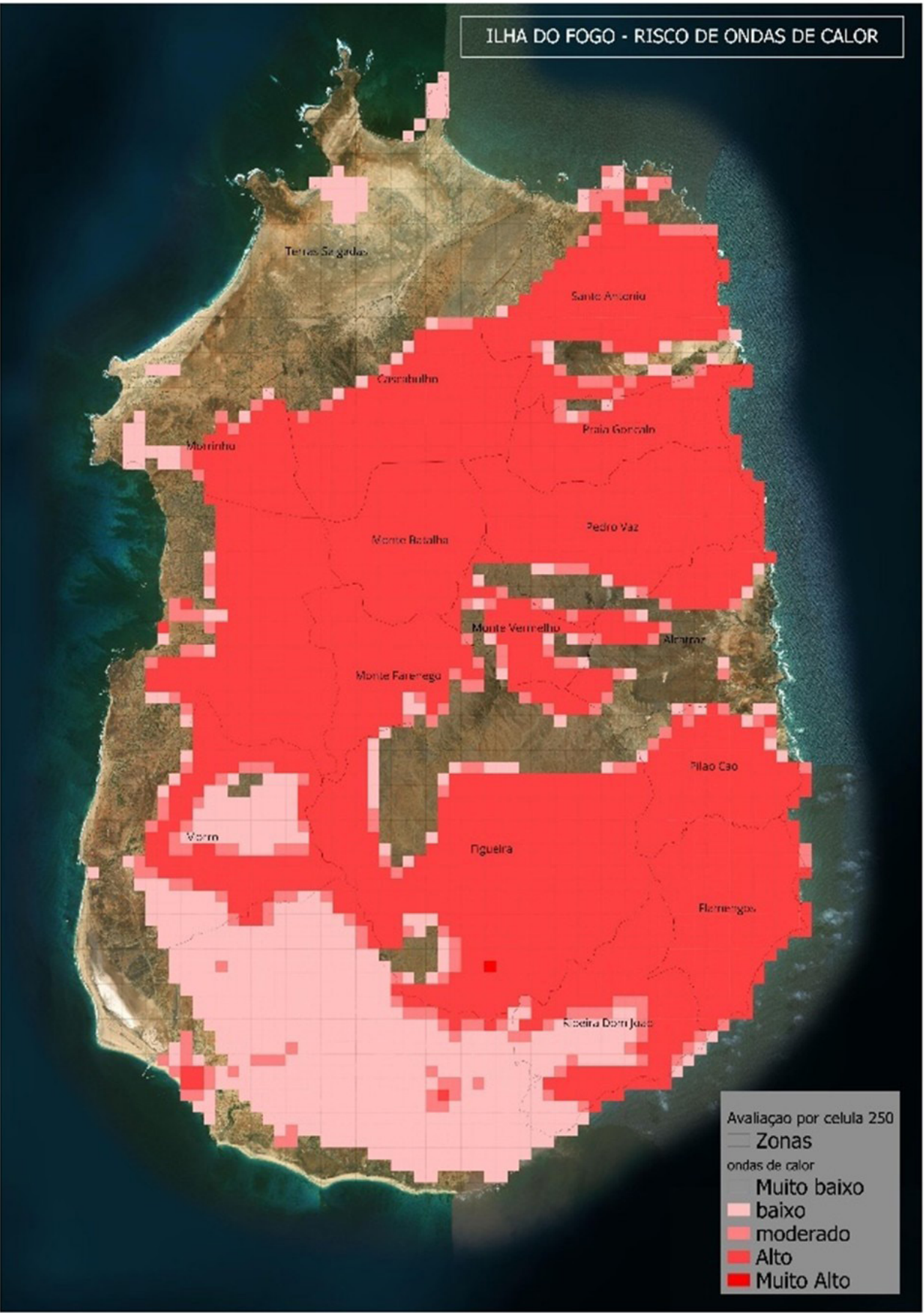
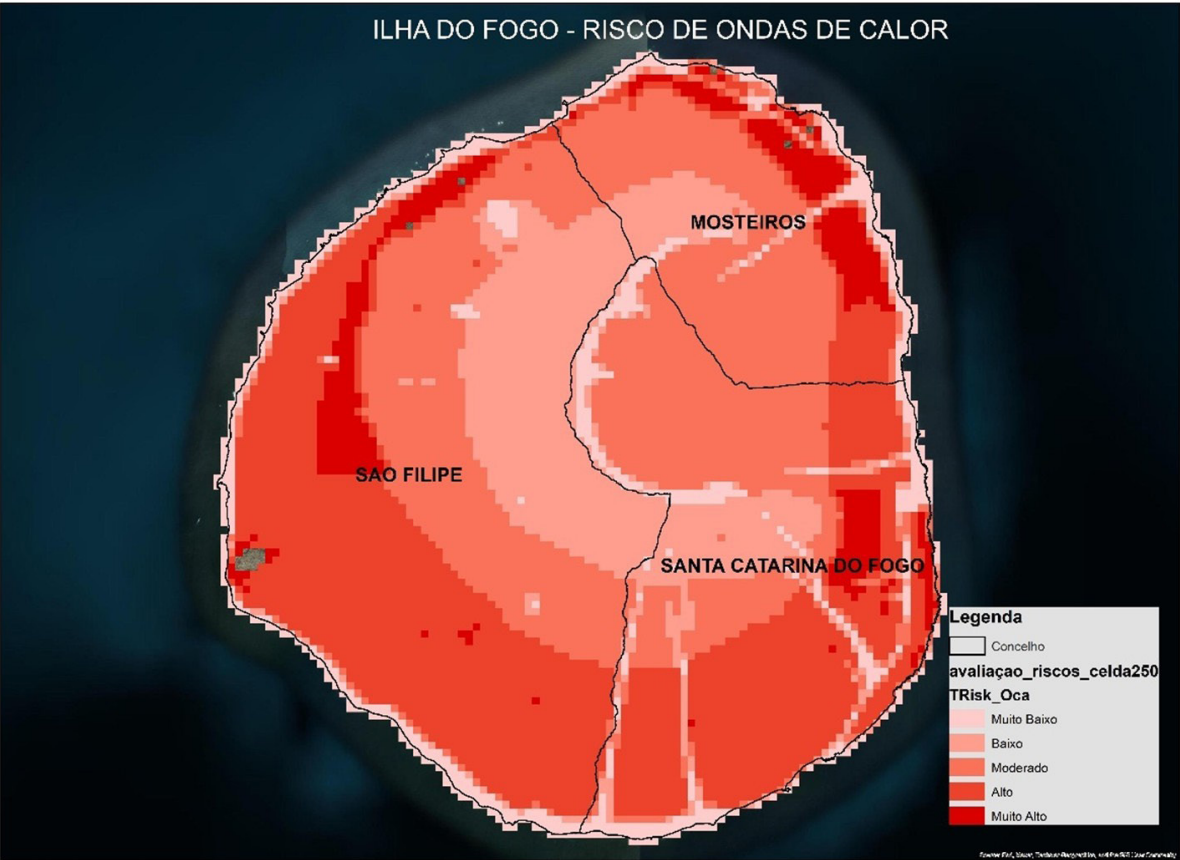
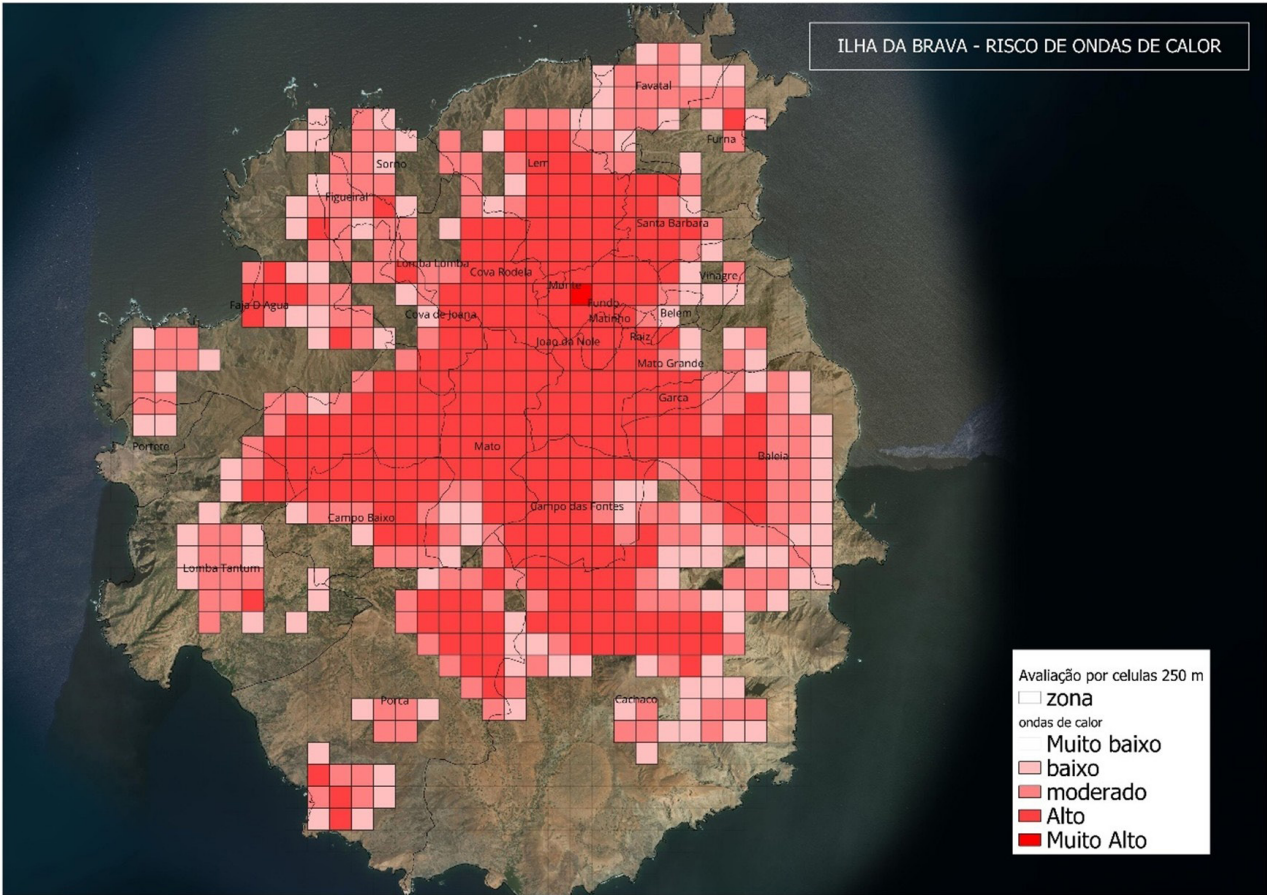


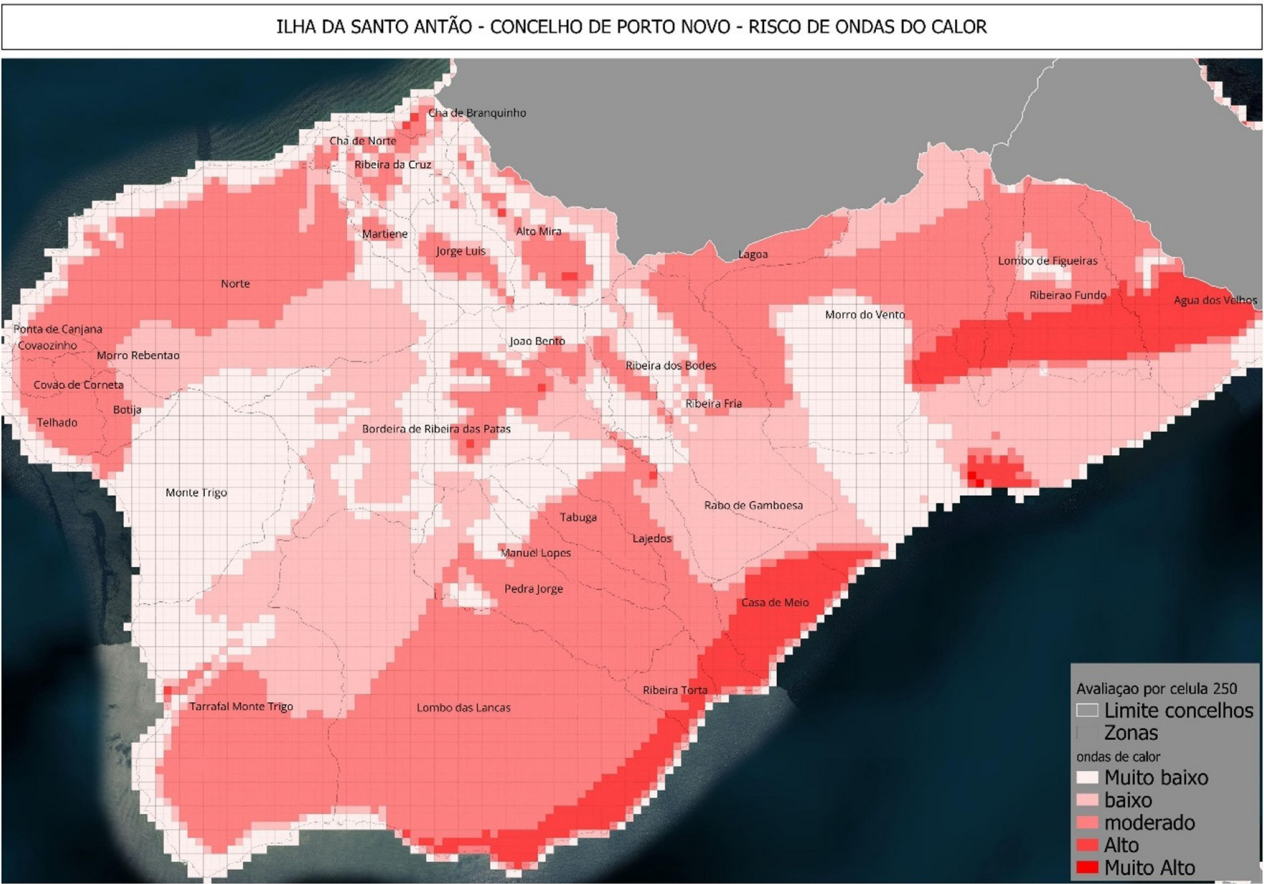
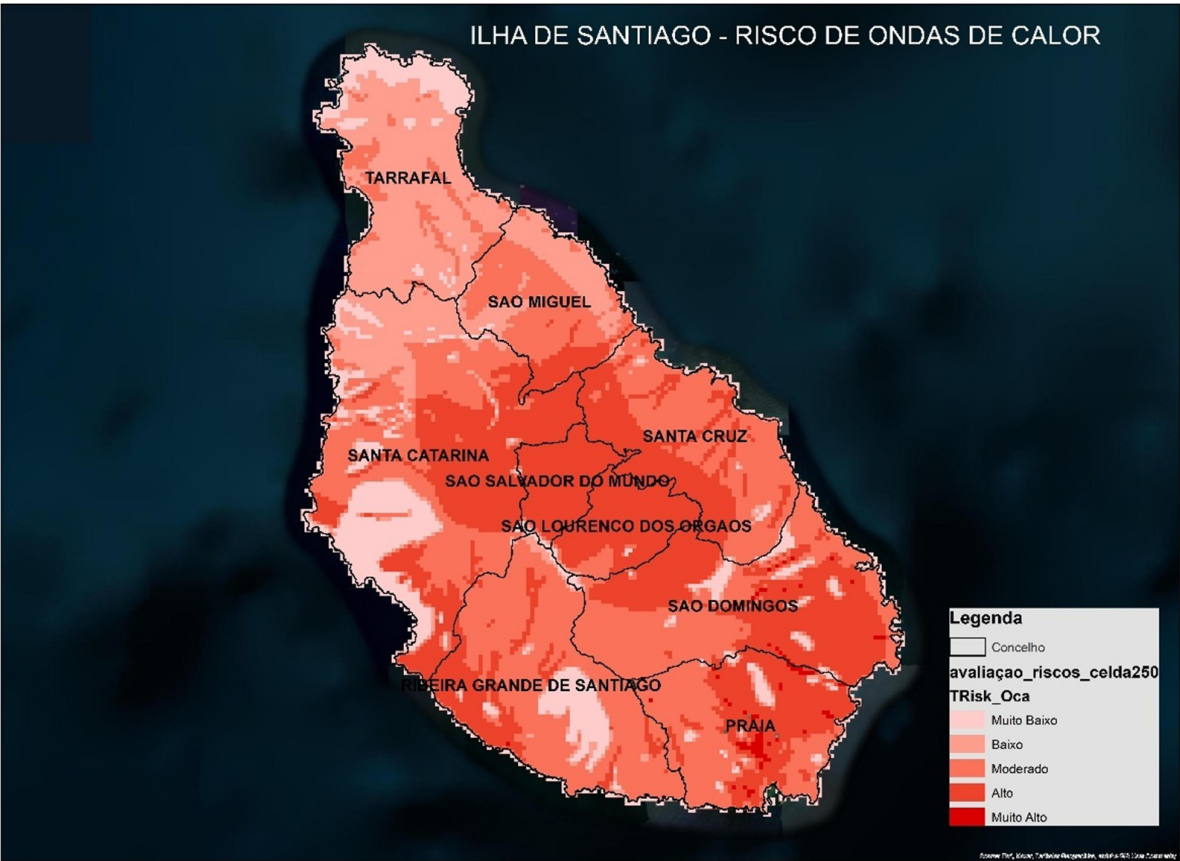
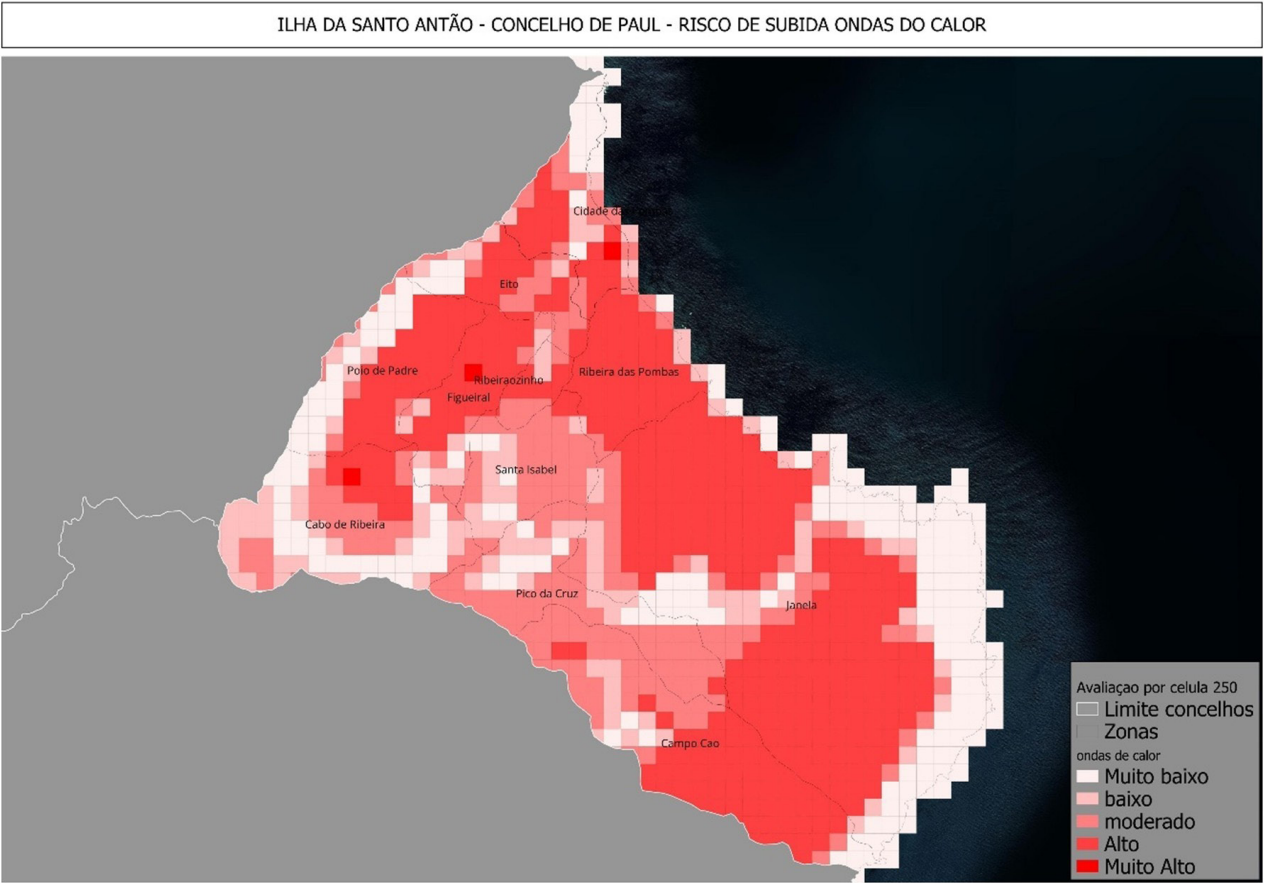
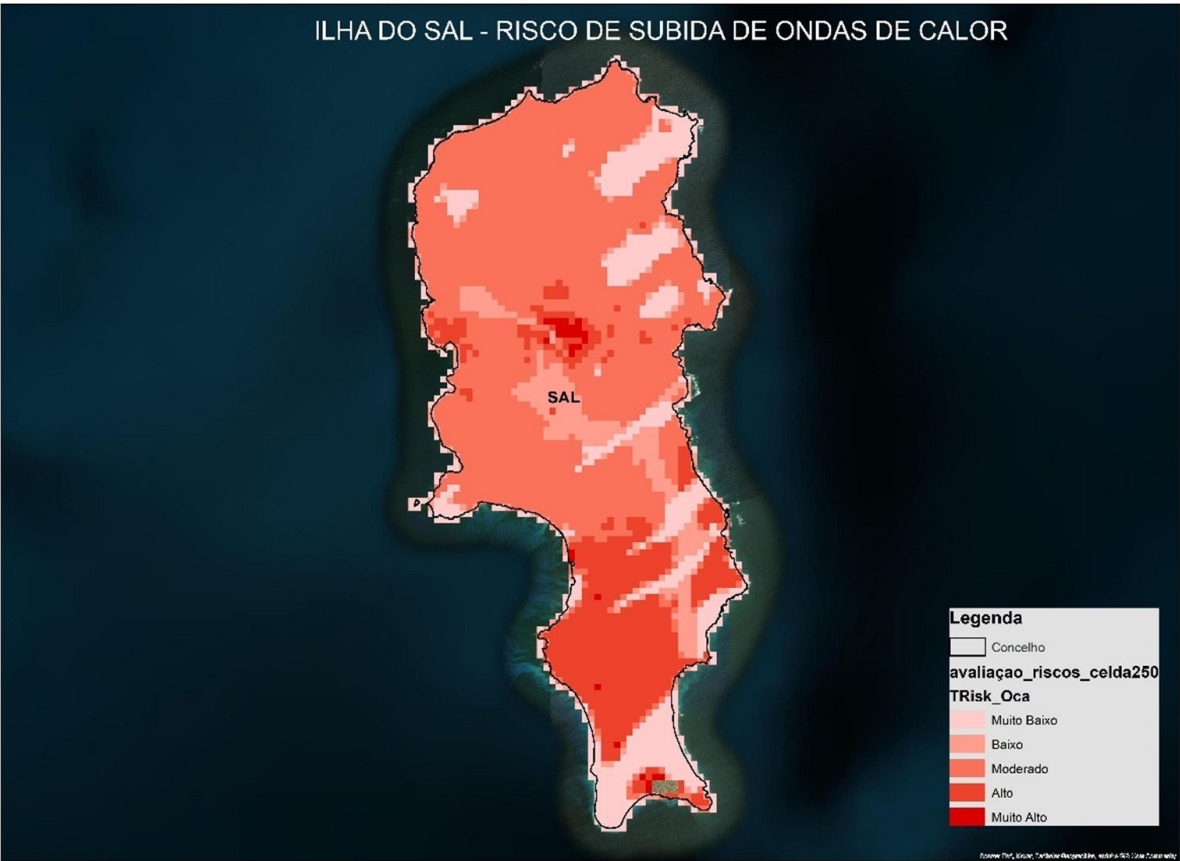


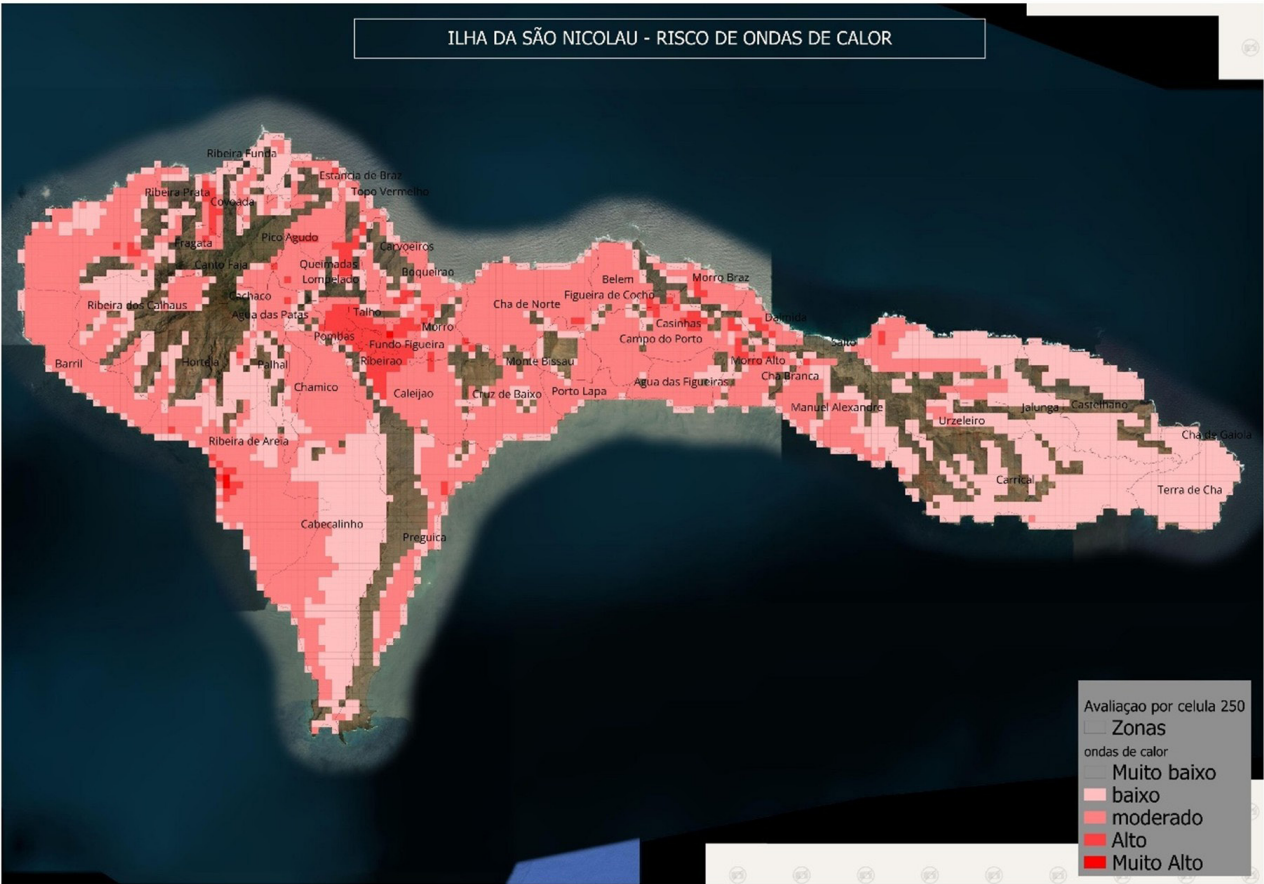
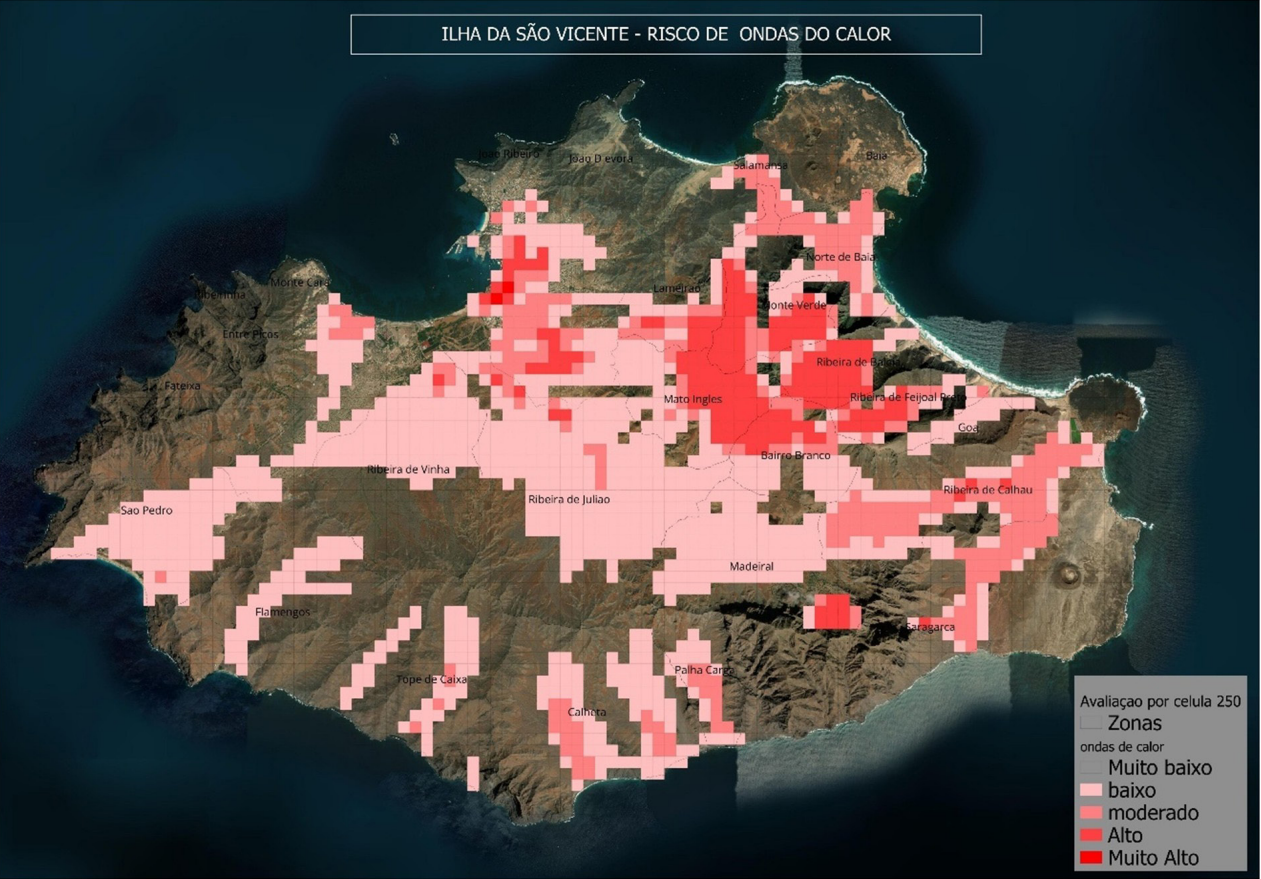
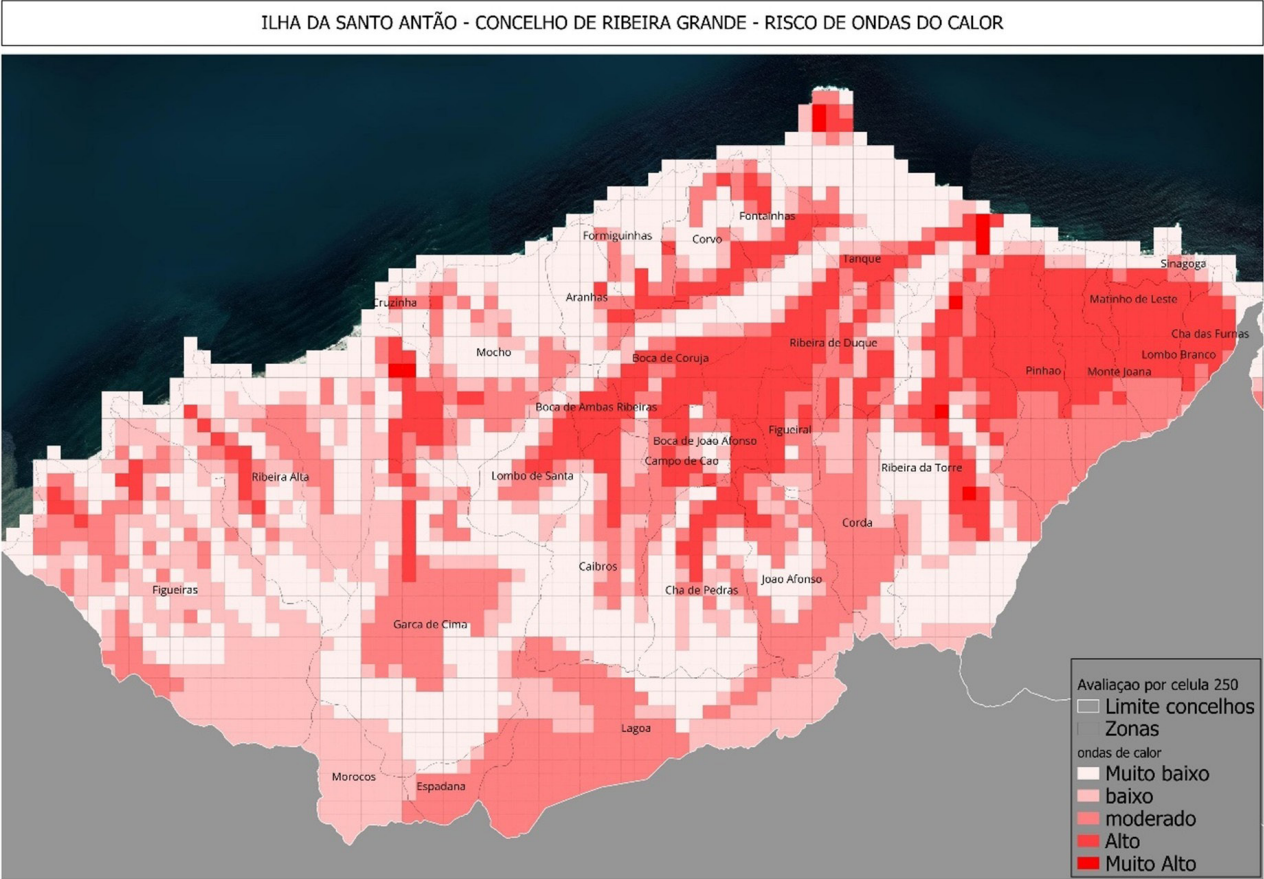


Ondas de Calor (Índice de duração 6 dias)

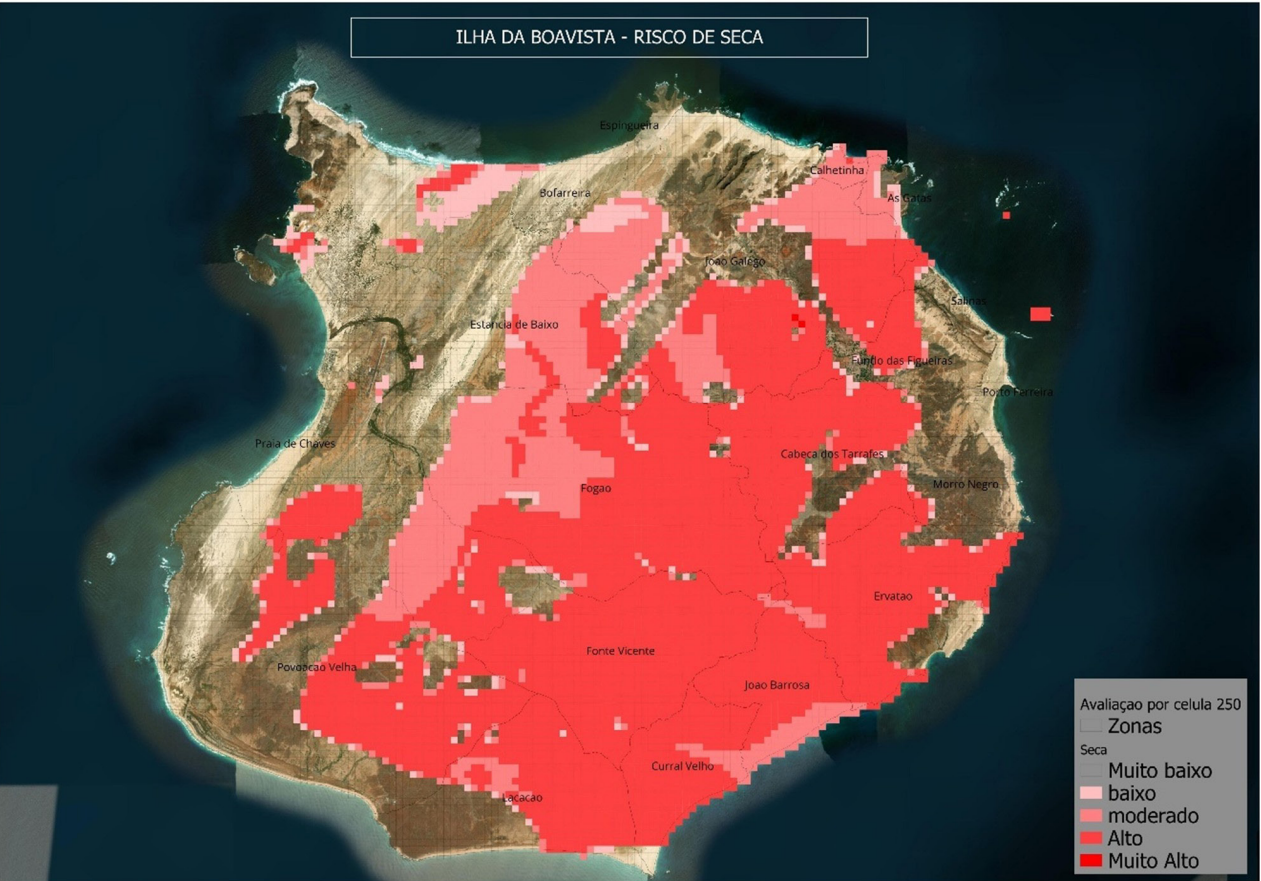


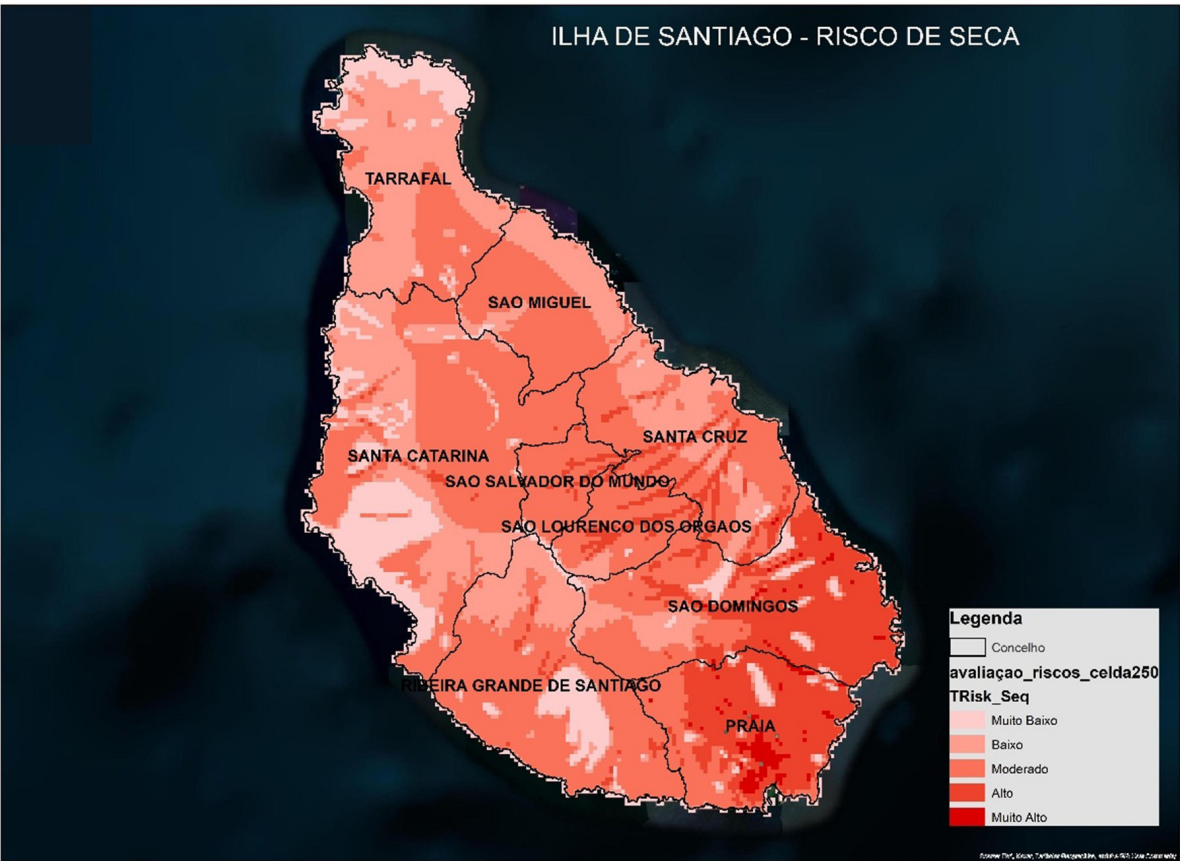
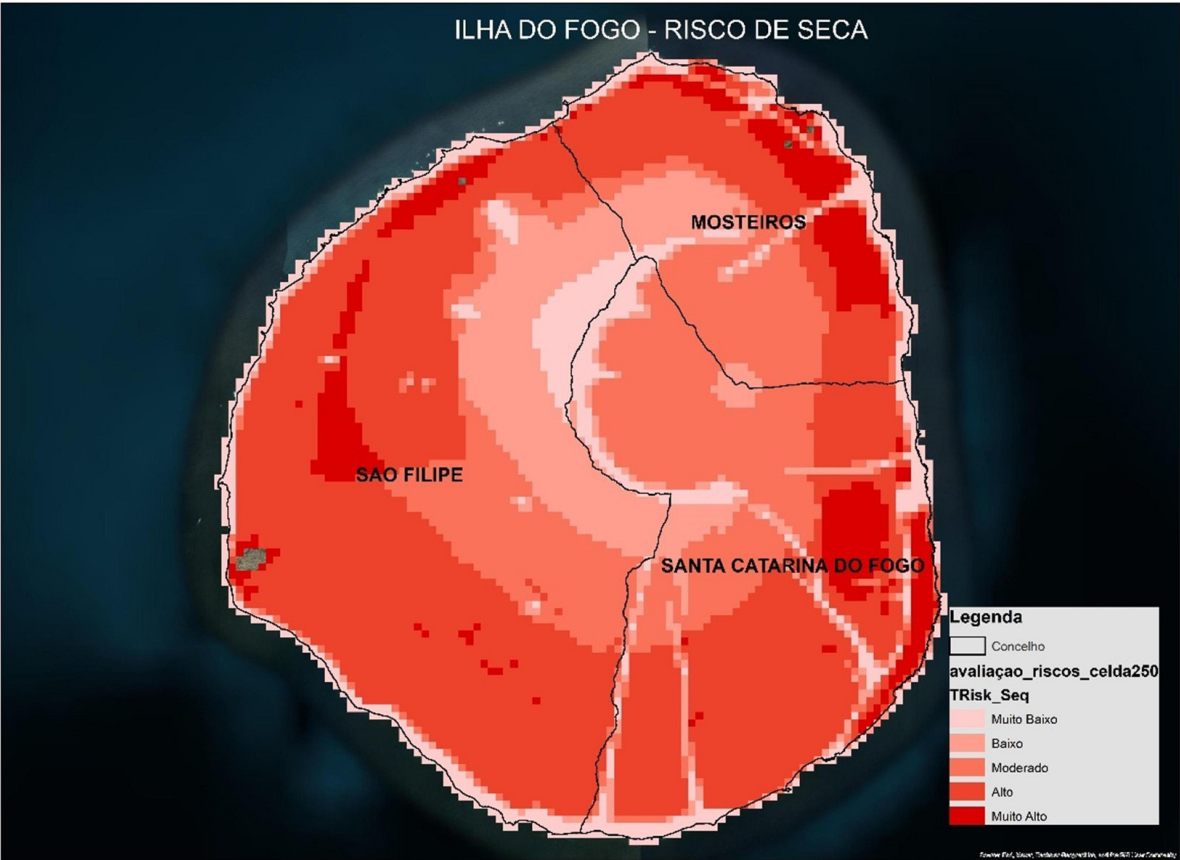
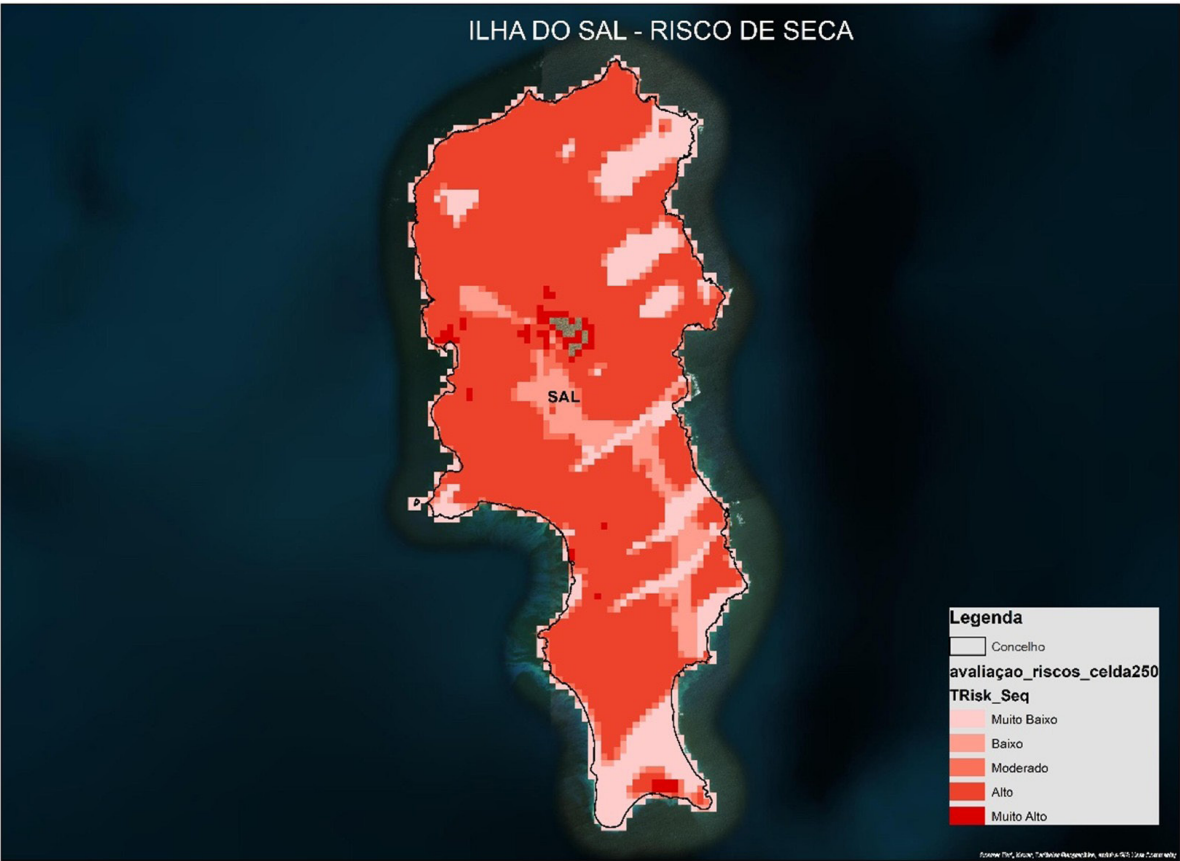
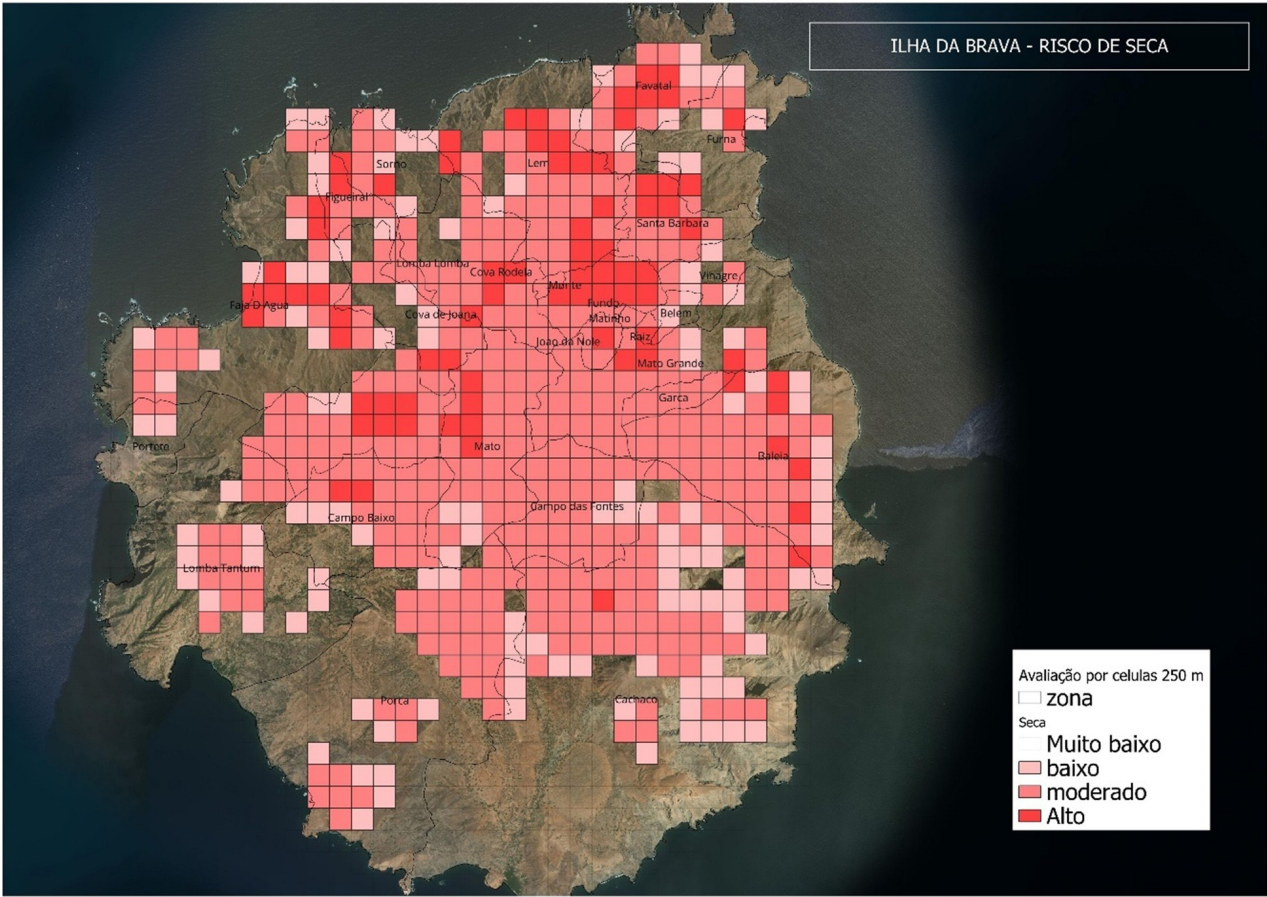


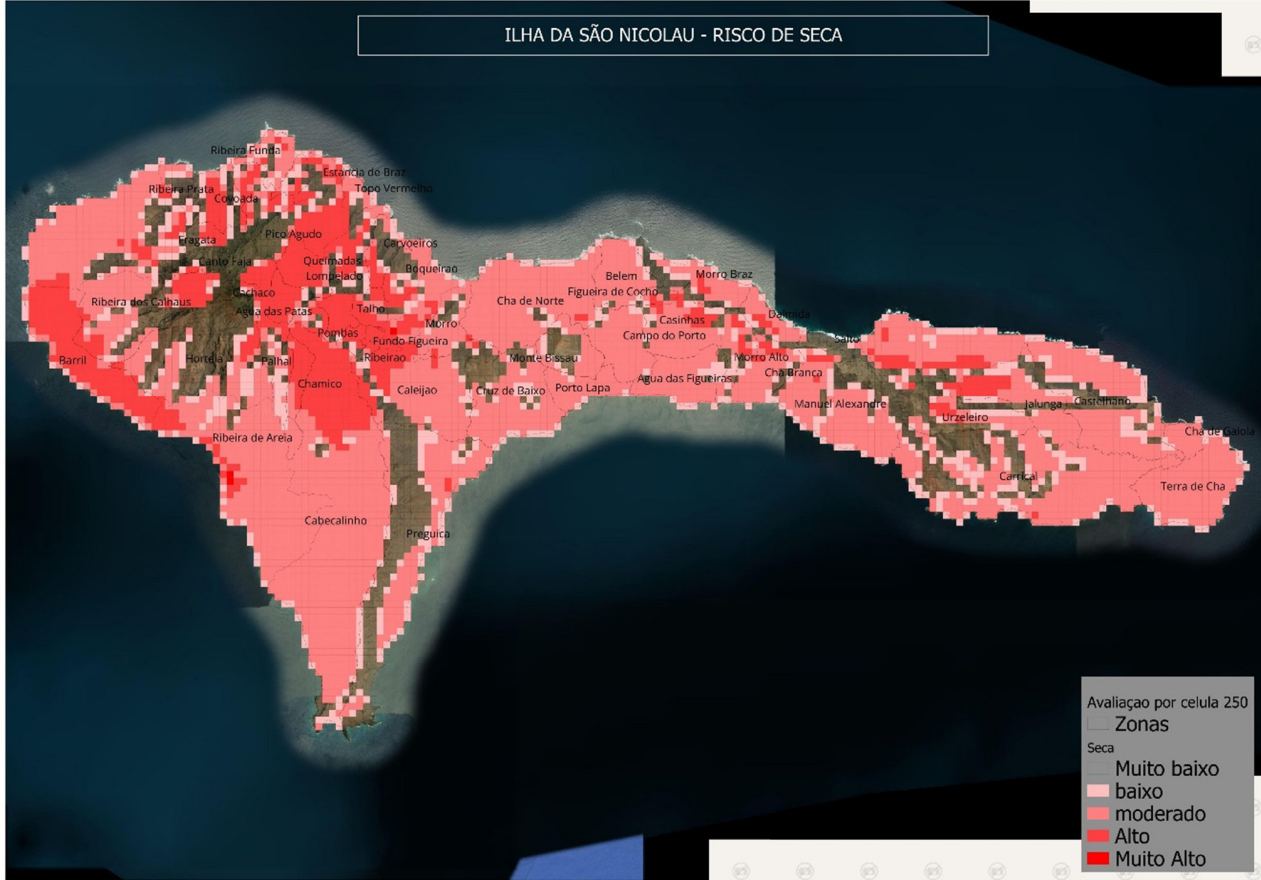
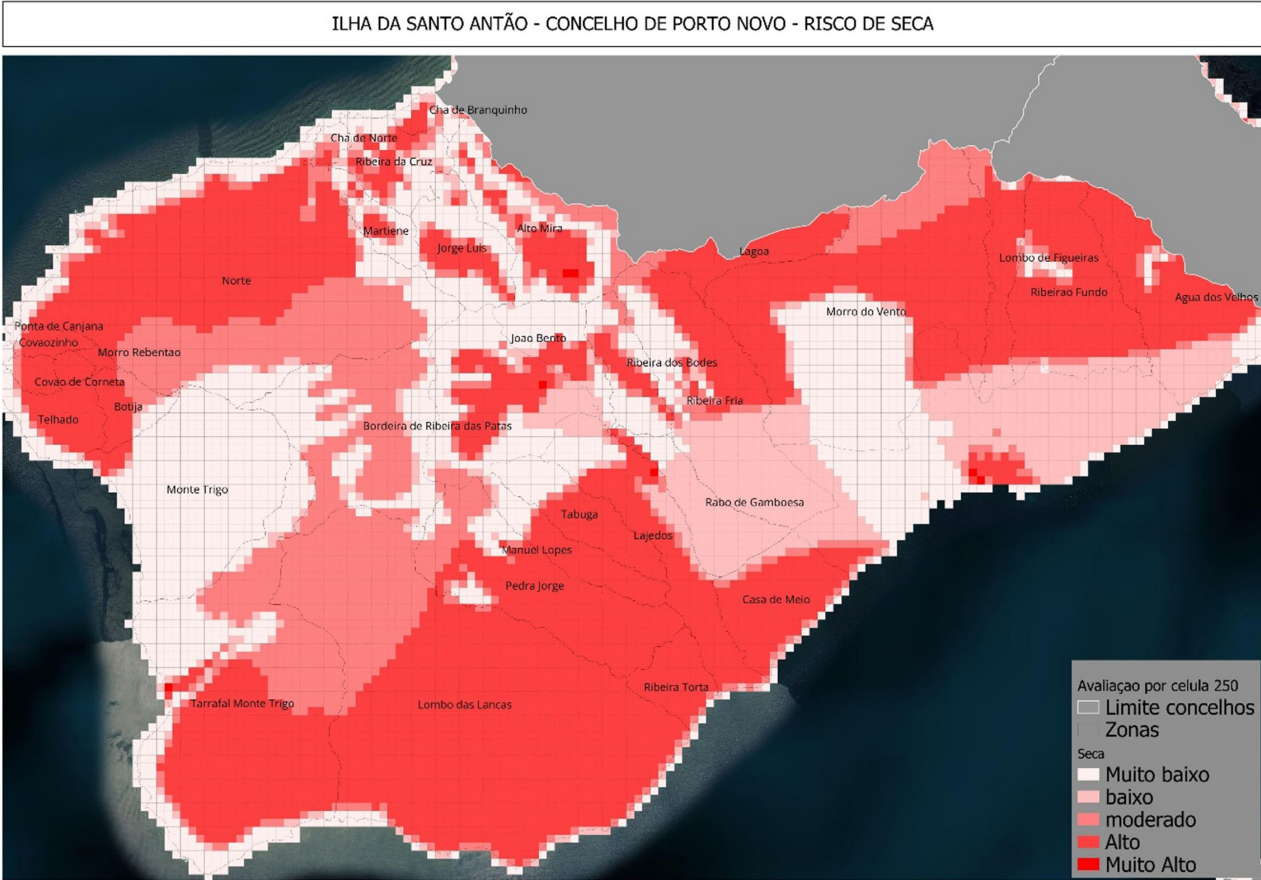
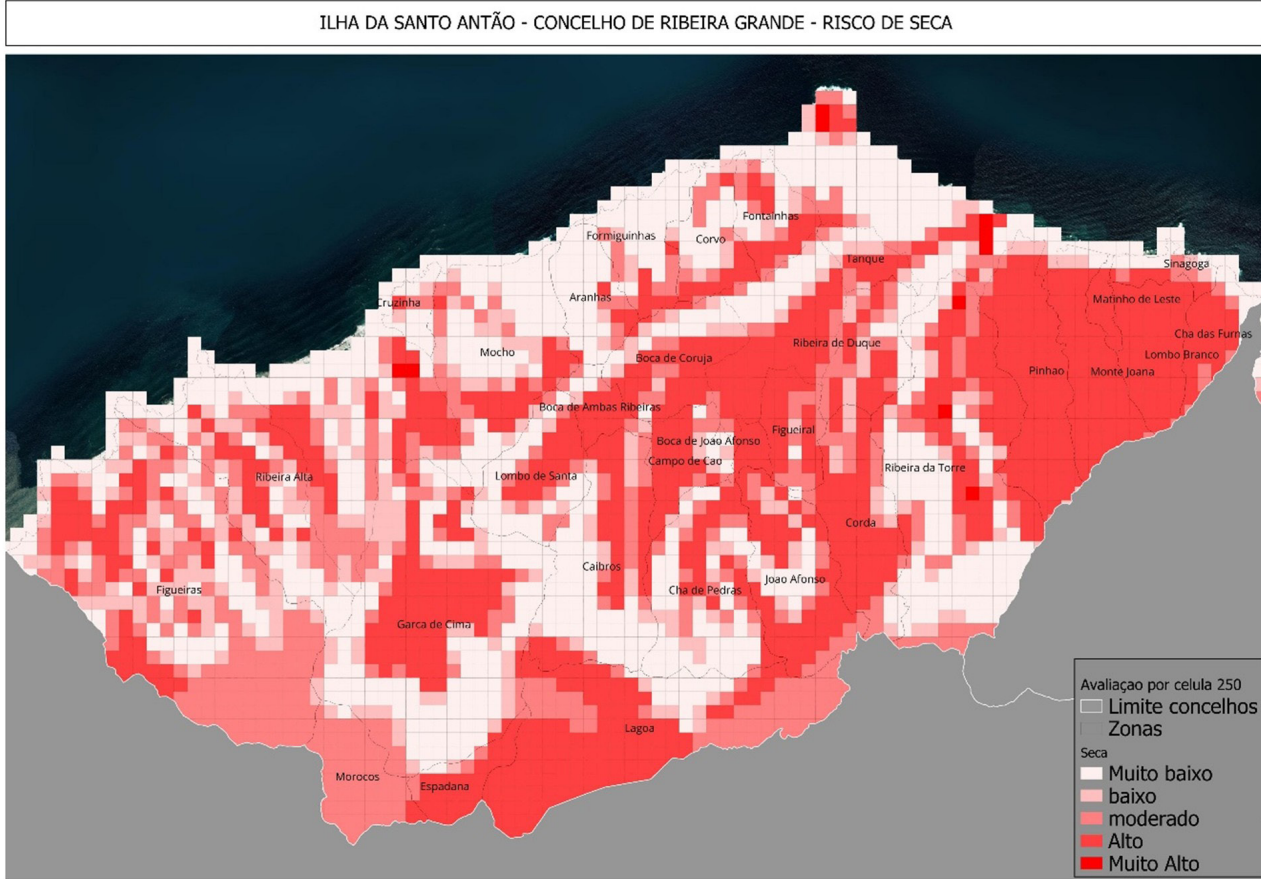


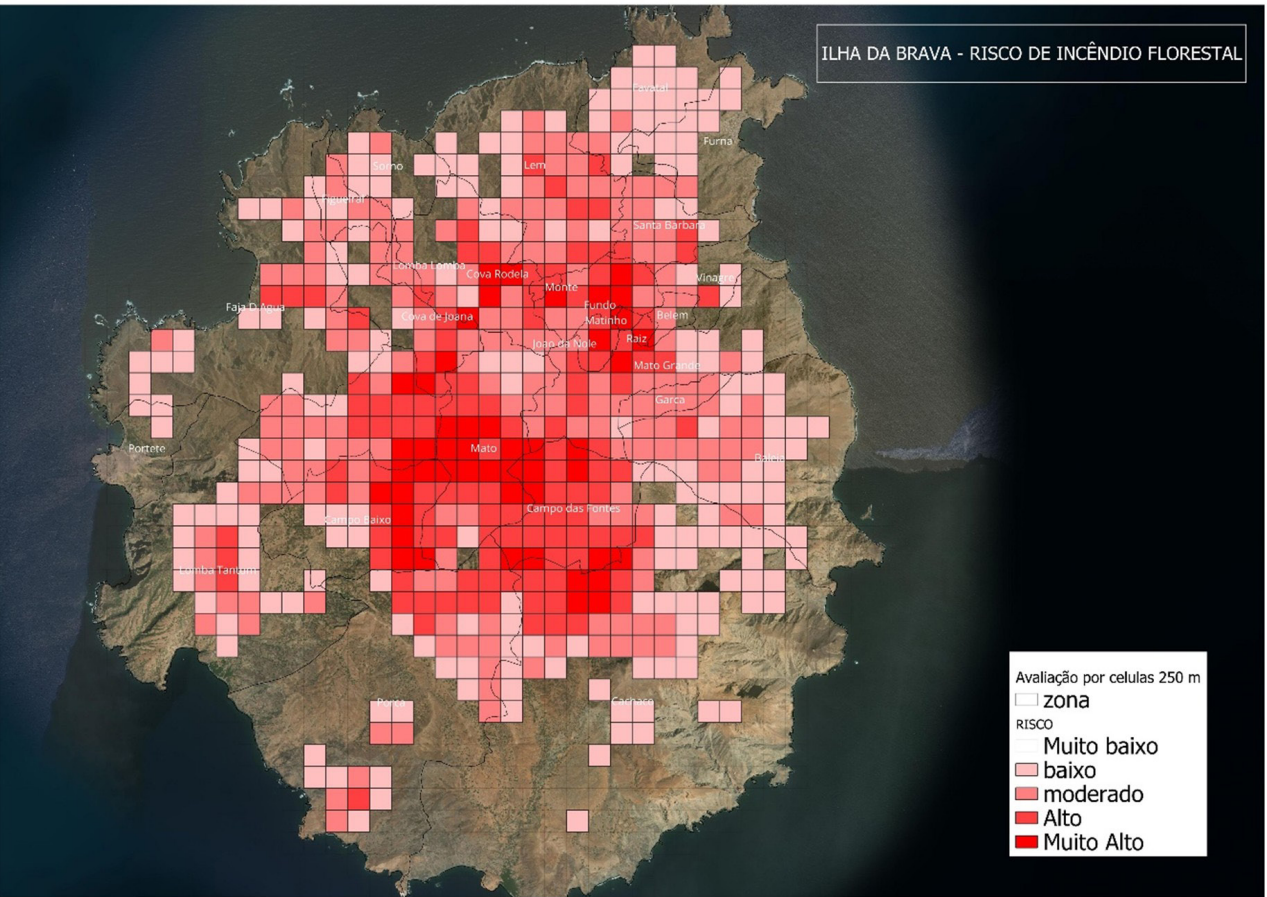
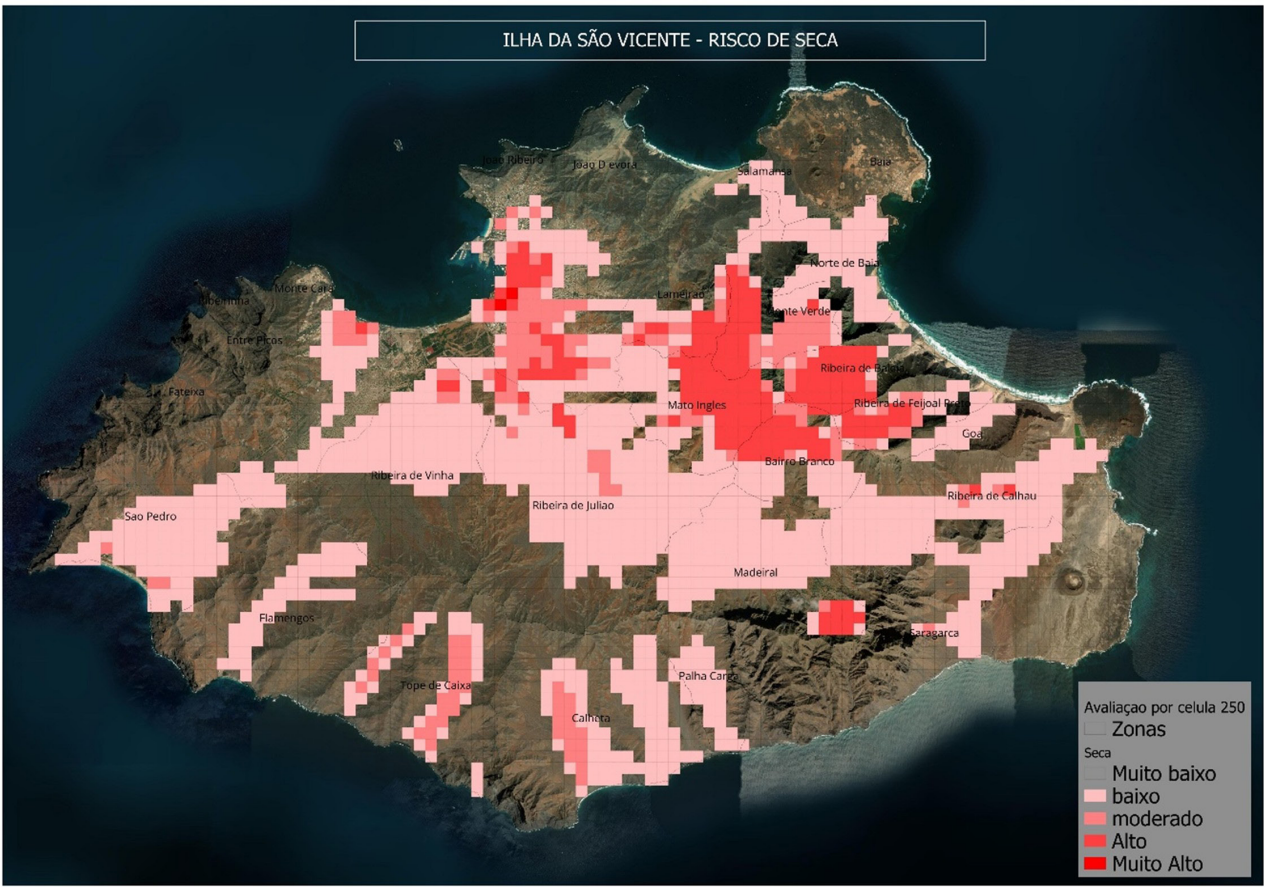


I.III - Seca

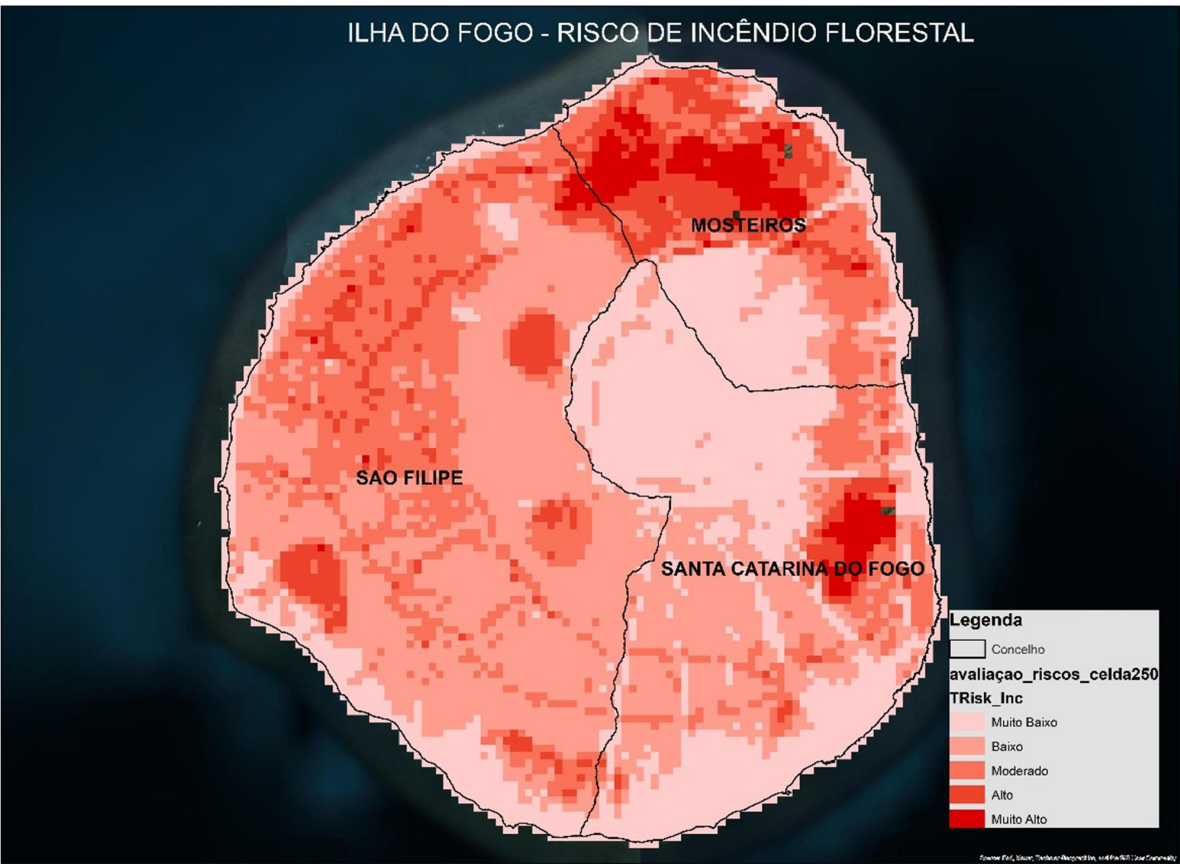
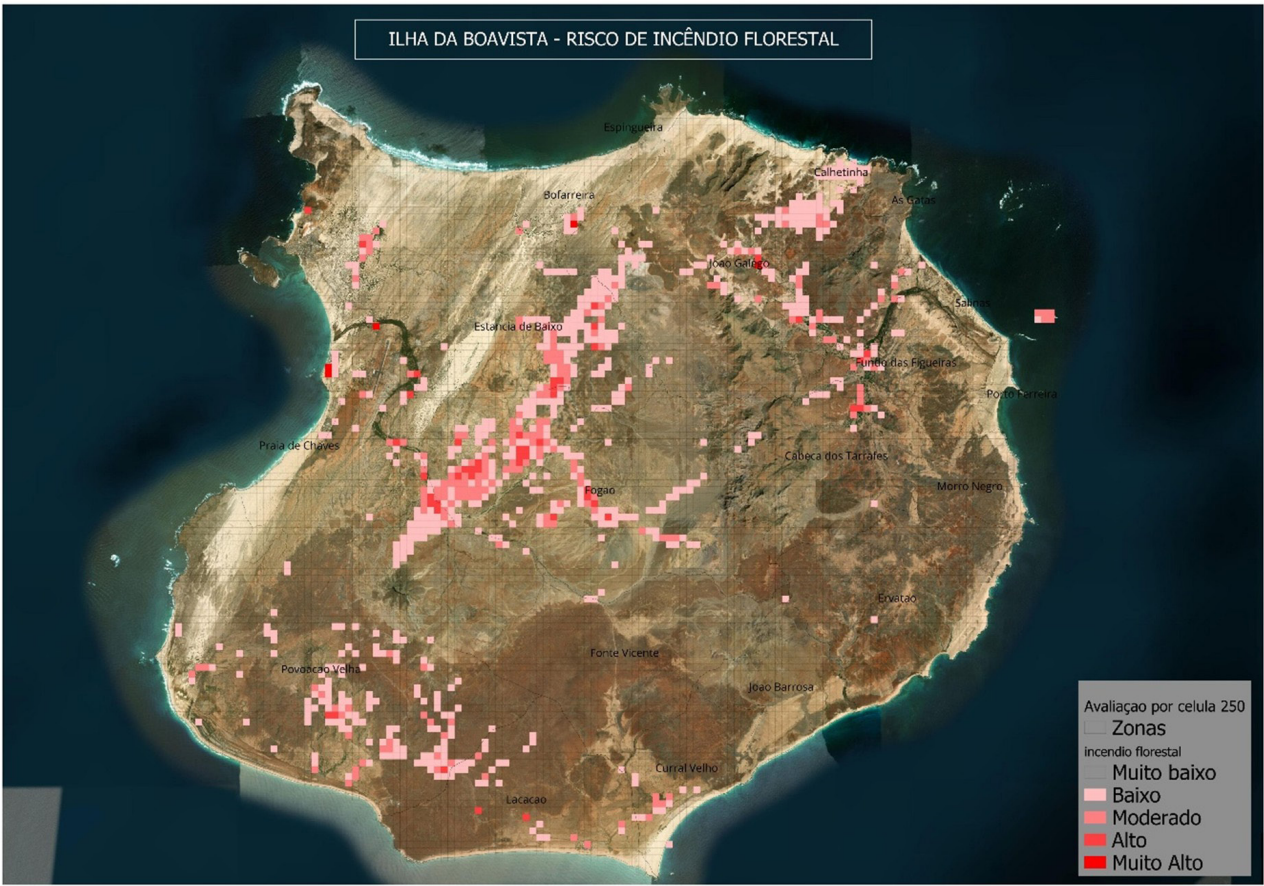


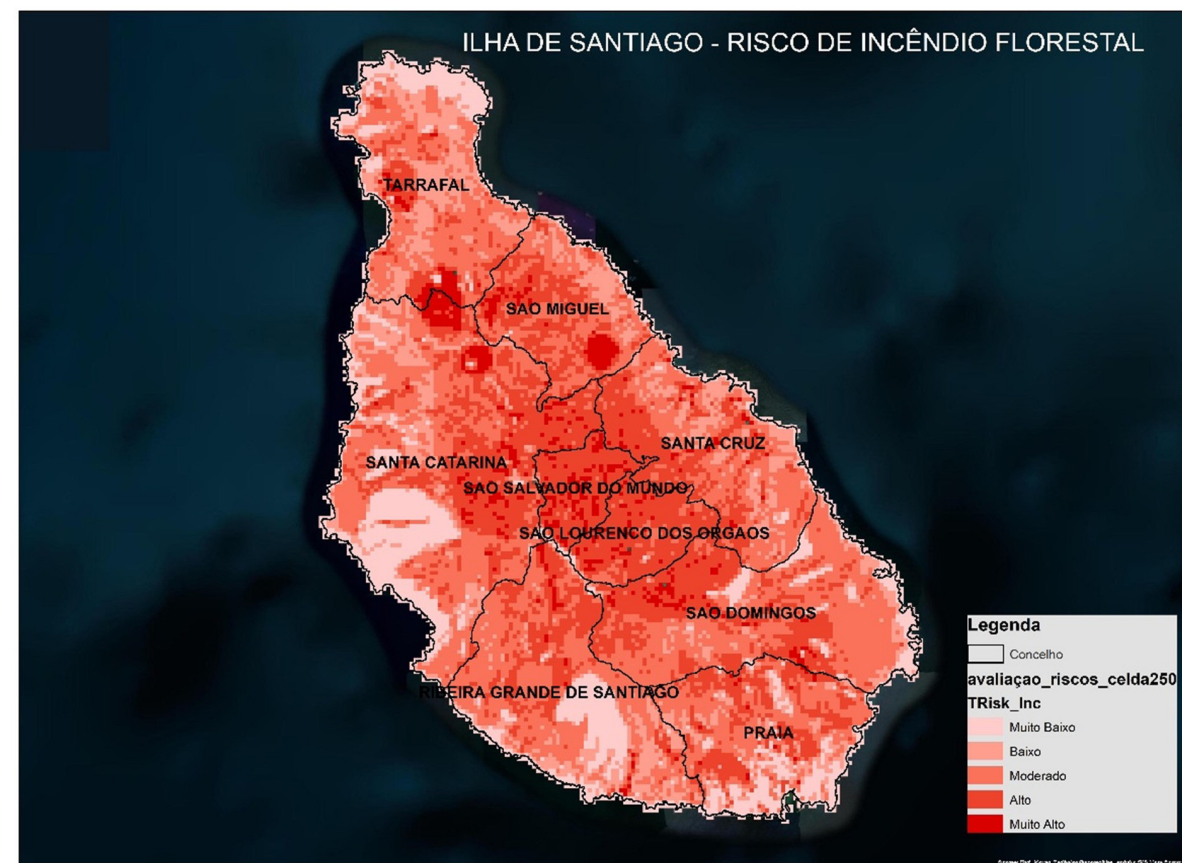
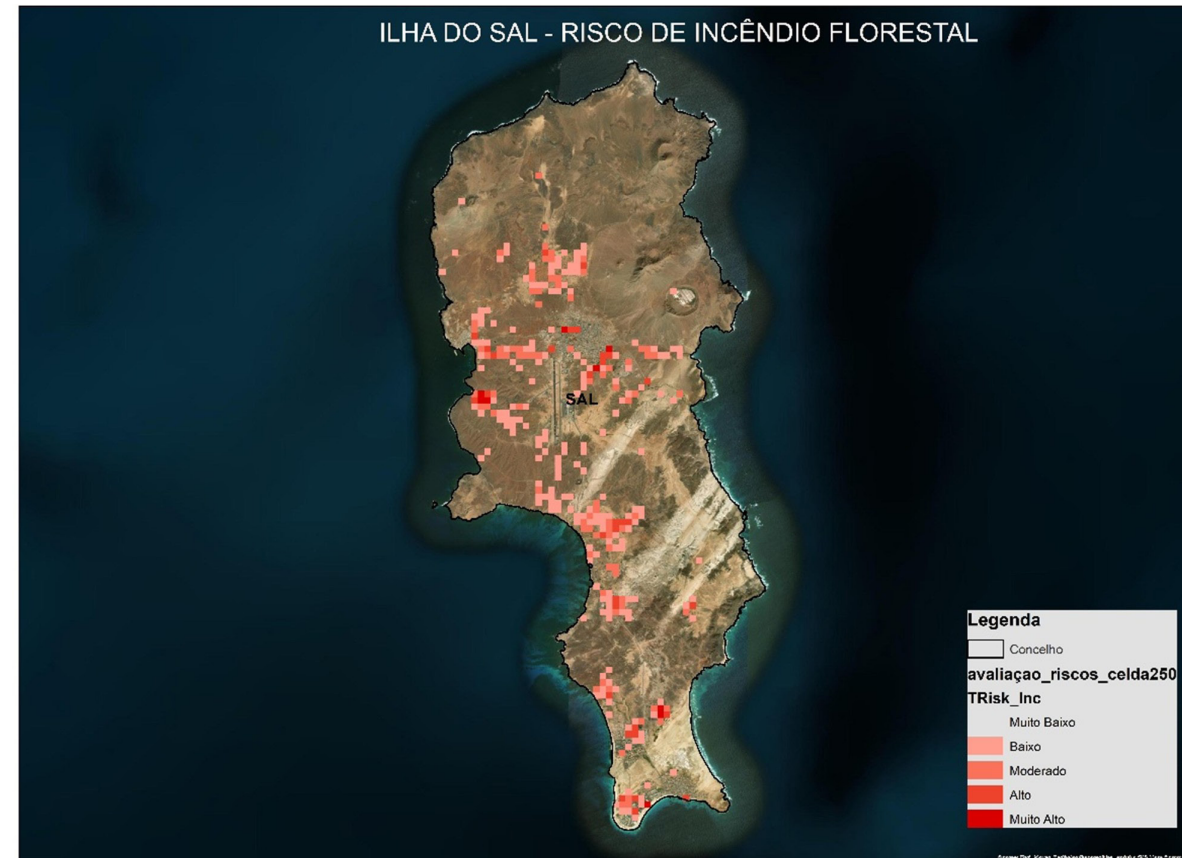
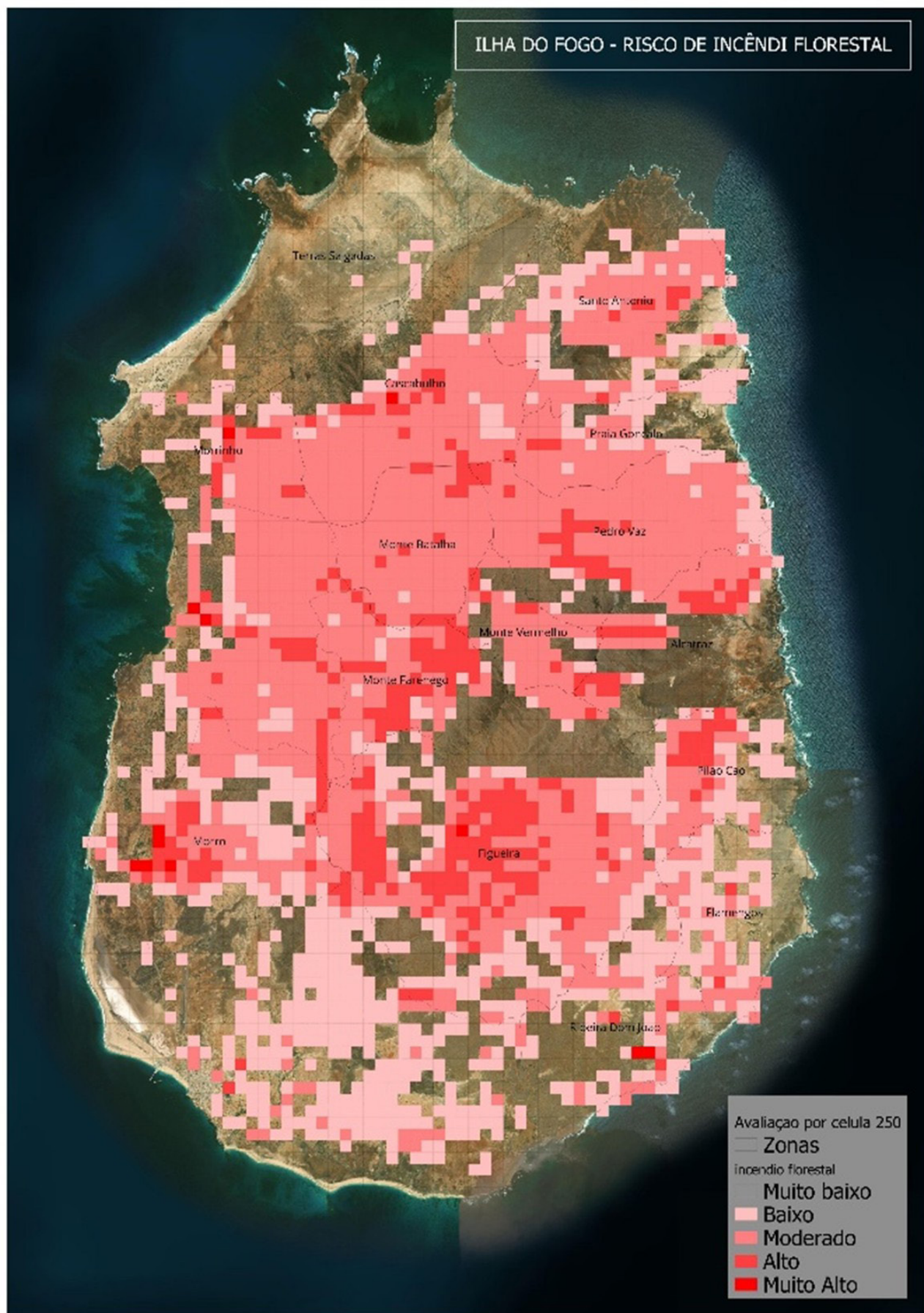




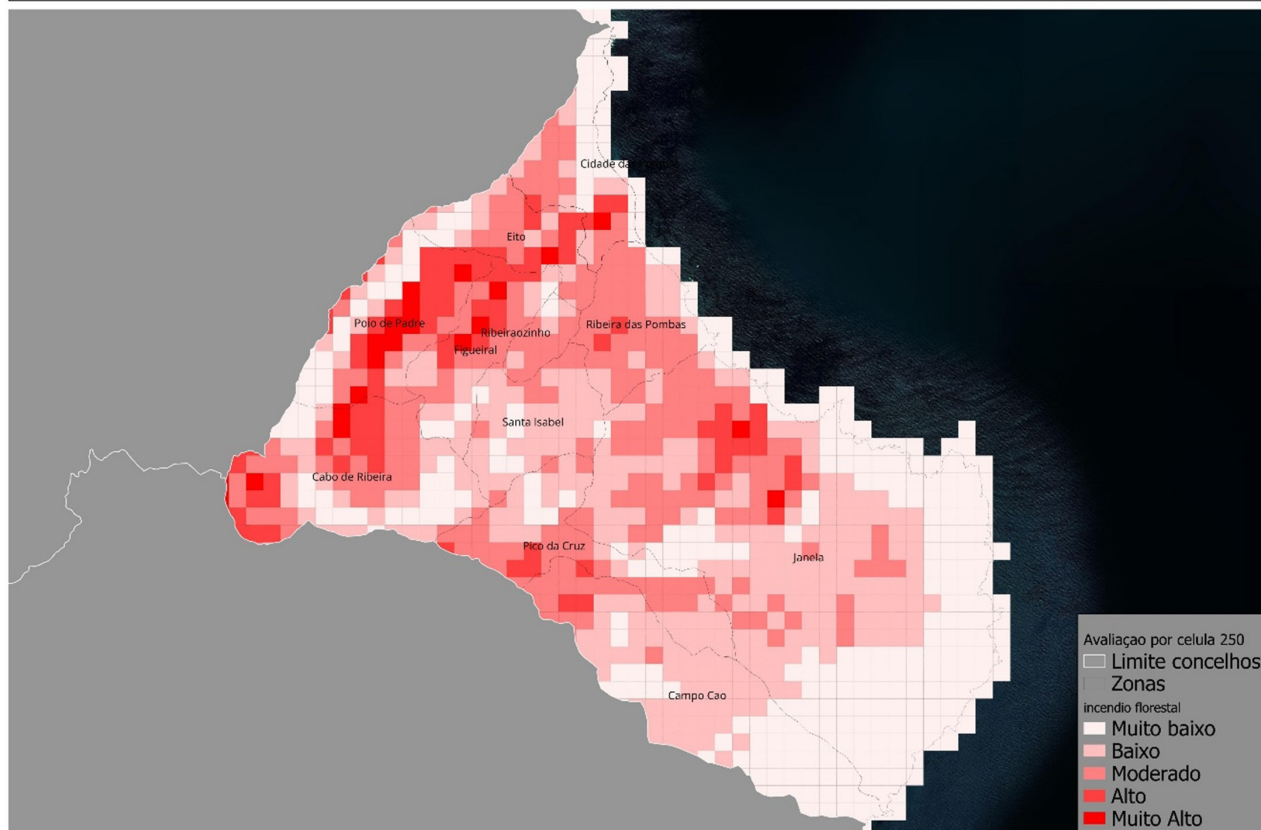


I.IV – Incêndios florestais

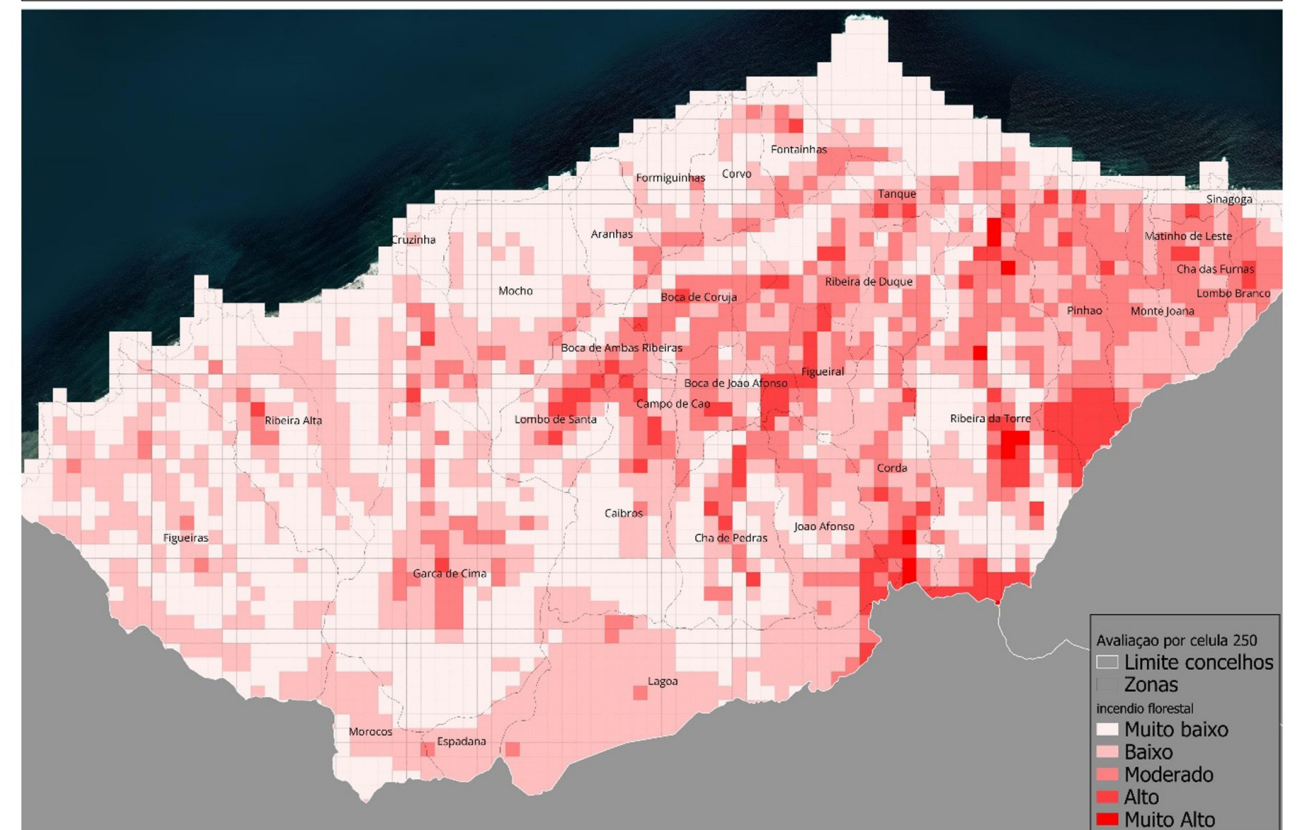




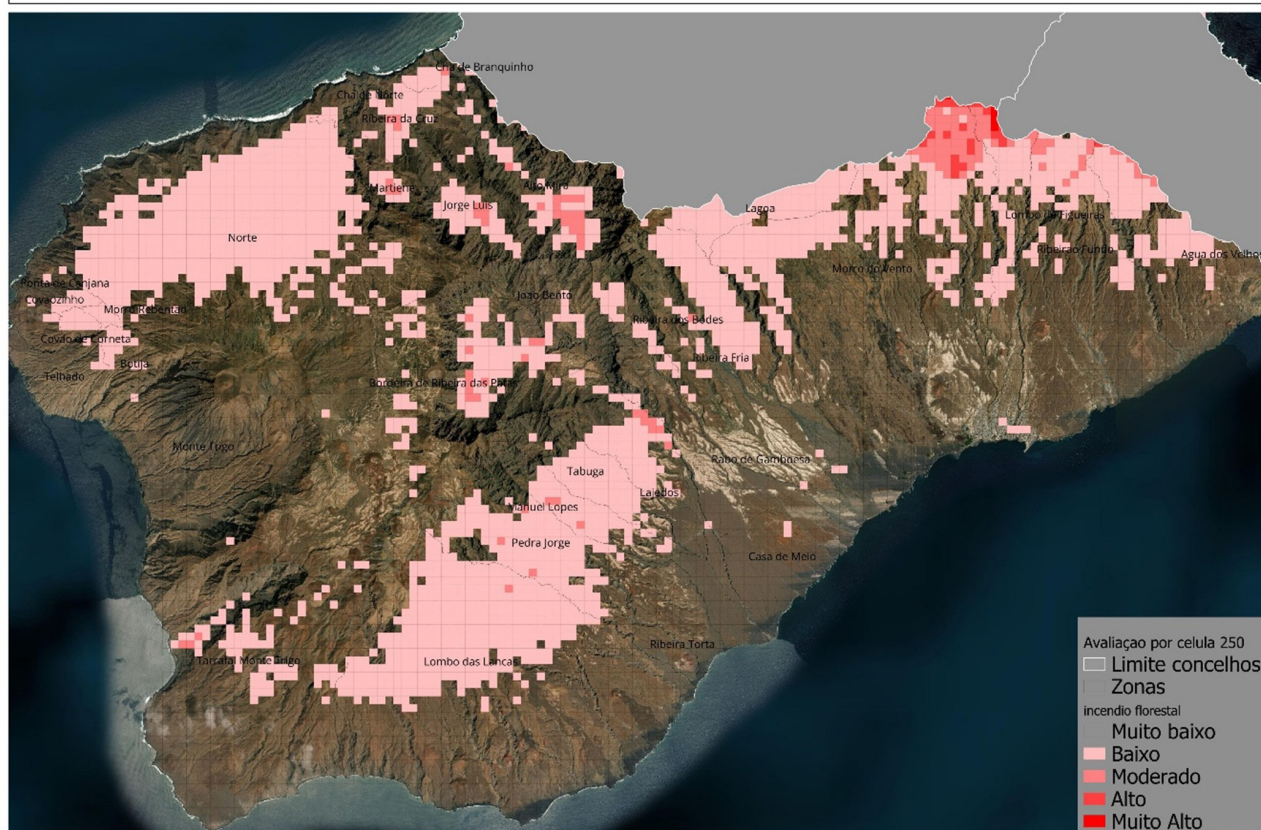
ILHA DA SANTO ANTÃO - CONCELHO DE PAUL - RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL



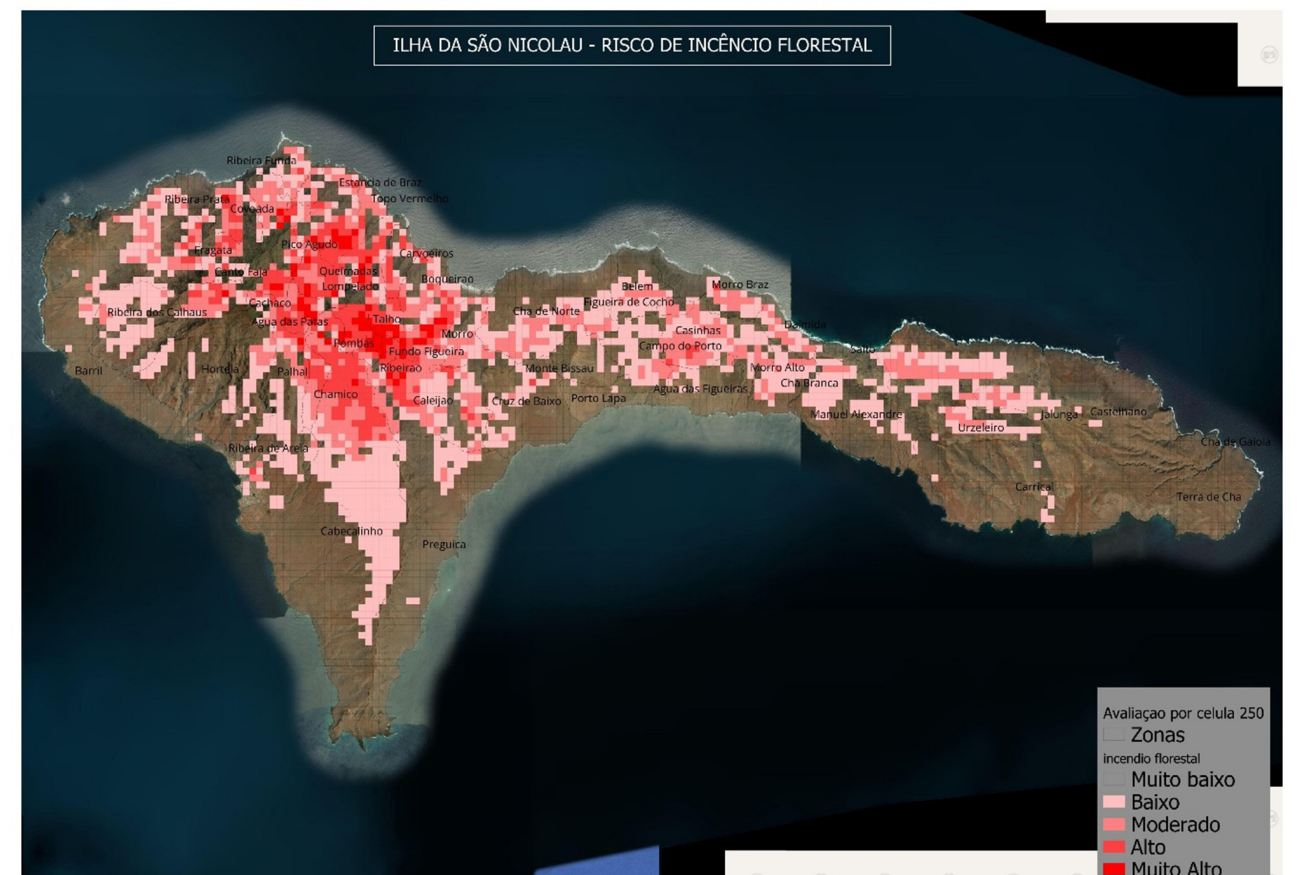
ILHA DA SANTO ANTÃO - CONCELHO DE RIBEIRA GRANDE - RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL

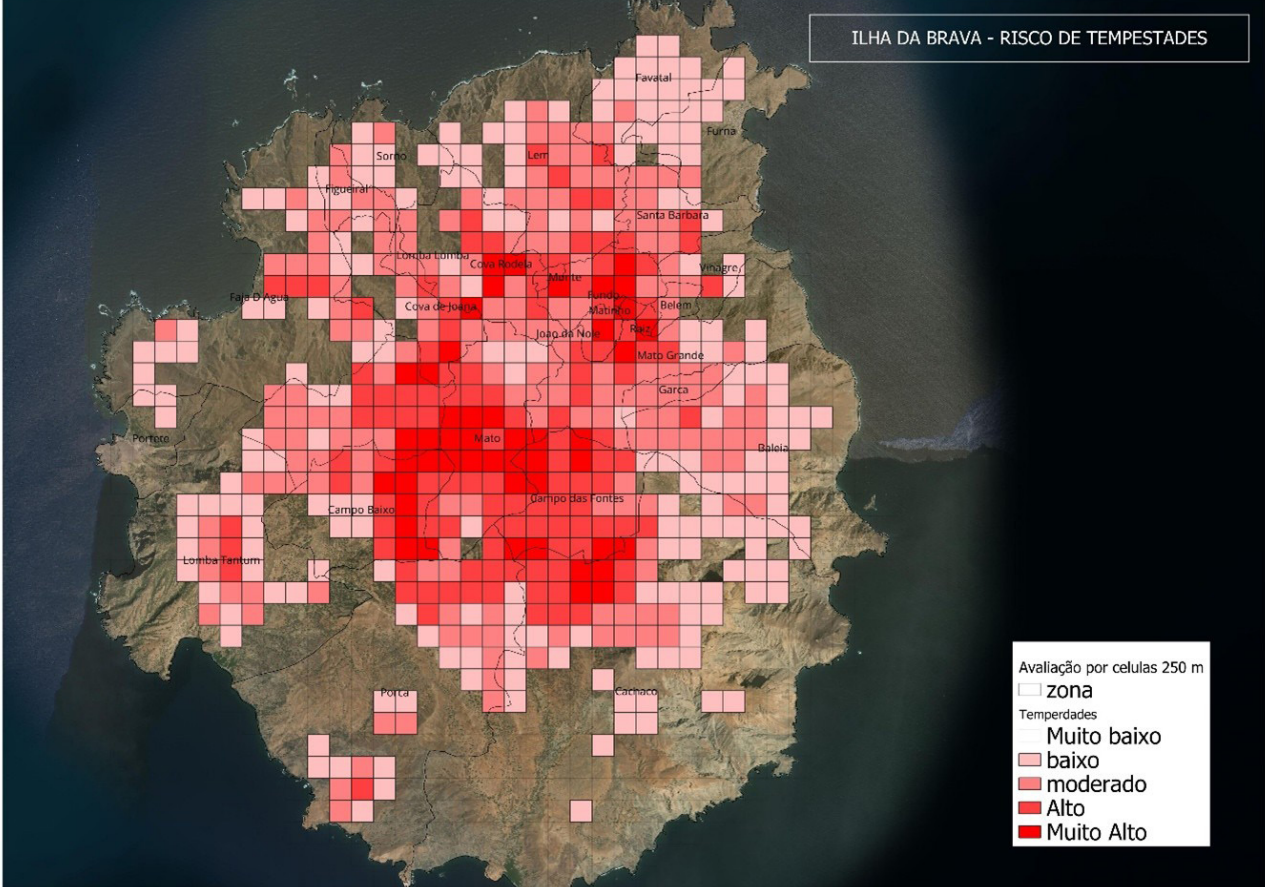
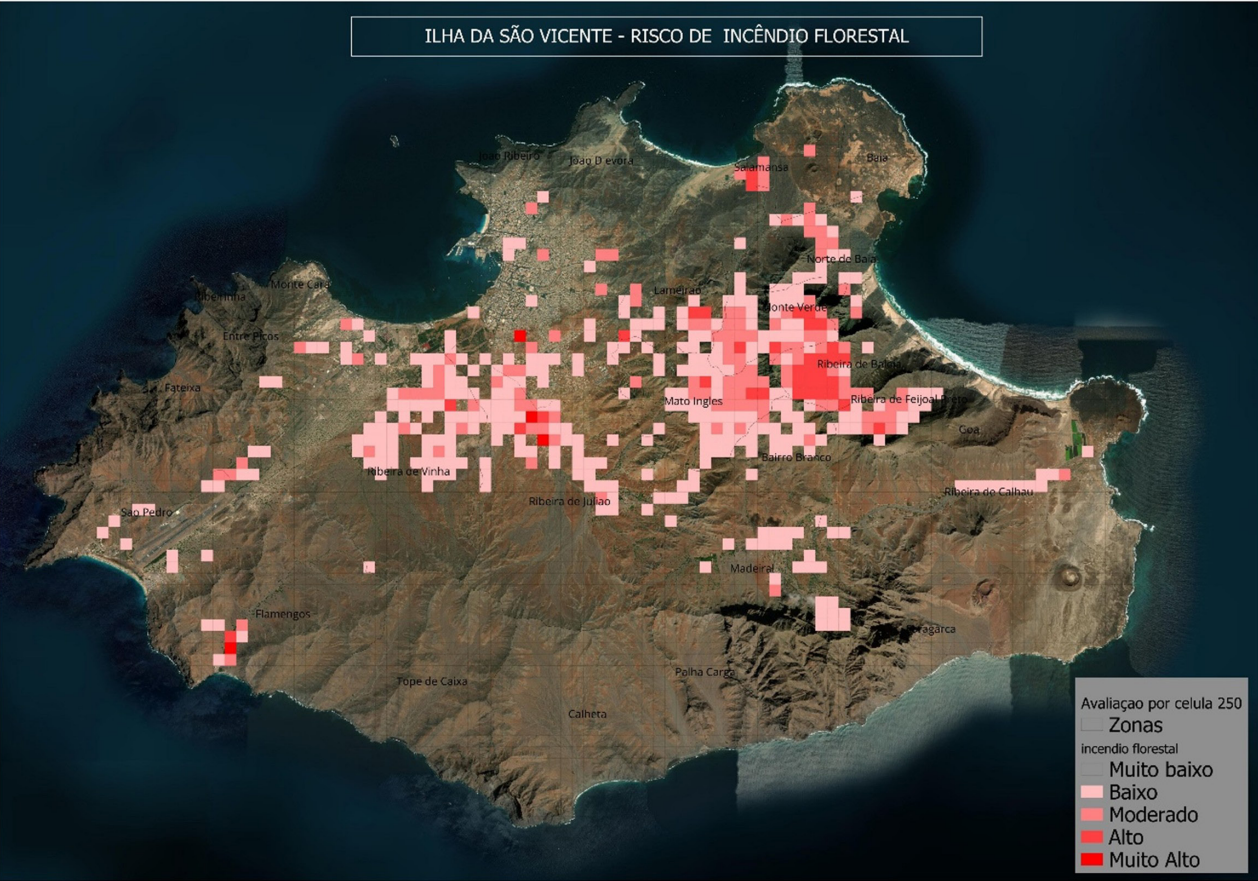


ILHA DA SANTO ANTÃO - CONCELHO DE PORTO NOVO - RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL

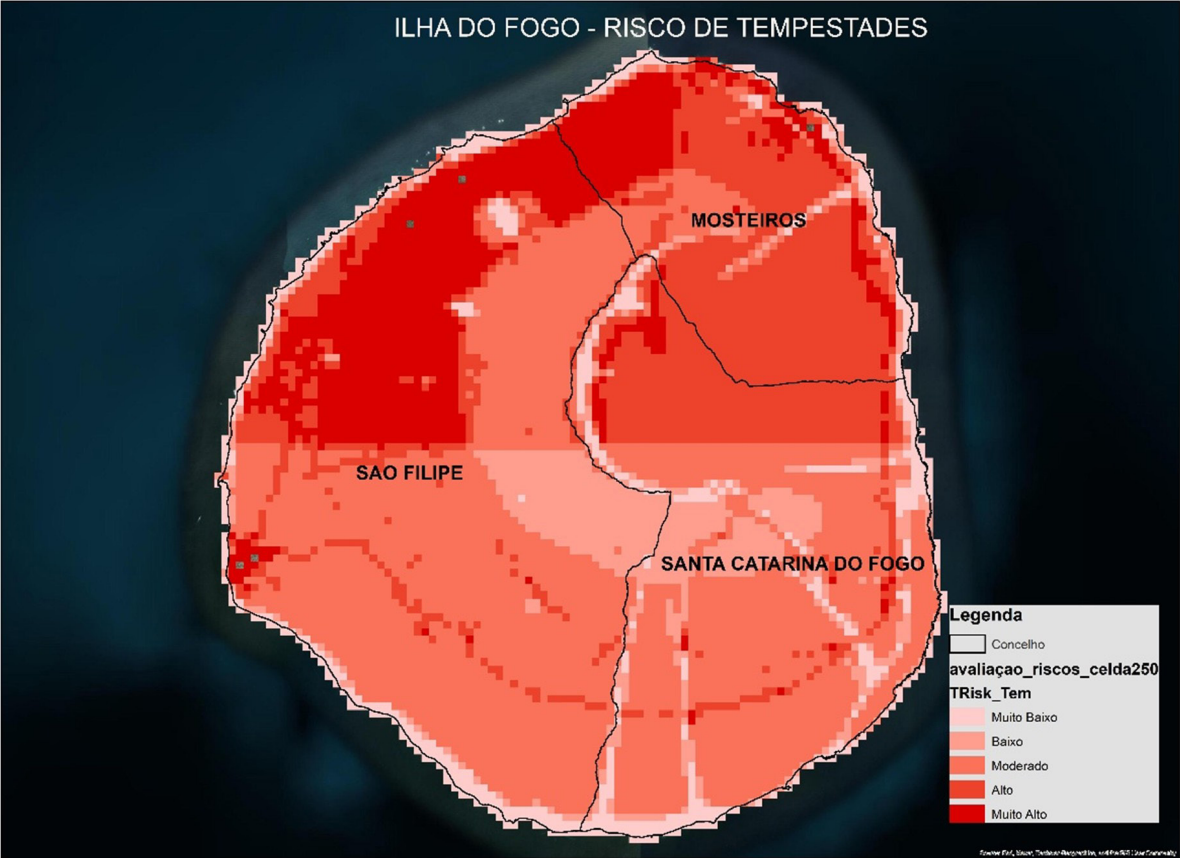


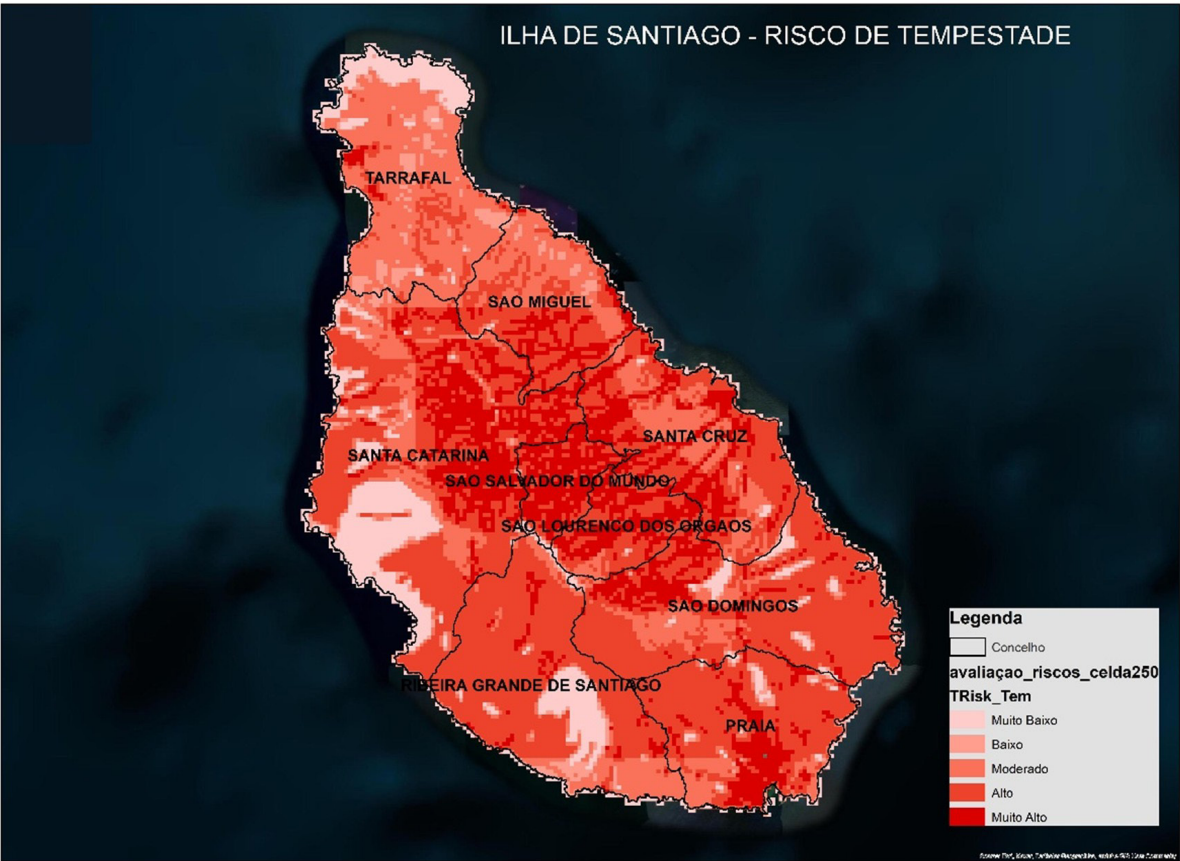
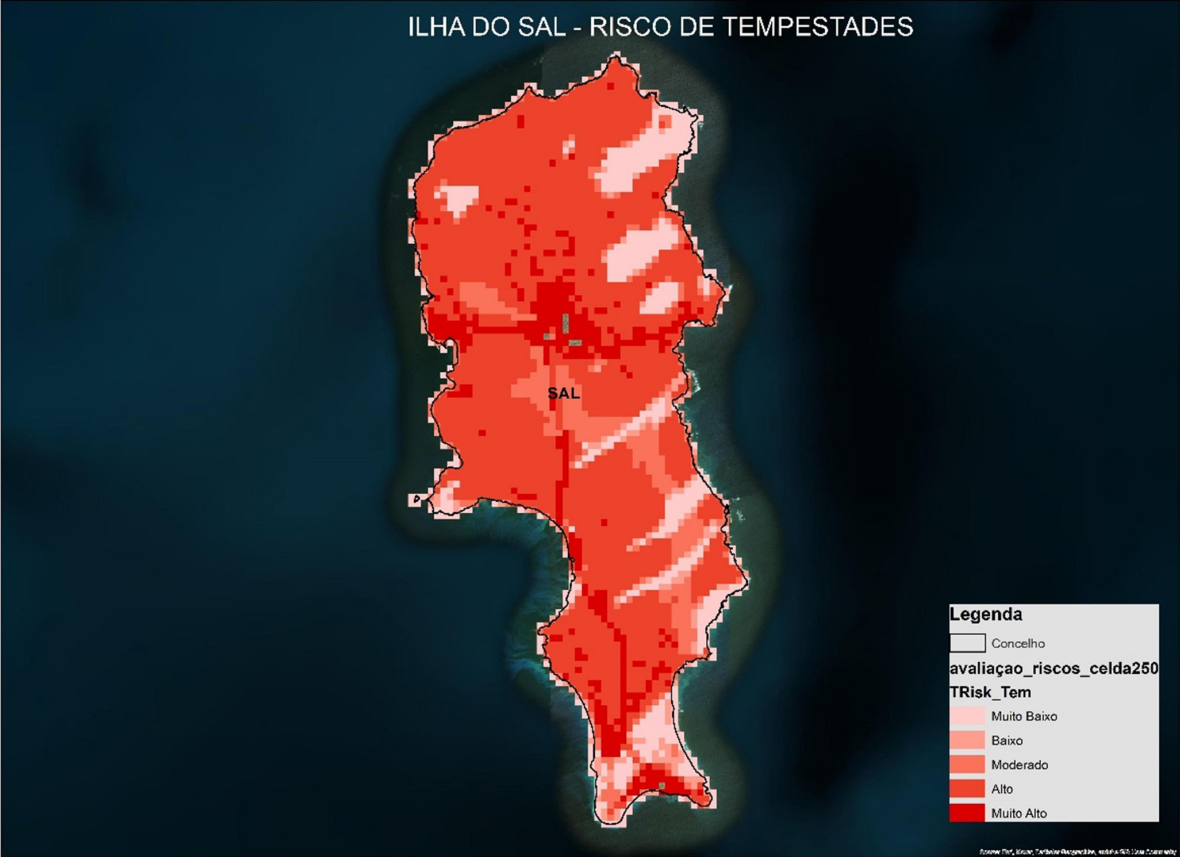
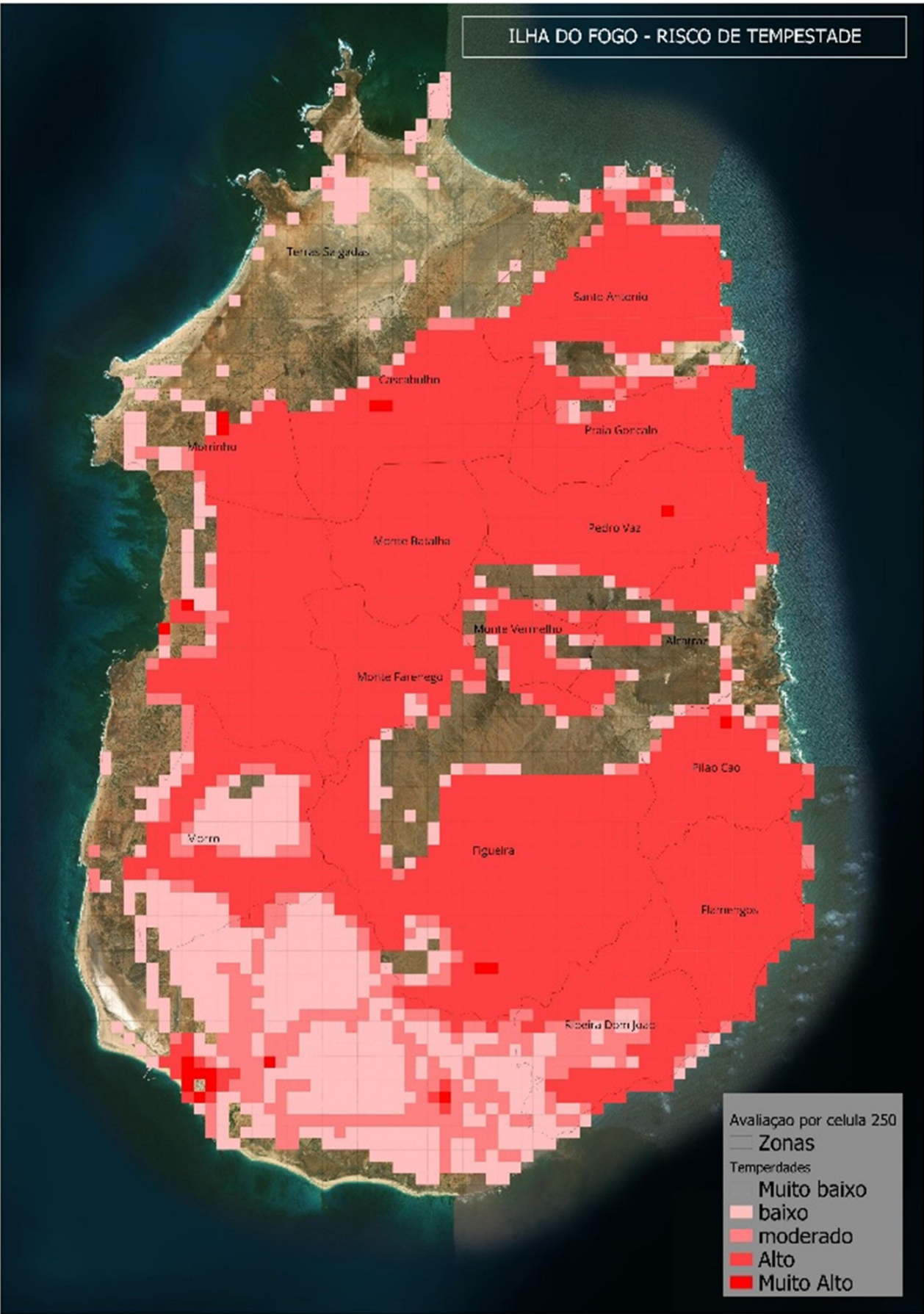
ILHA DA SÃO NICOLAU - RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL

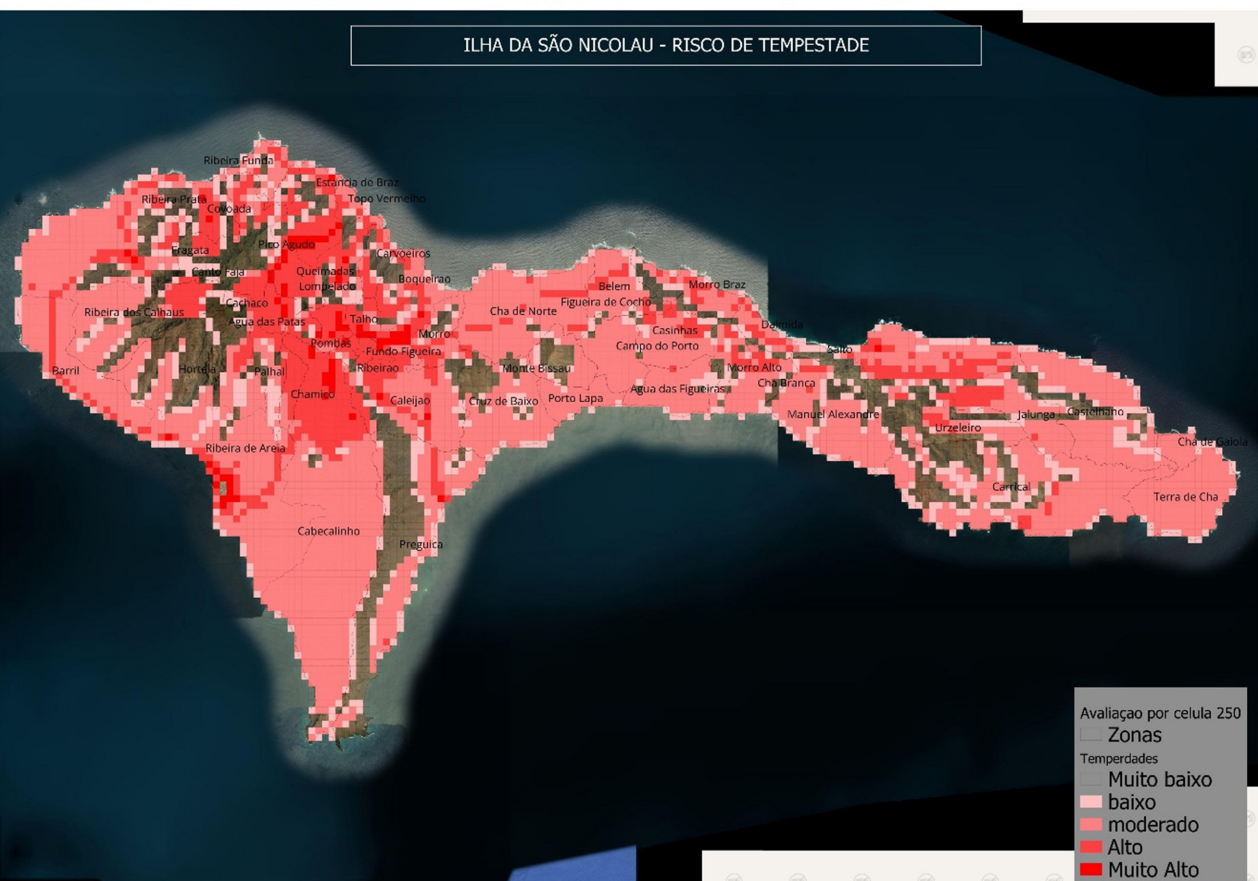
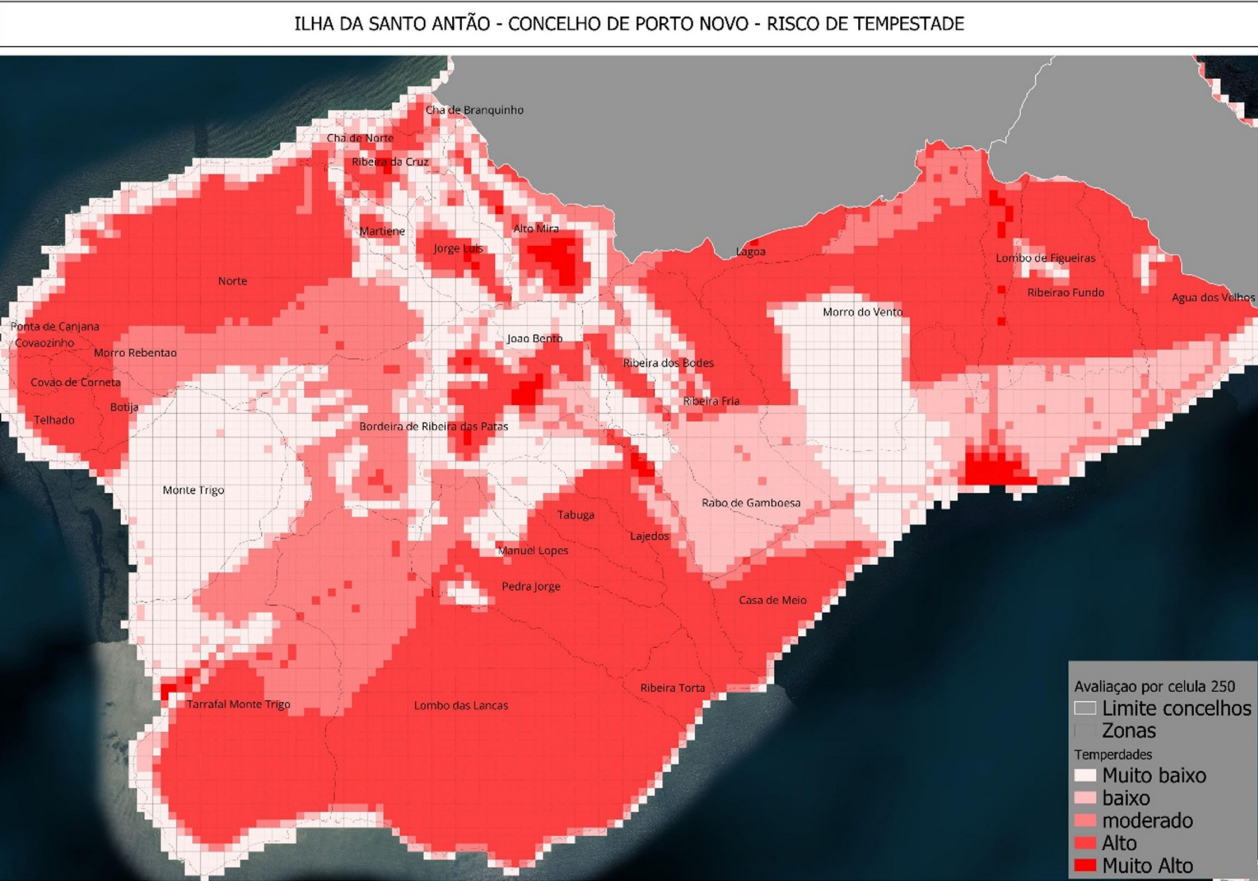
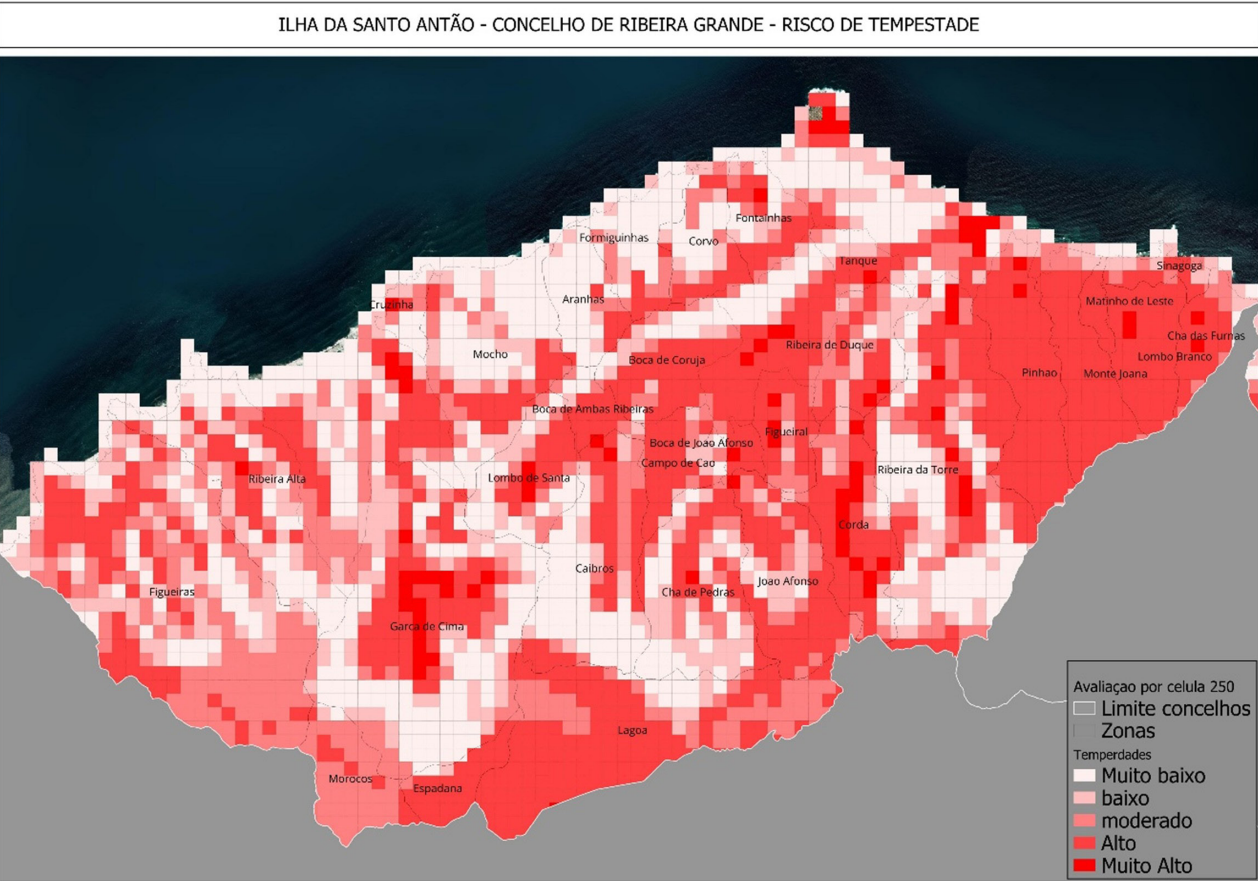


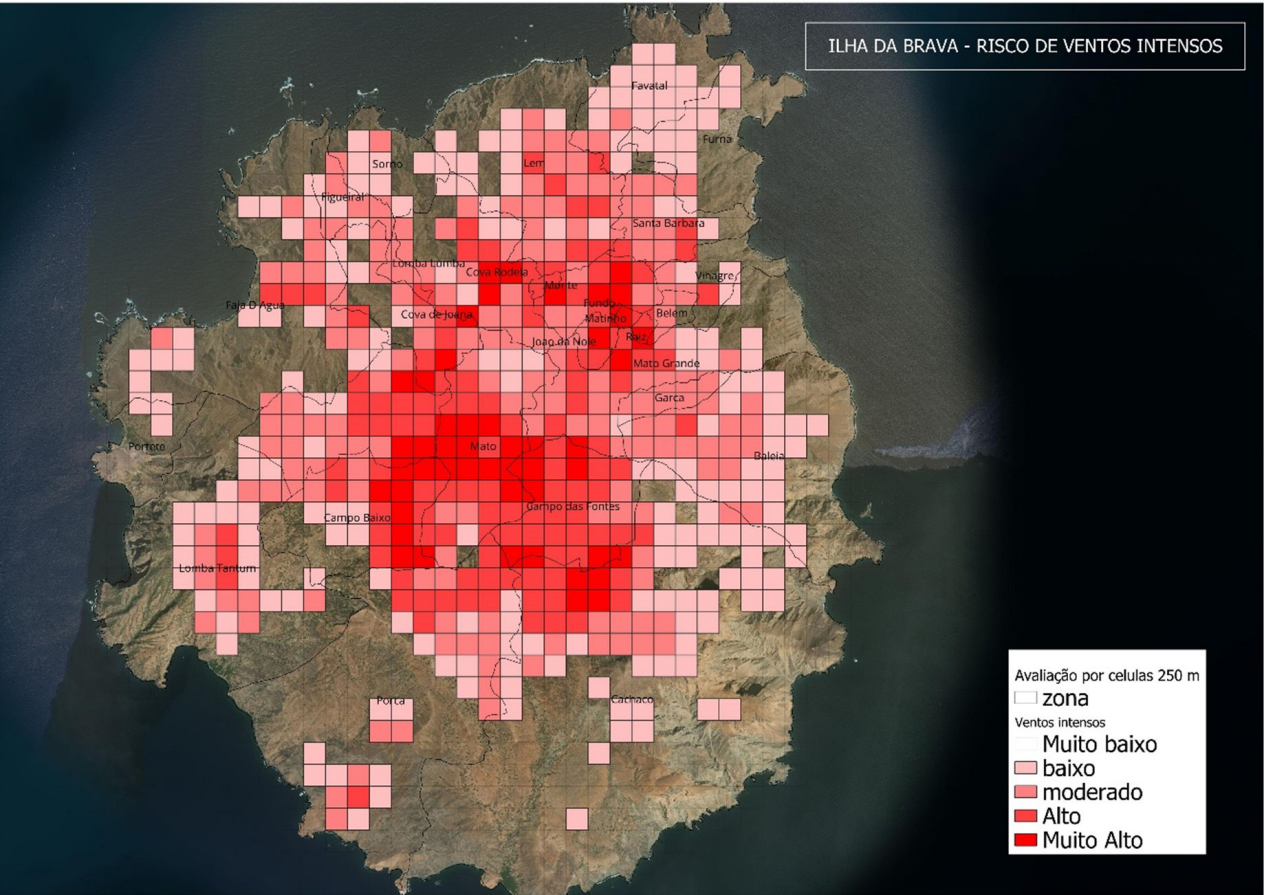
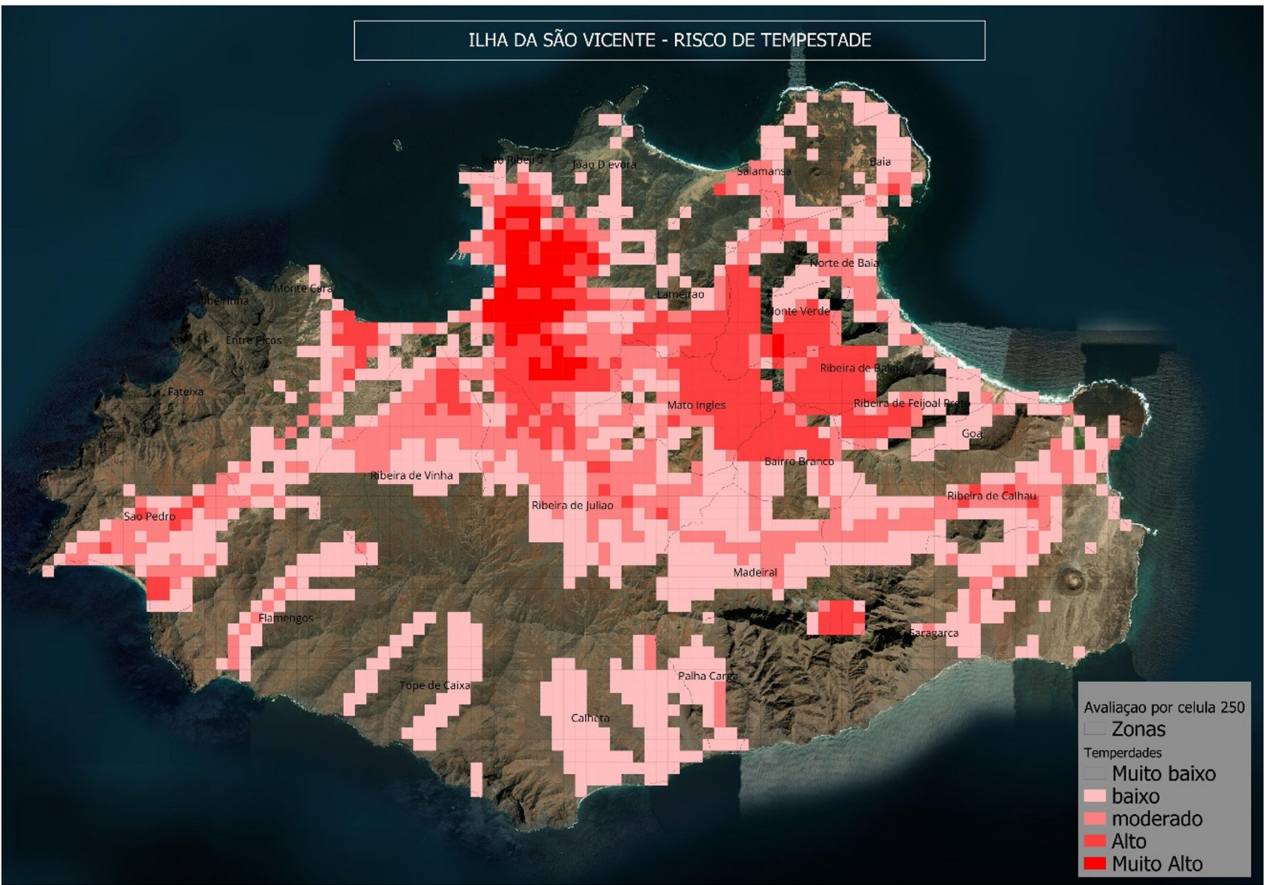


I.V - Tempestades

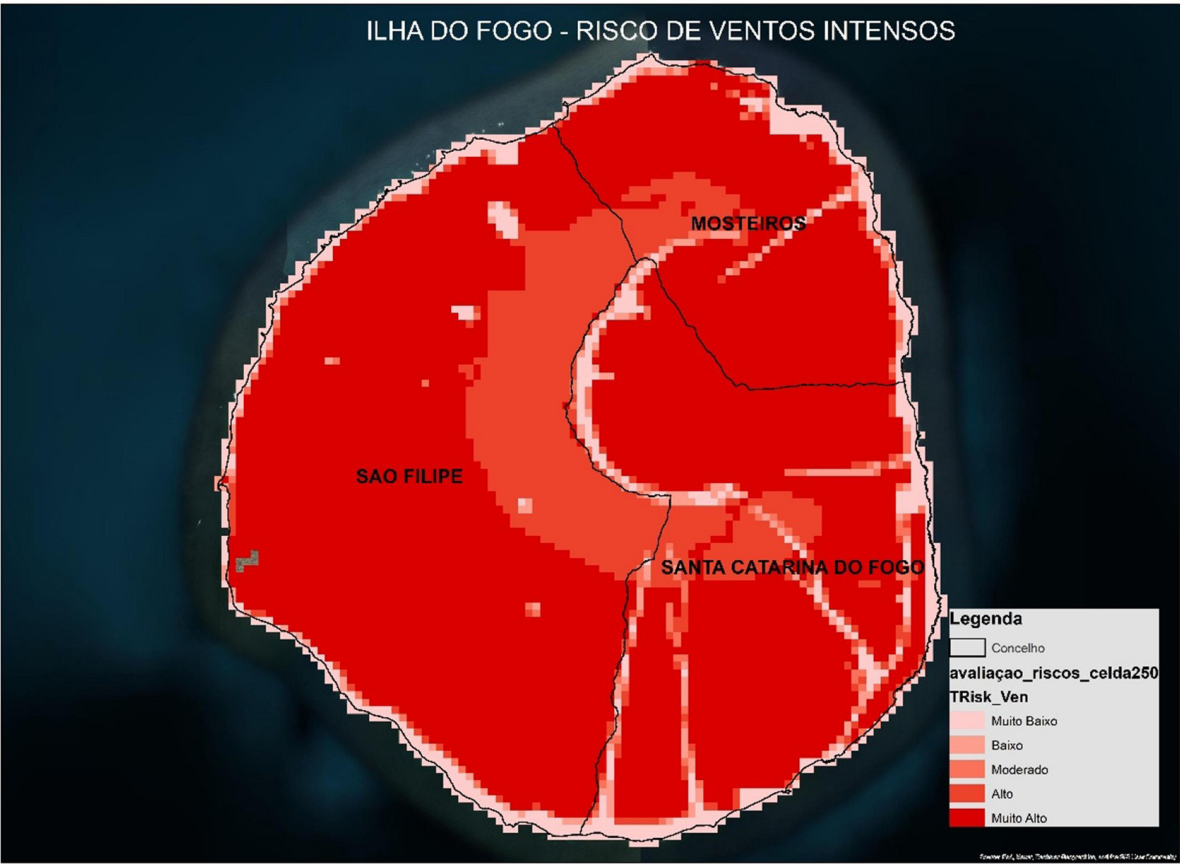
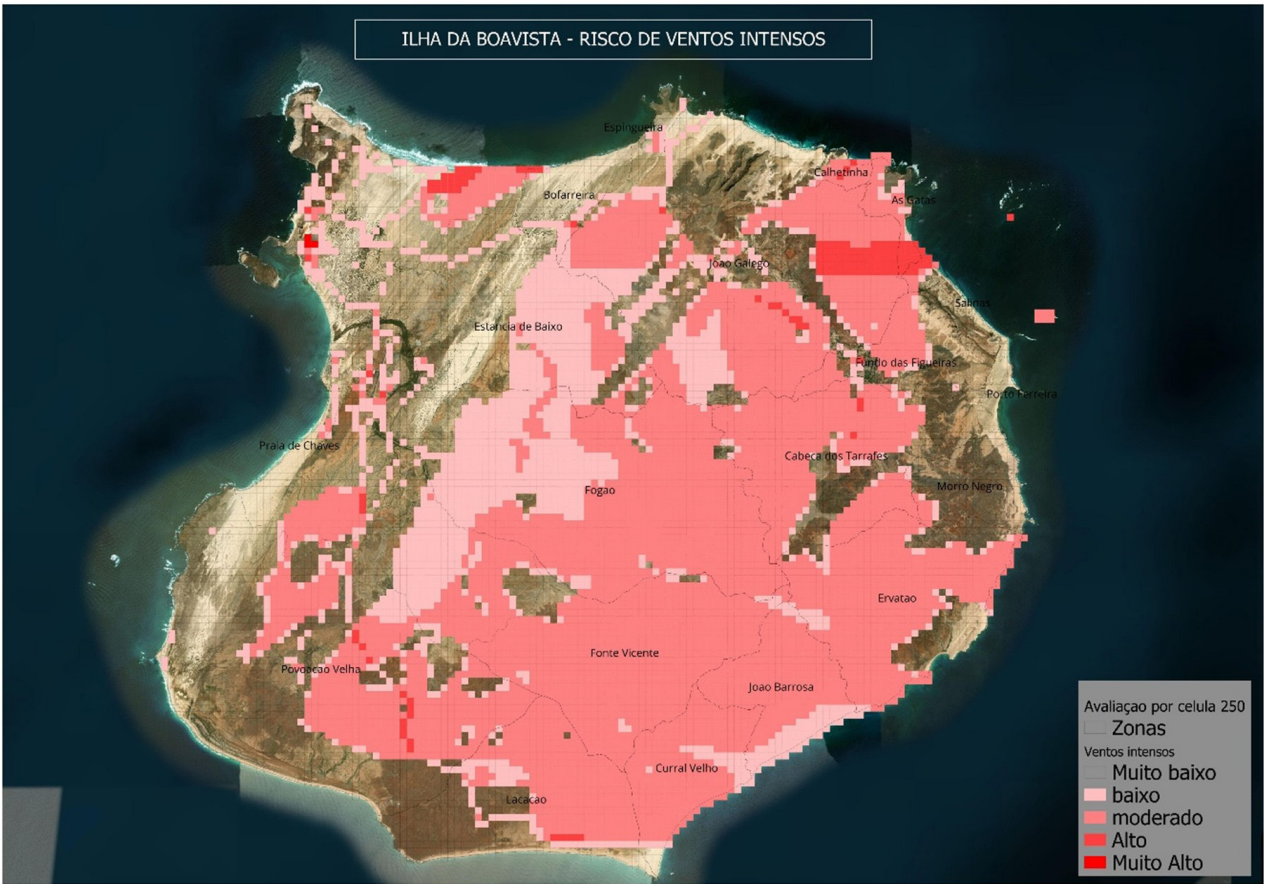


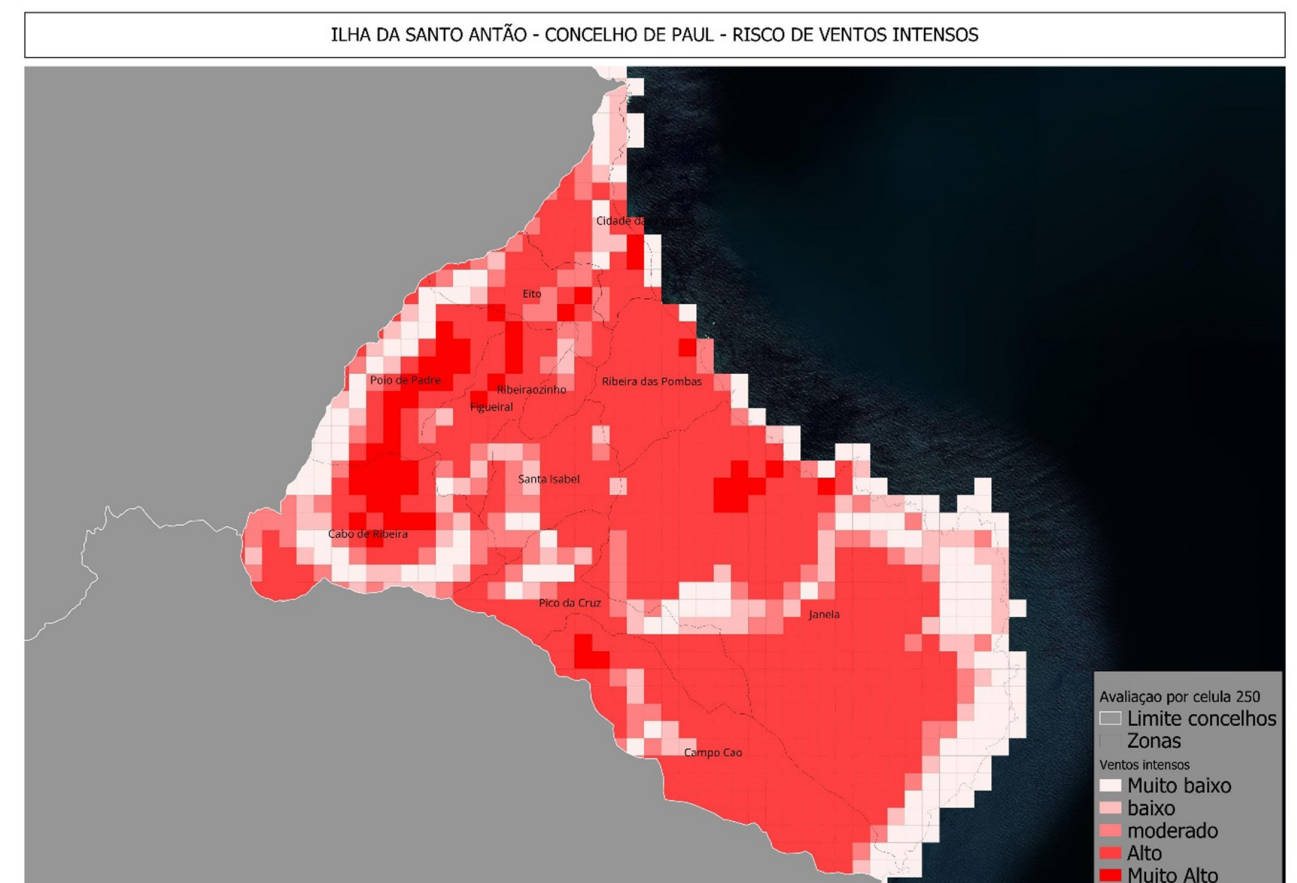
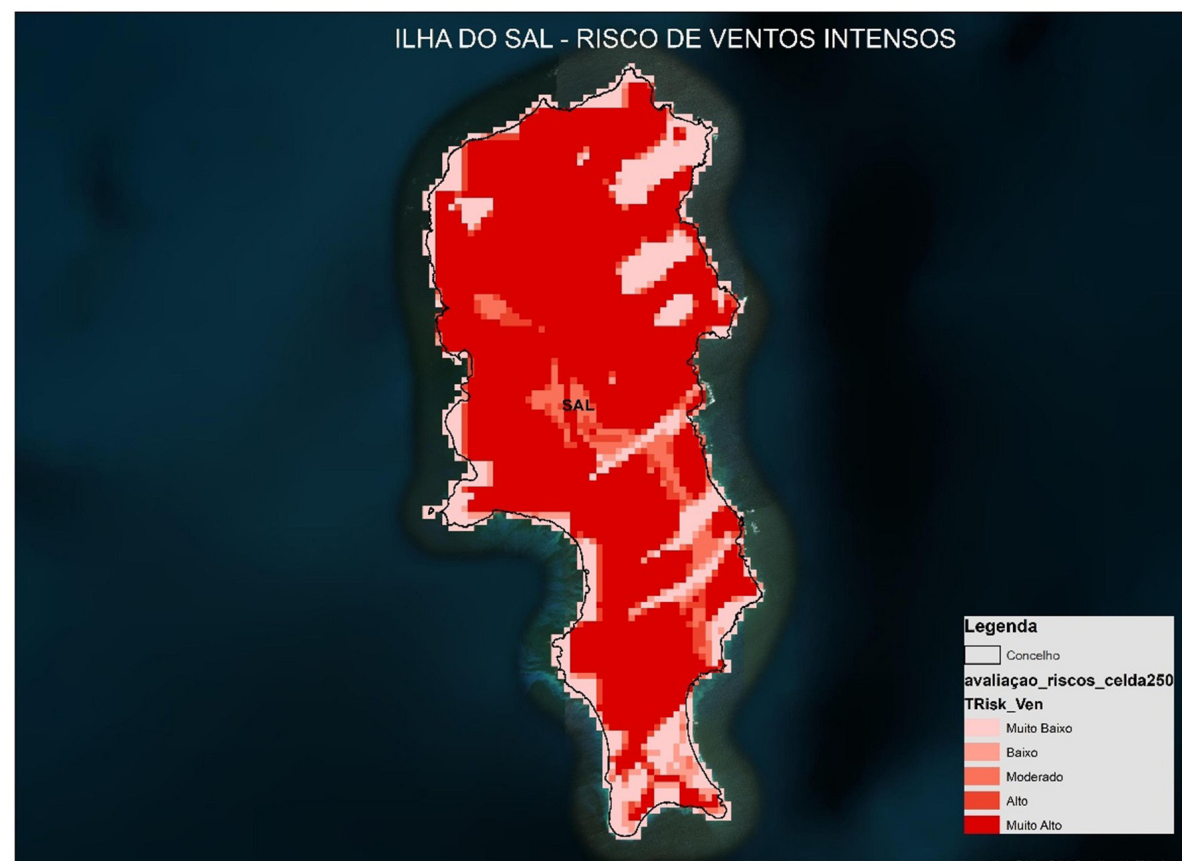
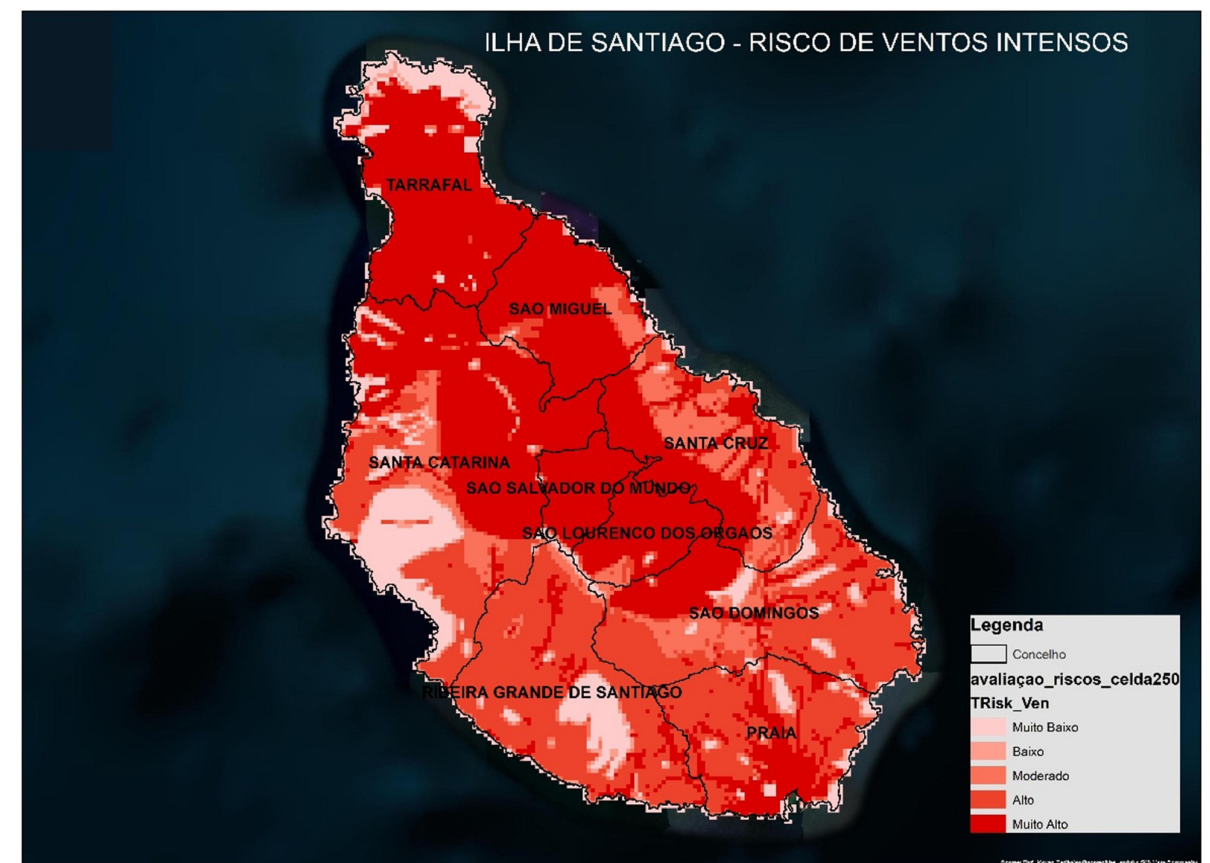
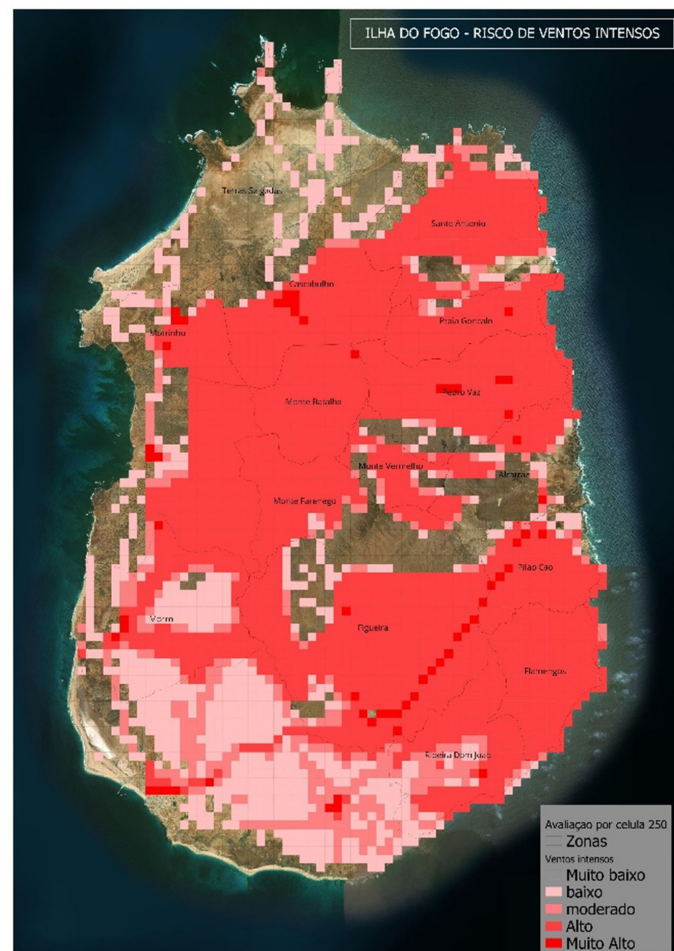


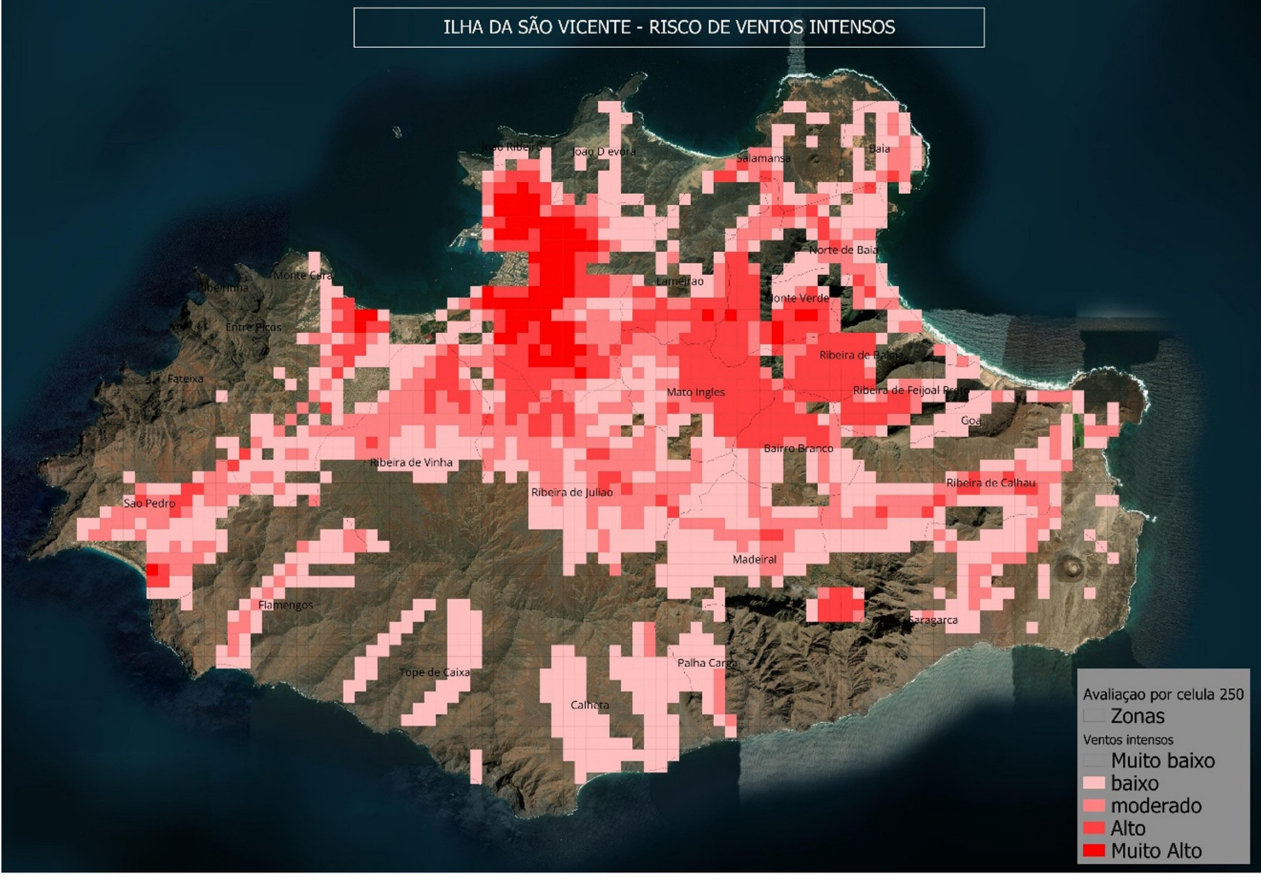
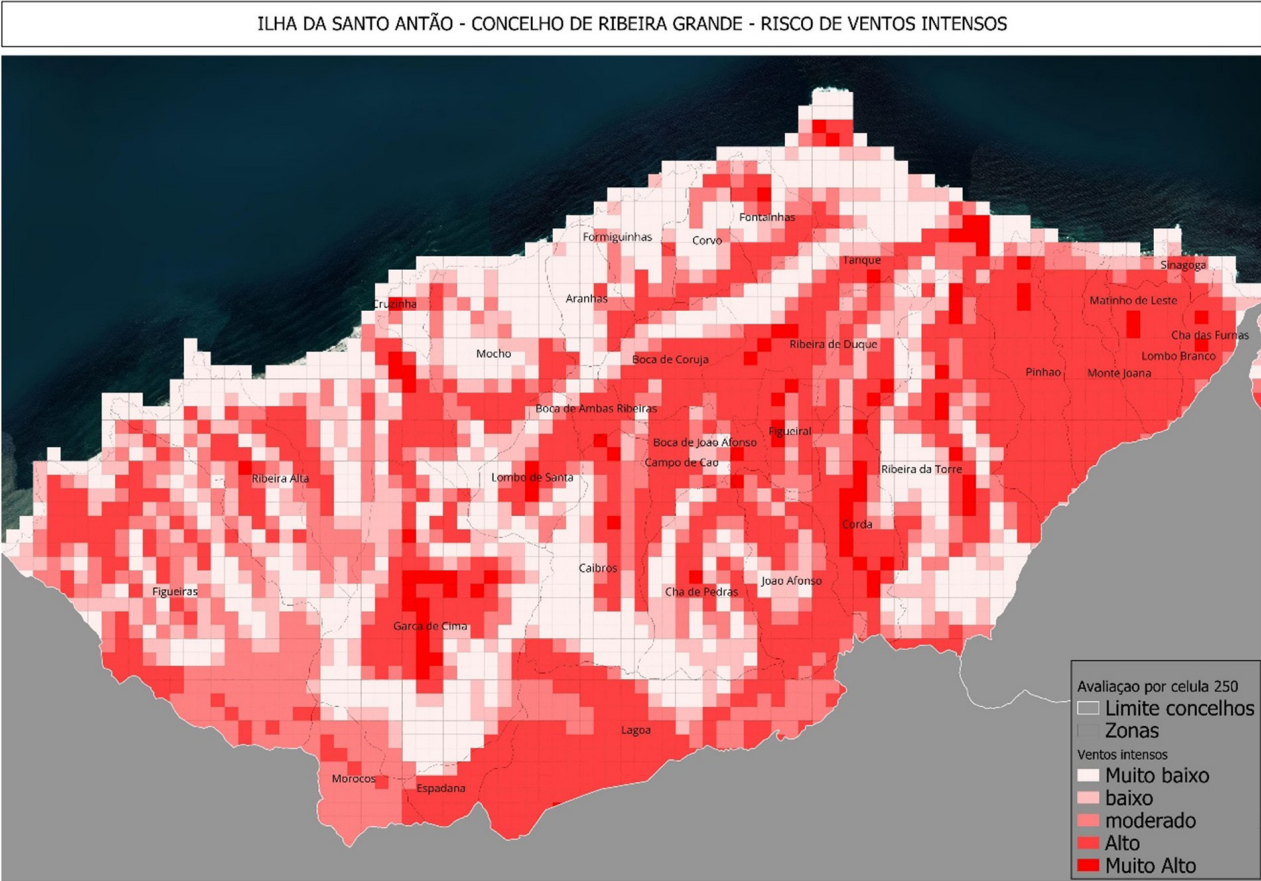
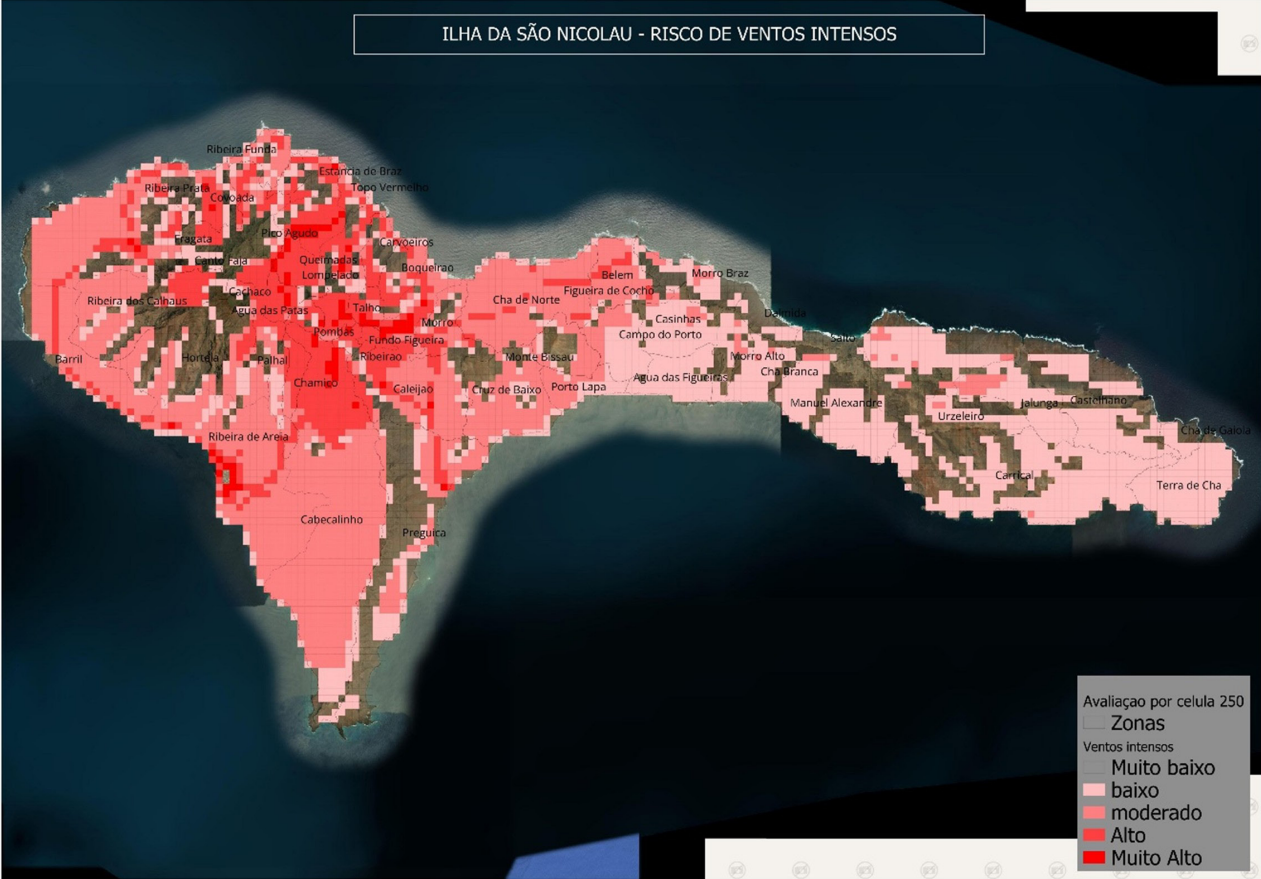
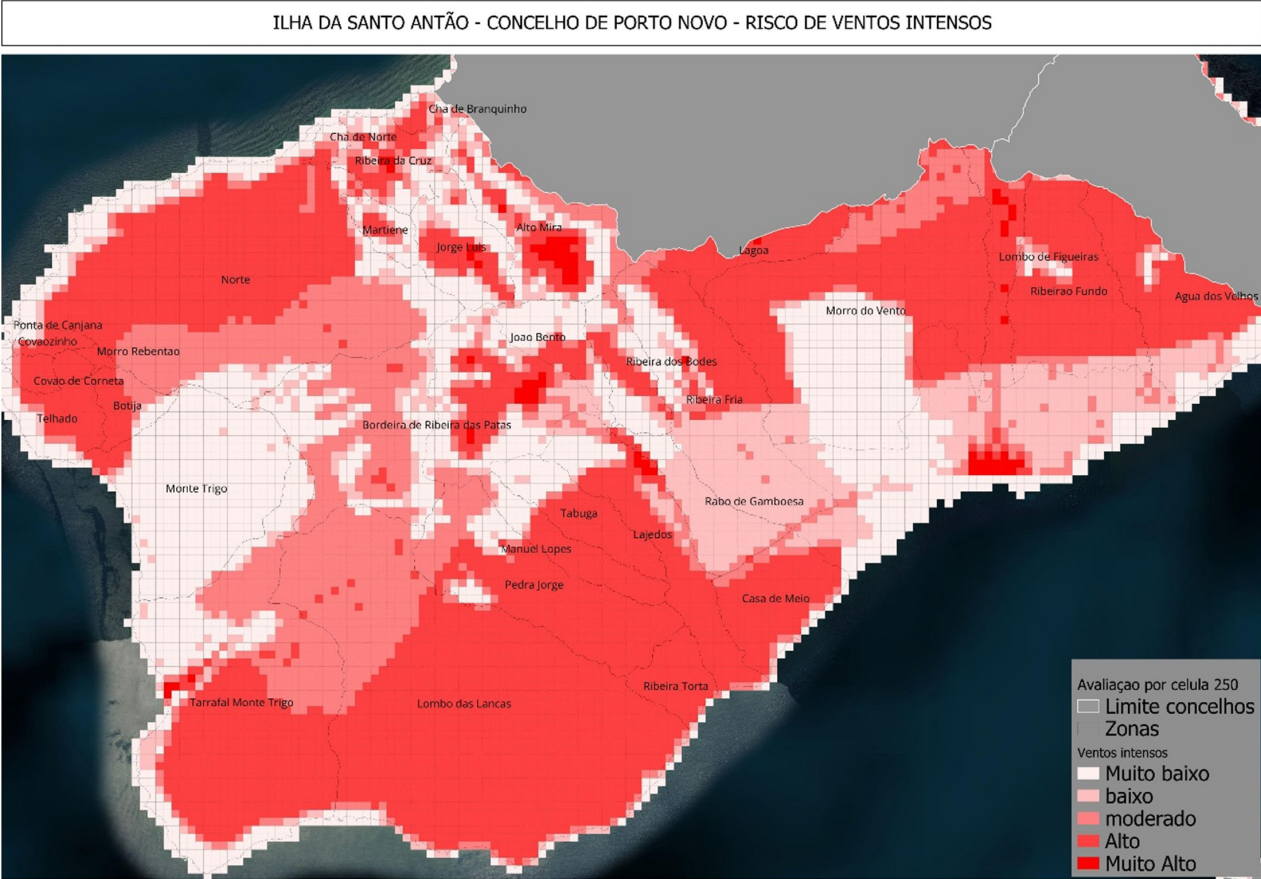




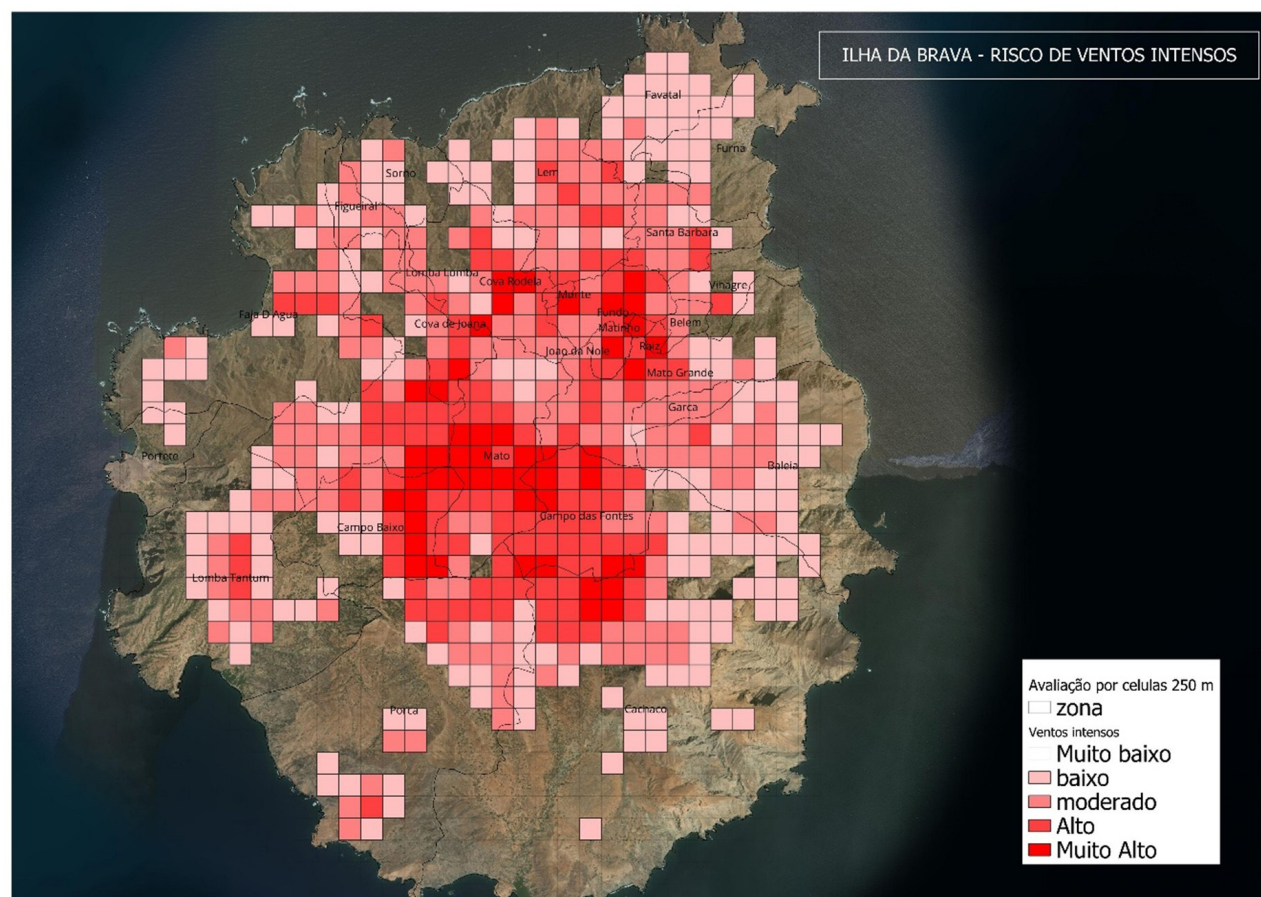
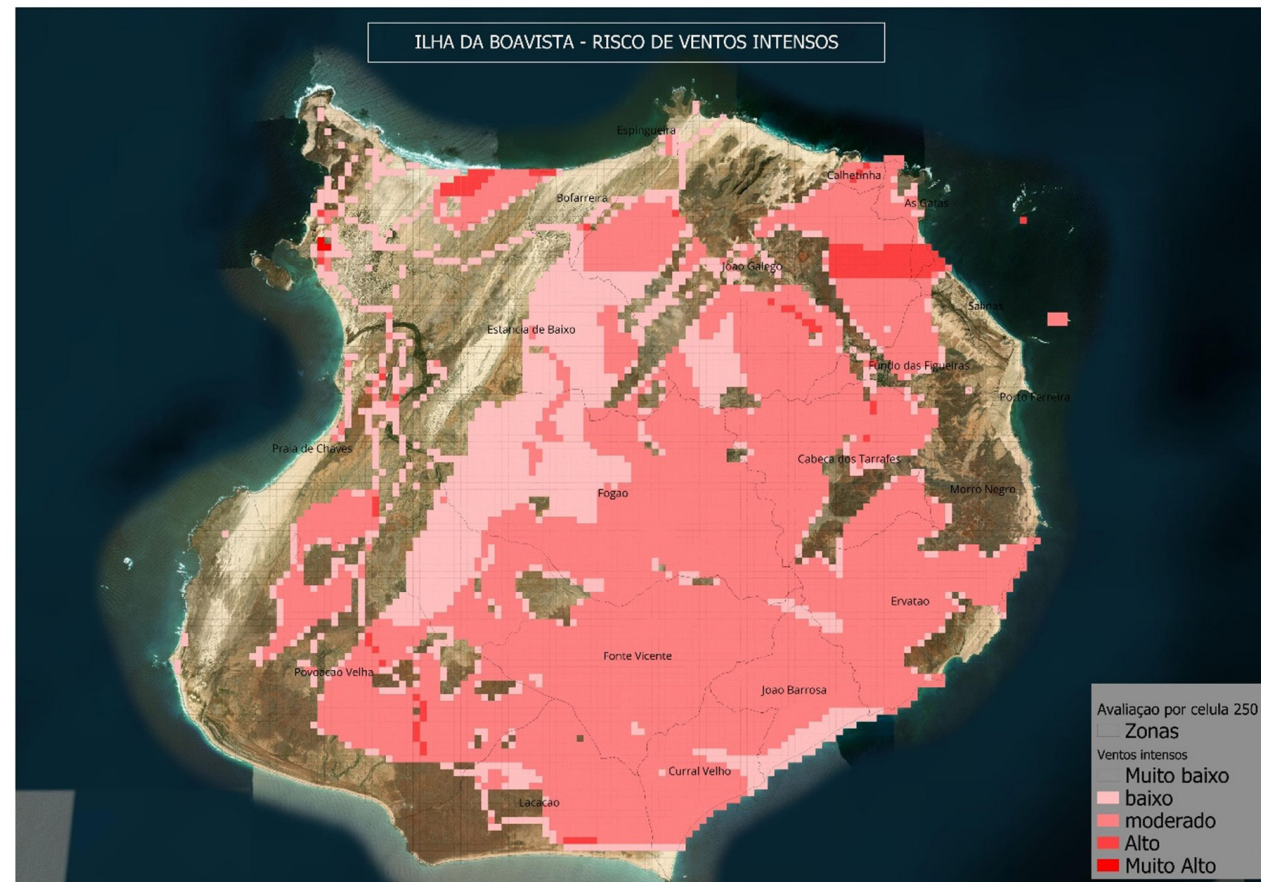
I.VI – Ventos Fortes

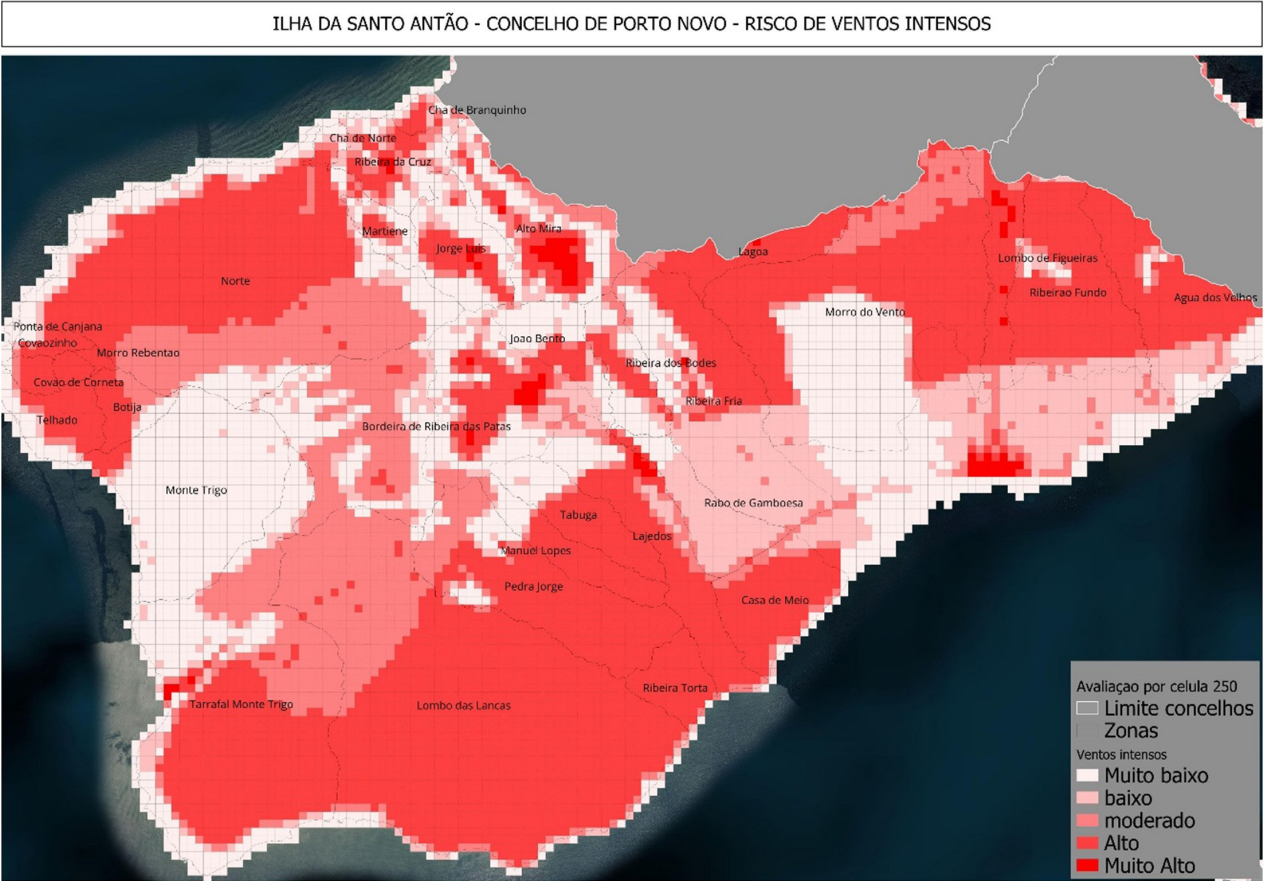
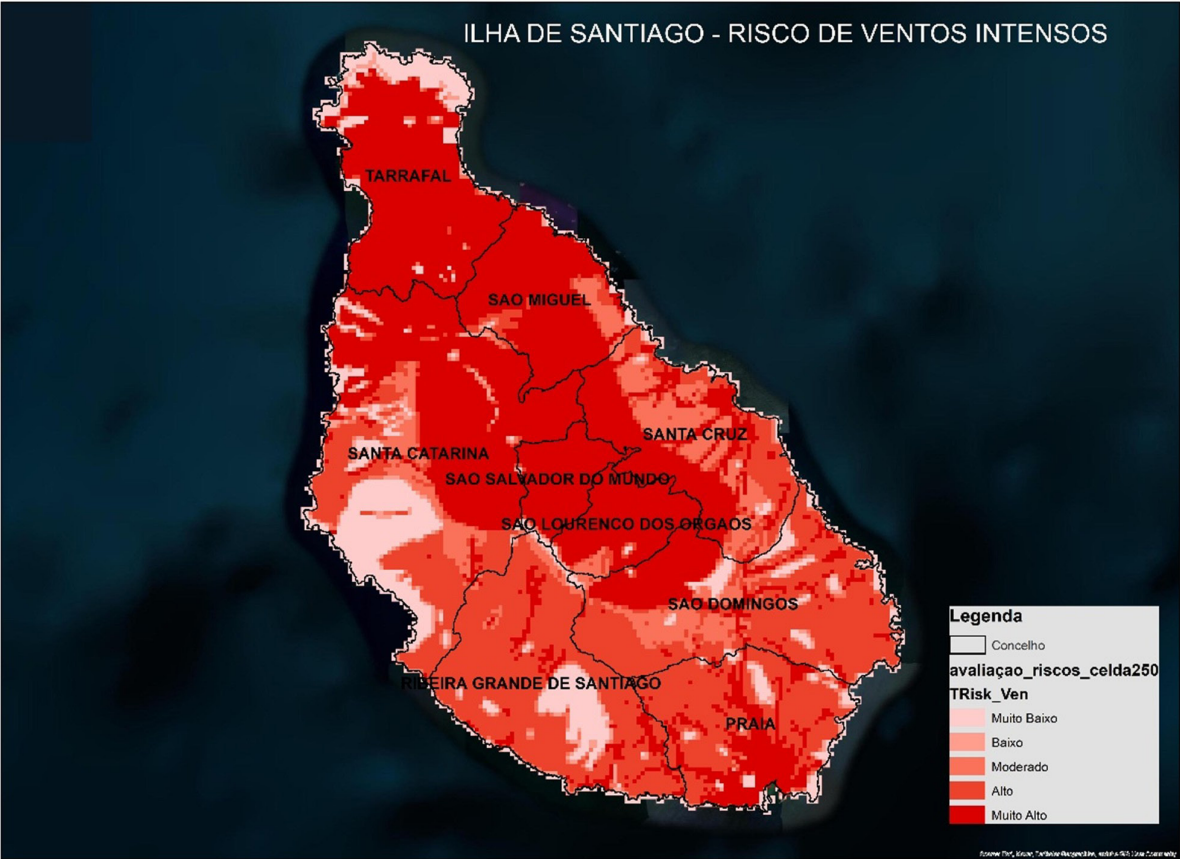
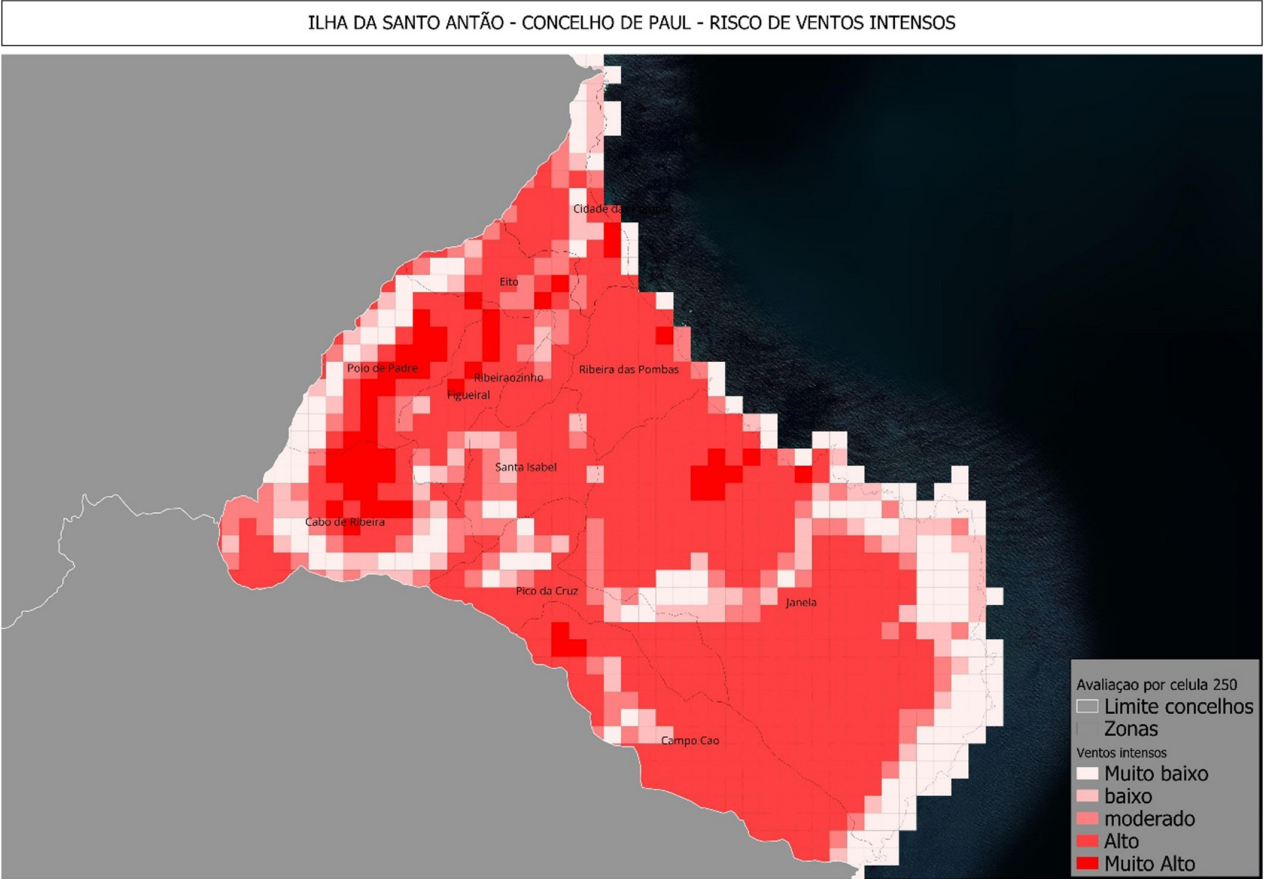
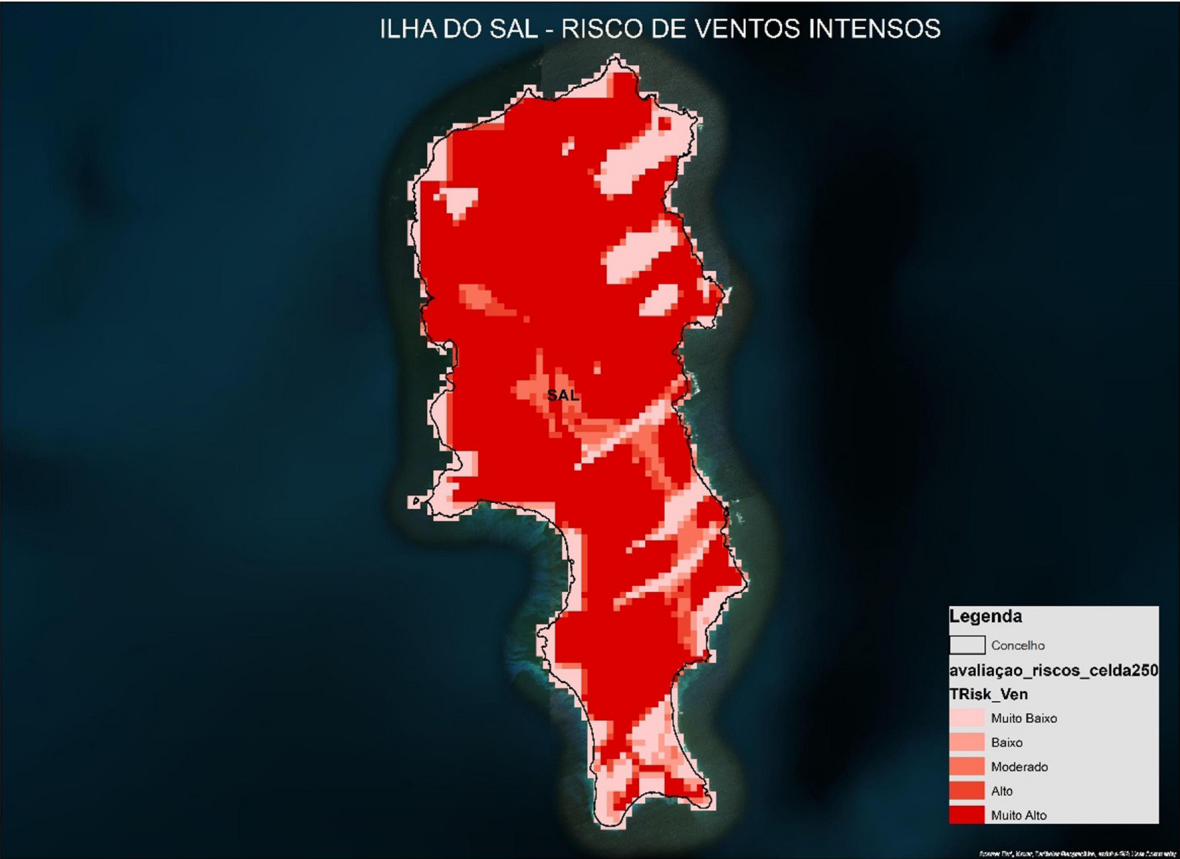


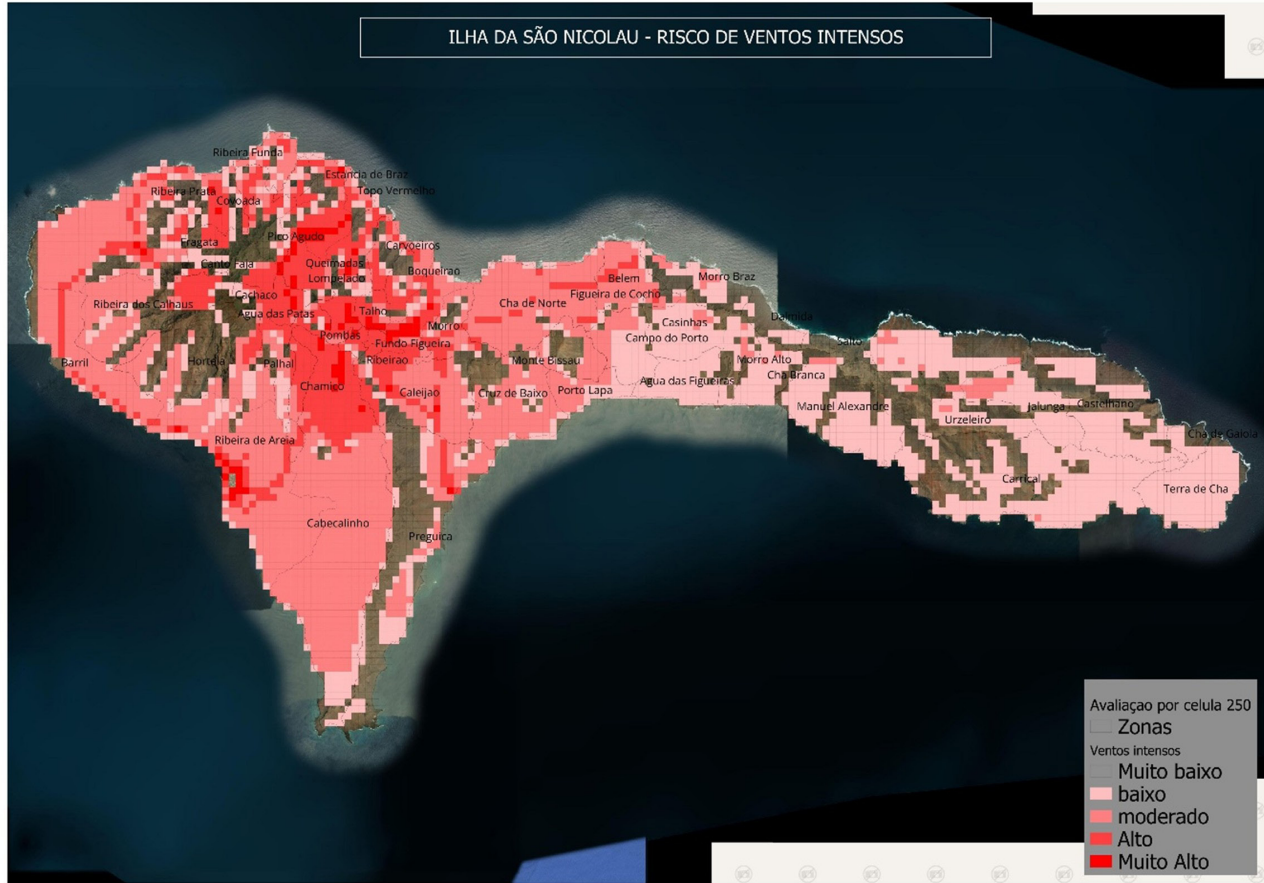
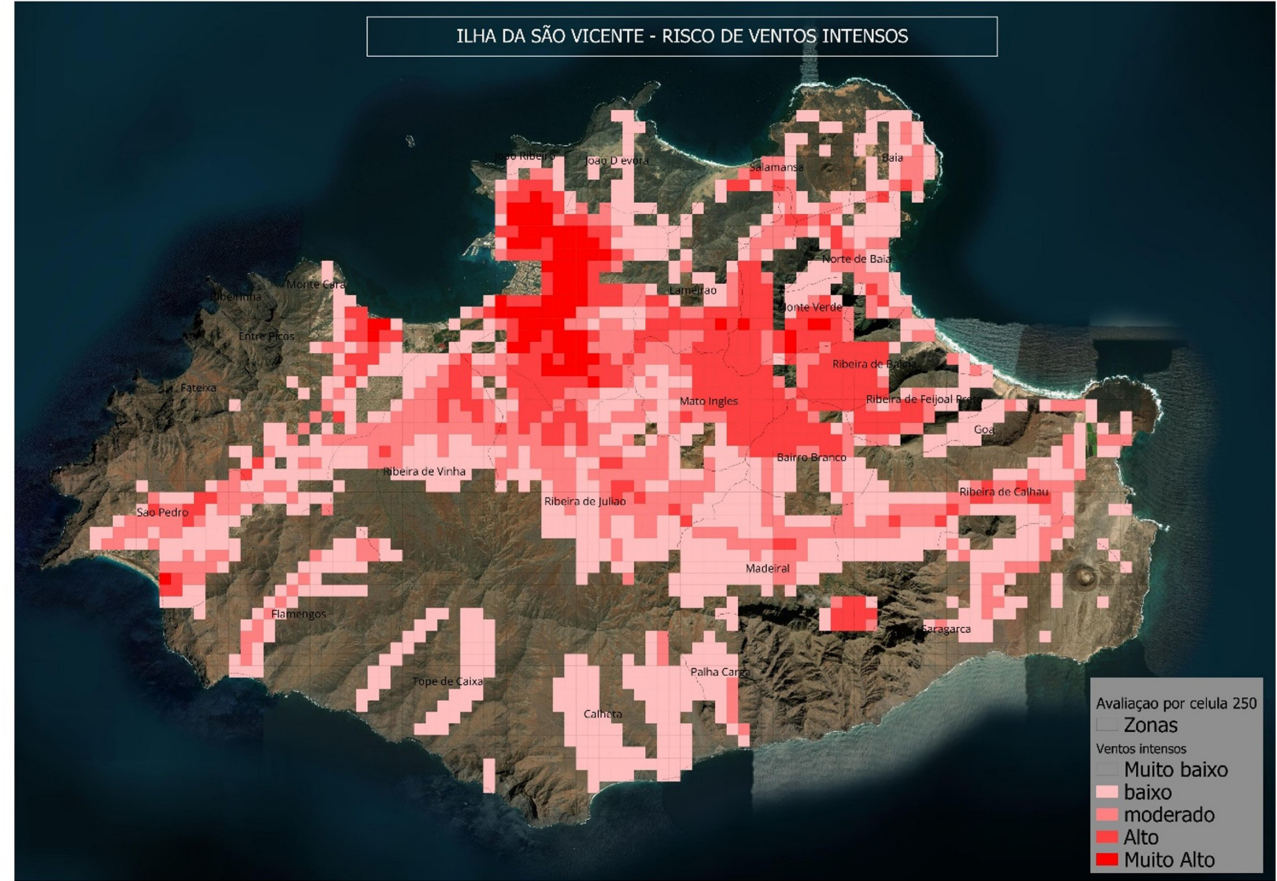
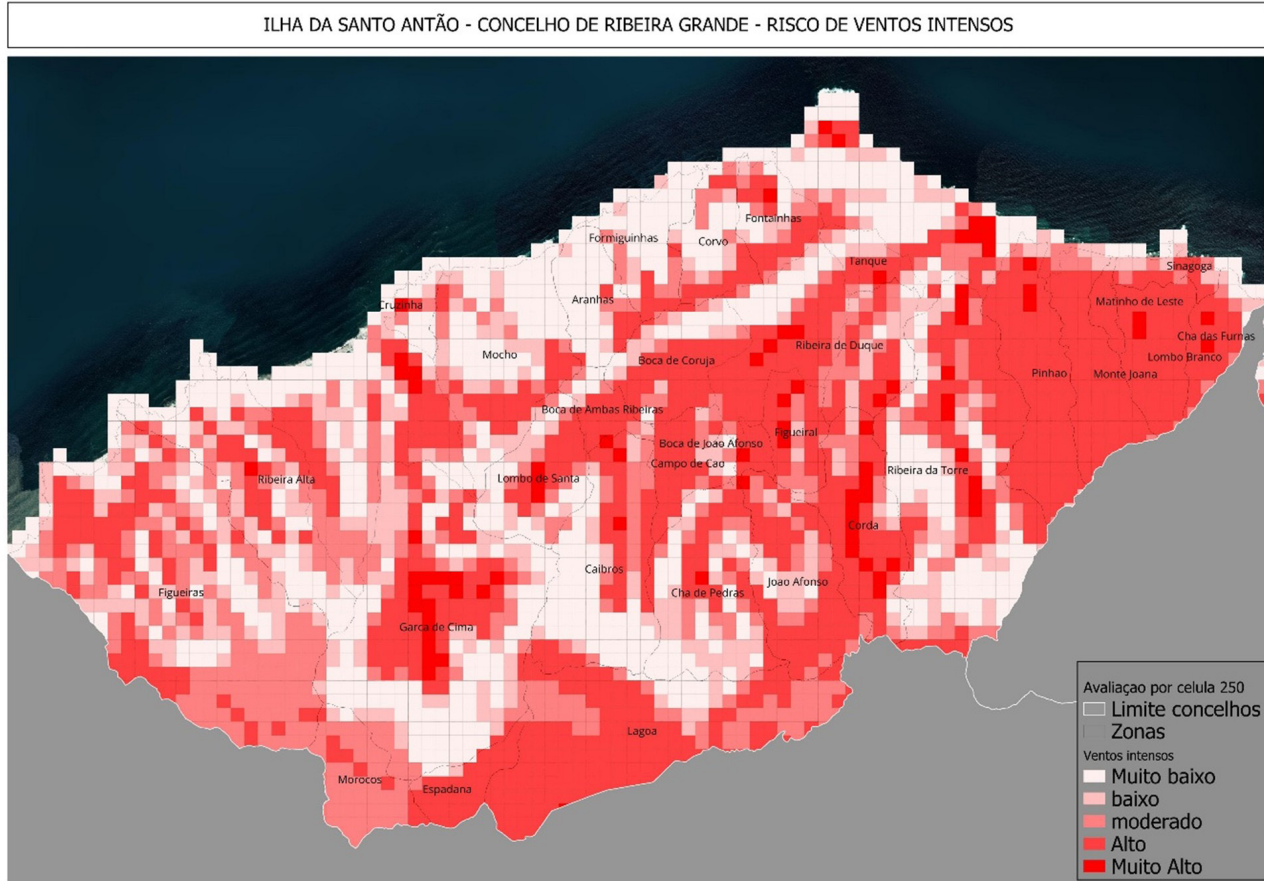




I.VII – Bruma Seca







Anexo II – Relação dos mapas WMS

(que podem ser visualizados no link abaixo indicado)

I. Cabo Verde. Vulnerabilidade Social (capacidade de adaptação) por zonas.

<https://ull-s.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=ee11bb9a0e2a48d5b61f-3dddbca000ec>

II. Cabo Verde. Mapas de riscos climáticos. (perigo x vulnerabilidade-exposição)

<https://ull-es.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=daae786ad-17649c593dd0a600bea96b4>

III. Cabo Verde. Mapas de riscos climáticos. (perigo x vulnerabilidade-exposição x vulnerabilidade social)

<https://ull-es.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=3ccb05c6e7f14193b-2041f573be76a95>



