



**SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM**



Resultados Preliminares do Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo

VOLUME 1: RESULTADOS GERAIS

Realização

Divisão de Geologia Aplicada - DIGEAP
Departamento de Gestão Territorial - DEGET

2021

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretária Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Chefe da Divisão de Gestão Territorial

Maria Angélica Barreto Ramos

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Patricia Duringer Jacques

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

Washington José Ferreira Santos

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Valter Alvarenga Barradas

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Resultados Preliminares do Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo

Volume 1: Resultados Gerais

AUTOR

Rafael Silva Ribeiro



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretária Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

EQUIPE TÉCNICA

Elaboração

Rafael Silva Ribeiro

Diagramação (SUREG/SP)

Marina das Graças Perin

Foto da capa: Movimento gravitacional de massa no município de Sapucaia (RJ) em 2012.

Créditos: Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R484r	RIBEIRO, Rafael Silva Resultados Preliminares do Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo. Volume 1: Resultados Gerais / Rafael Silva Ribeiro. – Brasília : CPRM, 2021. 40 p., 1 e-book : PDF
	ISBN
	1.Hidrogeologia – Espírito do Santo. 2. Risco geológico – Espírito Santo. I. Título. CDD 551.49098152

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Cláudia Lopes – CRB8 - SP010391/0

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

RESUMO

Atlas é um documento formado por conjunto de ilustrações referentes a um tema. A literatura técnico-científica mostra que Atlas de Risco sobre o Estado do Espírito Santo foram publicados, mas encontram-se desatualizados. Esta realidade associada com a finalização dos mapeamentos de risco da CPRM e dos PMRRs na última década impõem a confecção de um novo documento. O objetivo desta pesquisa é apresentar um novo Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo. Para isso foram analisados, validados e organizados 1213 setores de risco alto e muito alto de 77 municípios da referida unidade da federação relacionados a doze processos geológicos e hidrológicos. Os dados foram geoestatisticamente tratados, o que possibilitou a produção das cartas. As cartas traduzem a análise dos seguintes parâmetros: ano de mapeamento, grau de risco, número de construções e população percentual em risco. Novidades foram criadas neste processo, como o Índice de Setorização de Risco (ISR) e as análises percentuais municipal e estadual, que se mostraram úteis na pesquisa. Informações referentes ao histórico de decretos municipais, danos e prejuízos e regime pluviométrico foram obtidas e adicionadas graficamente ou como texto. O Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo expõe o cenário do risco no Espírito Santo e é uma importante ferramenta na prevenção de desastres naturais, no planejamento territorial e na adoção de medidas mitigadoras dos processos existentes em cada município.

Palavras-chave: Atlas. Espírito Santo. Riscos geológico e hidrológico. Prevenção. Desastres naturais.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS PRELIMINARES	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
APÊNDICE	28

1. INTRODUÇÃO

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) e o dicionário Michaelis (ATLAS, 2021) atlas é uma publicação ou livro formado por conjunto de mapas ou cartas geográficas. Além deste conceito clássico, o IBGE esclarece que o termo também se aplica ao conjunto de dados organizados que tratam sobre determinado tema e servem de referência para a construção de informações de acordo com o intuito do usuário. Os dois conceitos se aplicam neste trabalho, visto que para a obtenção das cartas tornam-se indispensáveis a organização e o tratamento dos dados de interesse.

Segundo o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR, 2004, p.17) o desastre é definido como:

Grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade devido a eventos perigosos aliados a condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a uma ou mais das seguintes consequências: prejuízos e impactos nos níveis humano, material, econômico e ambiental.

No Brasil os desastres estão organizados e descritos na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE, que os divide em naturais e tecnológicos (BRASIL, 2012b). Por sua vez, os desastres naturais são subdivididos em cinco grupos: geológico, hidrológico, meteorológico, climatológico e biológico. Este atlas irá trabalhar com processos geológicos e hidrológicos estabelecidos na COBRADE. Entretanto nem todos os desastres naturais aqui analisados estão presentes na classificação. Por isso, visando a uniformização das nomenclaturas dos processos estudados, foram adicionados itens e adotados os termos e siglas mostrados nas duas últimas colunas do quadro 1.

Quadro 01 - Termos adotados para os desastres naturais analisados no atlas. Modificado de Brasil (2012).

COBRADE				Atlas de riscos geológico e hidrológico do ES			
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Termo adotado	Sigla		
Geológico	Movimentos de massa	Quedas, tombamentos e rolamentos	Blocos	Queda de blocos	QB		
			Lascas				
			Matacões				
			Lajes				
	Erosão	Deslizamentos	Deslizamentos de solo e/ou rocha	Deslizamento planar	DP		
				Corridas de massa	Solo/Lama	Corrida de massa	CM
					Rocha/Detrito		
	Erosão	Erosão Continental	Erosão Costeira/Marinha	Subsidência e colapso	SC		
				Erosão de Margem Fluvial	Erosão marinha	EM	
					Erosão Continental	Erosão de margem fluvial	EF
Erosão				Erosão Continental		Laminar	Erosão continental
	Ravina						
Hidrológico	Inundações	Enxurradas	Boçorocas	Inundação	ID		
			Enxurrada	EX			
Processos não contemplados na COBRADE				Rastejo	RT		
				Enchente	ET		
				Deslizamento rotacional	DR		

Os efeitos provocados por um desastre natural no país podem levar o Estado, o Distrito Federal e os Municípios a declararem, mediante decreto do chefe do Poder Executivo, a Situação de Emergência ou o Estado de Calamidade Pública. Segundo o artigo XIV do Decreto n. 10.593, de 24 de dezembro de 2020, a Situação de Emergência é a:

(...) situação anormal provocada por desastre que causa danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido ou que demande a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação. (BRASIL, 2020)

Já o artigo VIII do referido decreto estabelece que o Estado de Calamidade Pública é a:

(...) situação anormal provocada por desastre que causa danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido ou que demande a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação. (BRASIL, 2020)

A UNDRR (2004) define o risco como:

A probabilidade de consequências danosas ou perdas esperadas (mortes, feridos, propriedades, meios de subsistência, interrupção da atividade econômica ou ambiente danificado) resultantes das interações entre ameaças naturais ou antropogênicas e condições vulneráveis.

O risco pode ser expresso como o produto entre a *probabilidade* e a *consequência* de um evento, onde *consequência* é qualquer resultado indesejável decorrente de um movimento gravitacional de massa que possui certa *probabilidade* de ocorrer (PACHECO; COUTINHO, 2006). Entre os danos provocados por processos hidrológicos e geológicos podem ser citadas perdas de vidas humanas, perdas materiais e interrupções de serviços públicos (RIBEIRO, 2013). De acordo com o inciso XXV do Anexo VI da Instrução Normativa Número 2 do Ministério da Integração Nacional, o dano é definido como “resultado de perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre.” Já o inciso XXVI do documento afirma que o prejuízo é a “Medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial, de um determinado bem, em circunstâncias de desastre.” (BRASIL, 2016)

Conforme Dai et al. (2002 apud RIBEIRO, 2013) o risco pode ser individualizado em dois segmentos: aquele que se aplica a perda de vidas (Equação 1) e aquele associado a perdas econômicas (Equação 2).

$$R(DI)=P(H).P(S/H).P(T/S).V(L/T) \quad (1)$$

$$R(PD)=P(H).P(S/H).V(P/S).E \quad (2)$$

Onde: R(DI) é o risco de perda de vida em um ano;

R(PD) é o risco anual de perda econômica;

P(H) é a probabilidade anual de ocorrência do processo;

P(S/H) é a probabilidade de impacto espacial com a ocorrência do evento;

P(T/S) é a probabilidade de impacto temporal, dado o impacto espacial;

V(L/T) é a vulnerabilidade do indivíduo (probabilidade de perda de vida do indivíduo dado o impacto do evento);

V(P/S) é a vulnerabilidade da propriedade (proporção da propriedade perdida);

E é o elemento em risco (por exemplo, o valor da propriedade).

Desde 2011 o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) vem atuando no mapeamento dos riscos a desastres naturais no território nacional. Inicialmente a instituição recebeu a missão de realizar o mapeamento de áreas de risco alto e muito em 821 municípios. A partir de 2014 a CPRM deu continuidade aos trabalhos de setorização de riscos geológicos e hidrológicos em outros municípios brasileiros.

Em abril de 2012 foi promulgada a lei número 12.608, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC e autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Conforme os incisos III e IV do artigo 6º da lei, compete à União “promover estudos referentes às causas e possibilidades de ocorrência de desastres de qualquer origem, sua incidência, extensão e consequência” e “apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e nas demais ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação”, o que justifica a atuação do Serviço Geológico do Brasil nesse tema.

A setorização de riscos geológicos e hidrológicos realizada pela CPRM consiste no levantamento das construções que foram ou podem ser atingidas e afetadas por movimentos gravitacionais de massa, erosões, enchentes, enxurradas ou inundações. Estas construções são agrupadas em setores que são qualificados em quatro graus de risco: Baixo, Médio, Alto e Muito Alto (Quadros 2 e 3). É então feita estimativa do número de moradores nos setores demarcados.

A CPRM faz o mapeamento somente de setores geológico e hidrológico com risco alto (R3) e muito alto (R4).

Quadro 02 - Graus de risco para deslizamento e erosão de margem fluvial. Modificado de Brasil (2007).

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	<ul style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento e erosão de margem fluvial; Não se observa (m) sinal (is), feição (ões) ou evidência (s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens; Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
R2 Médio	<ul style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento e erosão de margem fluvial; Observa-se a presença de algum (ns) sinal (is), feição (ões) ou evidência (s) de instabilidade, porém incipiente (s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento; Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R3 Alto	<ul style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento e erosão de margem fluvial; Observa-se a presença de significativo (s) sinal (is), feição (ões) ou evidência (s) de instabilidade. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo; Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R4 Muito Alto	<ul style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de muita alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento e erosão de margem fluvial; Os sinais, feições ou evidências de instabilidade são expressivos e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo possível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento; Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

Quadro 03 - Graus de risco para enchente e inundação. Fonte: Modificado de Brasil (2004).

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	<ul style="list-style-type: none"> Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos; Baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrências nos últimos cinco anos).
R2 Médio	<ul style="list-style-type: none"> Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos; Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência nos últimos cinco anos).
R3 Alto	<ul style="list-style-type: none"> Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos; Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência nos últimos cinco anos) e envolvendo construção (ões) de alta vulnerabilidade.
R4 Muito Alto	<ul style="list-style-type: none"> Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos; Alta frequência de ocorrência (pelo menos três eventos em cinco anos) e envolvendo construção (ões) de alta vulnerabilidade.

O Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) é um documento detalhado que, entre outras informações, define e qualifica áreas de risco e norteia as intervenções estruturais e não-estruturais mais adequadas de serem implementadas para a eliminação ou redução do risco. Os PMRRs estão sendo elaborados desde 2006, contando inicialmente com o apoio do extinto Ministério das Cidades (CAIXETA; MASIERO, 2016).

A qualificação das áreas de risco segue as classificações apresentadas nos quadros 2 e 3 e vão de baixo a muito alto. Assim como nos setores de risco produzidos pela CPRM, há descrição, registros fotográficos e indicação do limite do polígono.

A Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB, 2021) aponta que foram elaborados Planos Municipais de Redução de Riscos em 17 municípios capixabas pelo governo estadual. Os planos abrangem as áreas urbanas sujeitas a inundações, erosão e movimentos gravitacionais de massa. Segundo o órgão, os municípios foram selecionados com base em relatório da Defesa Civil Estadual que registrou os eventos relacionados ao período chuvoso em dez anos. Os municípios foram separados em três grupos de acordo com a região do estado e bacia hidrográfica que estão localizados. Além dos PMRRs concluídos pelo Governo do Espírito Santo, há aqueles que foram contratados pelos governos municipais.

Para o Estado do Espírito Santo foram publicados os Atlas de Desastres Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina para o período 1991-2012, Atlas de Vulnerabilidade às Inundações pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos em 2013, Histórico de Desastres do Estado do Espírito Santo para o período 2000-2009 pela Defesa Civil Estadual e o Atlas das Áreas com Potencial de Riscos do Estado do Espírito Santo elaborado por instituições do Governo do Estado do Espírito Santo em 2006.

Vislumbrada esta realidade, faz-se necessária a atualização dos dados de risco e a preparação e publicação de um novo documento. Para atender tal demanda e com a conclusão dos mapeamentos de risco em todos os municípios capixabas, esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento e publicação do novo Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo a partir dos dados de risco alto e muito alto oriundos dos mapeamentos realizados entre os anos de 2011 e 2020. Com isso o atlas servirá como mais uma ferramenta para os gestores públicos das esferas municipal, estadual e federal na adoção de medidas de planejamento territorial e prevenção a desastres naturais, pois estes saberão qual é o histórico de ocorrências, tamanho da população e número de construções que foram ou podem ser afetadas por estes fenômenos em cada um dos municípios. Além disso o atlas possibilitará aos leitores verificar quais e em que magnitude os doze processos analisados ocorreram ou podem ocorrer no município. Isto porque os fenômenos contabilizados estão instalados ou têm potencial de se manifestarem no futuro.

Em uma abordagem mais ampla, como o estudo estará disponível para o acesso de qualquer cidadão, este poderá ser consultado e utilizado em outras áreas que careçam das informações aqui contidas.

Os resultados do Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo serão inicialmente publicados em relatórios técnico-científicos. Este é o primeiro volume, que trata exclusivamente da configuração geral dos desastres naturais analisados no estado. Os próximos relatórios tratarão especificamente dos processos selecionados.

É importante frisar que dos 78 municípios capixabas foram concluídos os estudos em setenta e sete. O PMRR de Serra foi recebido em maio de 2021. Este será lido e os dados verificados e adicionados na publicação final.

2. ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O Espírito Santo é uma das quatro unidades da federação que compõem a Região Sudeste do Brasil. Faz limite com os estados da Bahia, Minas Gerais e Rio de Janeiro e é banhado a leste pelo Oceano Atlântico (Figura 1). O estado possui área de 46.074 km² e estimativa de cerca de 4 milhões de habitantes (IBGE, 2020). O Censo Demográfico de 2010 indica o total de 3.514.952 habitantes (IBGE,2010).



Figura 01 - Localização do estado do Espírito Santo no território brasileiro.

O Espírito Santo é formado por 78 municípios sendo Vitória a sua capital. A figura 2 mostra a localização dos municípios, que estão dispostos em ordem alfabética.

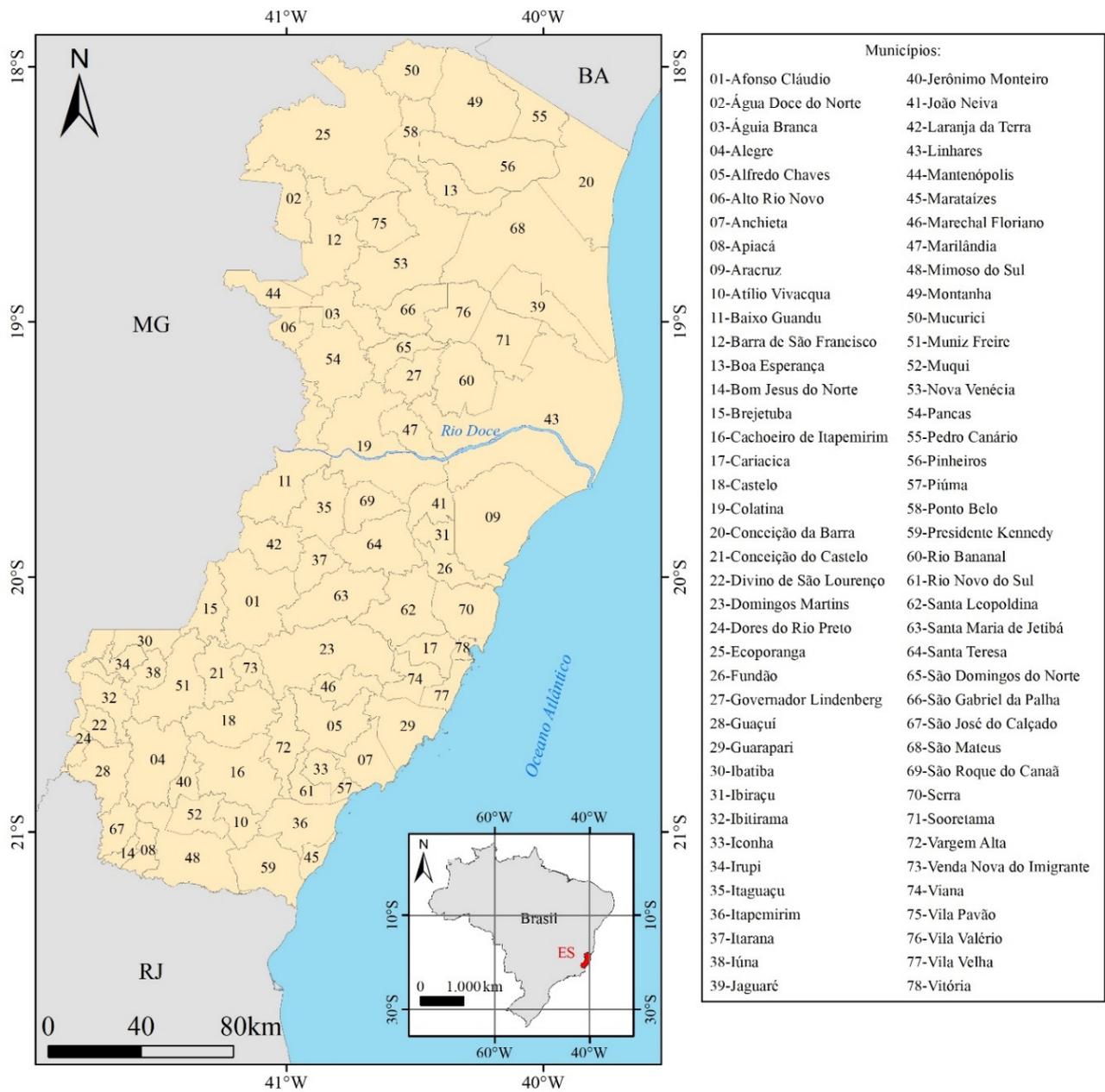


Figura 02 - Divisão municipal do estado do Espírito Santo.

A figura 3 mostra a distribuição da população por município. Conforme o Censo de 2010 do IBGE, os quatro mais populosos são, em ordem: Vila Velha, Serra, Cariacica e Vitória.

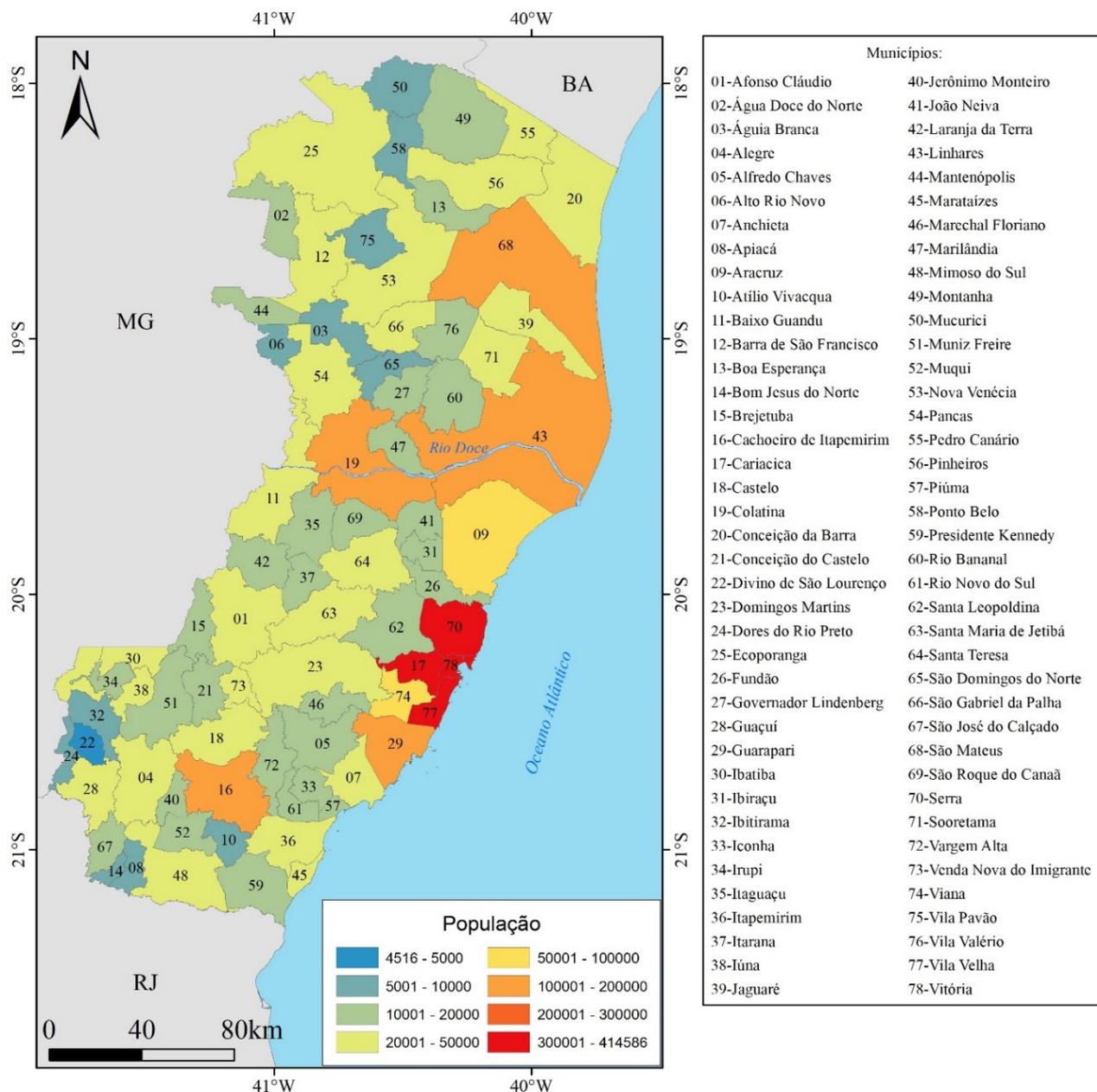


Figura 03 - Classificação dos municípios capixabas por população quantificada no Censo Demográfico de 2010. Elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2010).

O Estado do Espírito Santo apresenta temperaturas médias anuais amenas que não ultrapassam 26°C. Na maior parte do estado as temperaturas médias ficam entre 22 e 26°C (Figura 4). Já na região mais elevada, situada nas regiões sudoeste e centro-sul, as médias ficam entre 10 e 22°C. Contudo, na Serra do Caparaó, localizada no extremo sudoeste do estado, as temperaturas podem atingir valores negativos, o que faz desta a região mais fria do Espírito Santo.

A configuração da temperatura média aliada com as características do relevo capixaba faz com que o estado tenha oito unidades climáticas segundo a Classificação Climática de Köppen. Nascimento, Luiz e Oliveira (2016) afirmam que a Classificação Climática de Köppen é o sistema de classificação climática mais empregado em trabalhos científicos e livros didáticos. O sistema consiste na definição do clima por dois ou três caracteres, onde o primeiro aponta a zona climática, o segundo está relacionado com a chuva e o terceiro informa a variação da temperatura.

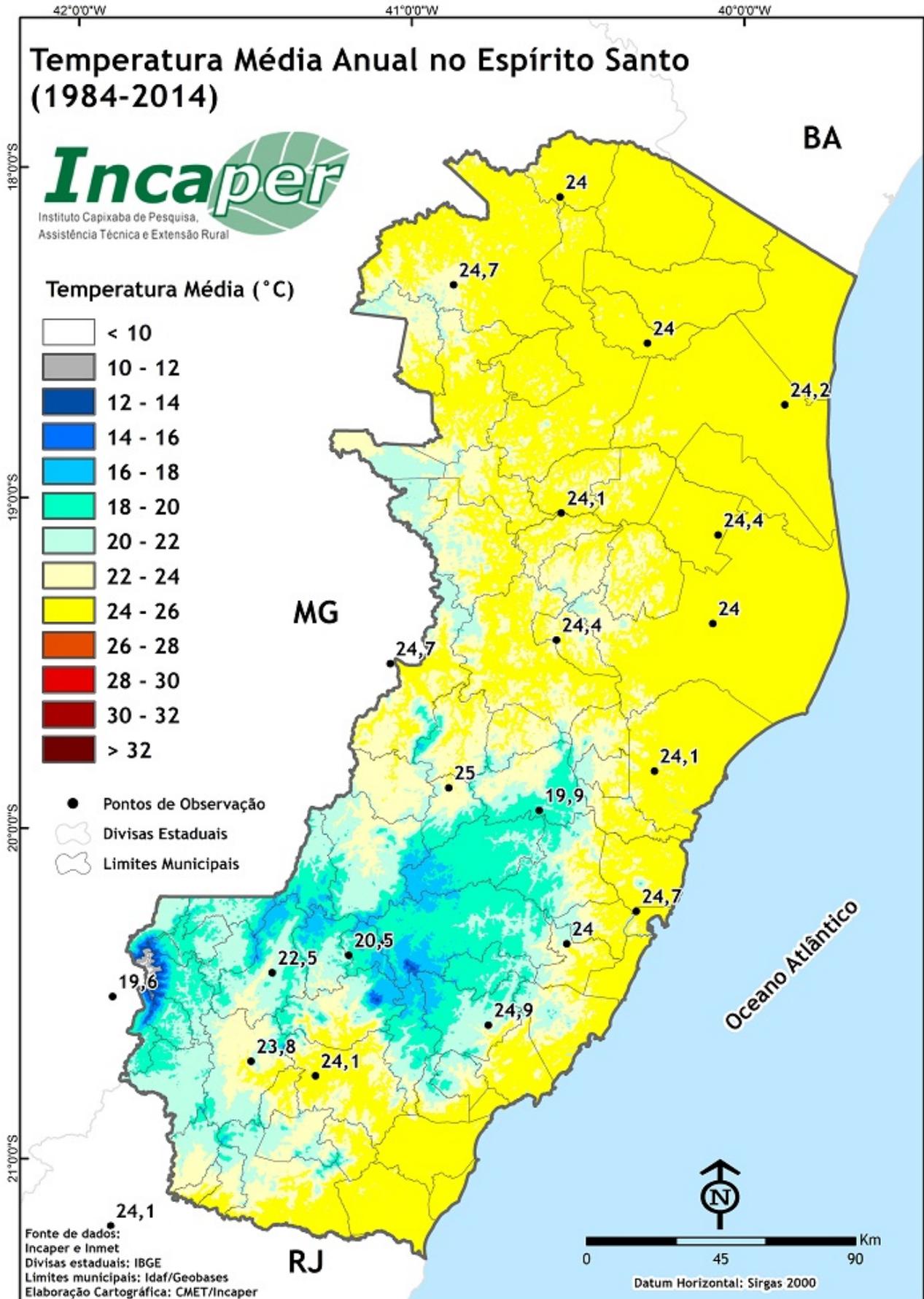


Figura 04 - Temperatura média anual no Espírito Santo de 1984 a 2014. Fonte: INCAPER (2021).

Pela figura 5 é possível notar que grande parte do estado possui clima tropical, que ocorre em 70,5% do território capixaba (ALVARES et al., 2013). O extremo nordeste não possui estação seca ao passo que no interior o clima Aw, com inverno seco, domina. Alvares et al. (2013) assinalam que as regiões com climas Am e Aw no estado possuem, respectivamente, precipitações médias anuais que vão de 1.200 a 1.300 mm e de 1.000 a 1.400 mm.

O clima subtropical está presente em 29,5% do Espírito Santo, se concentrando no extremo oeste, sudoeste e centro-sul do estado. Apresenta temperaturas médias mais baixas que a região de clima tropical. O clima Cwc está restrito à Serra do Caparaó, com temperatura média anual de 9,4°C e precipitação anual de aproximadamente 1.300 mm (ALVARES et al., 2013).

A grosso modo, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (PANOSO, 1978), o relevo do estado pode ser dividido em três regiões:

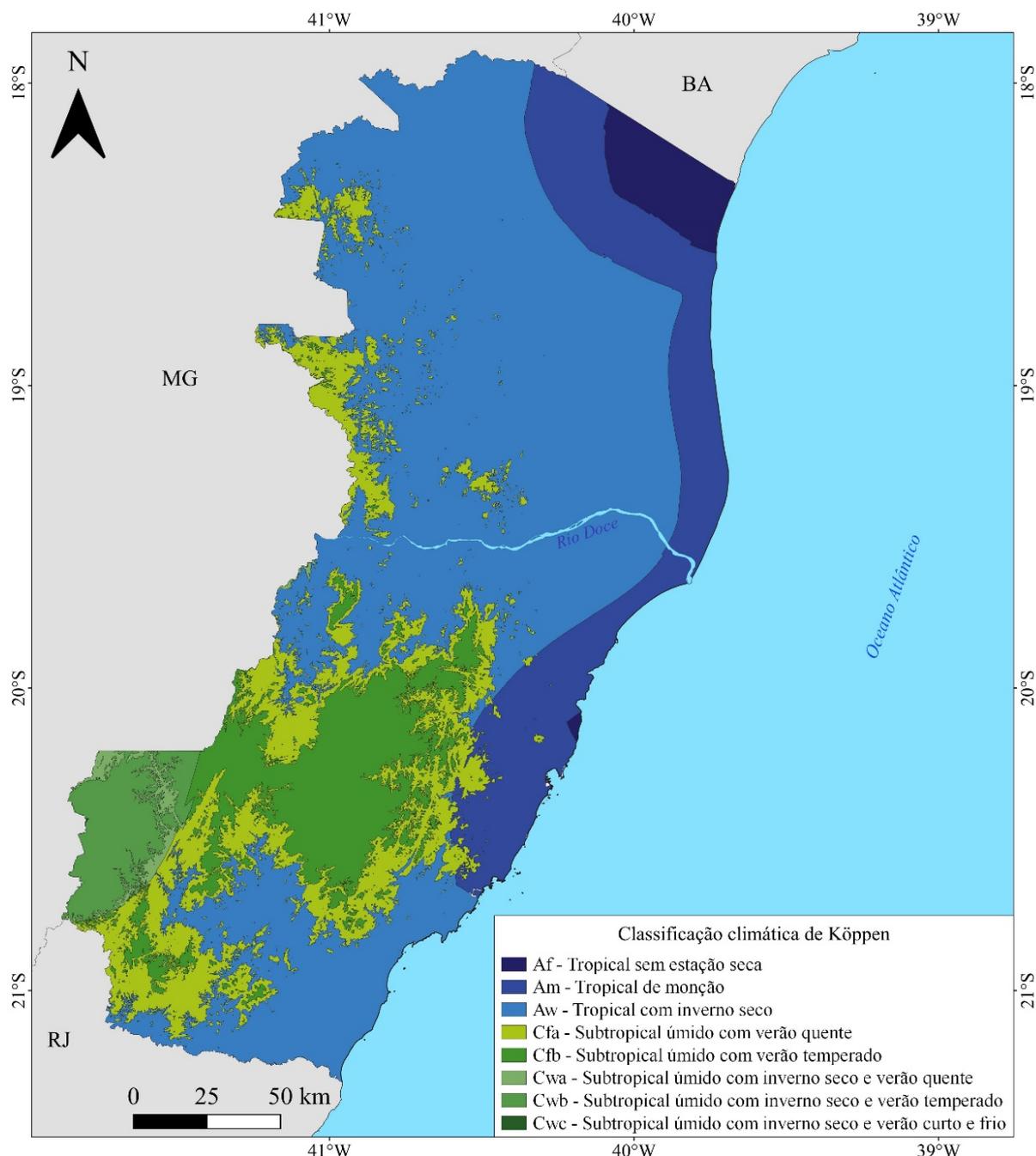


Figura 05 - Climas do Estado do Espírito Santo de acordo com a Classificação Climática de Köppen. Modificado de Alvares et al. (2013).

- I. Litoral: Região plana formada por sedimentos quaternários marinhos e aluviões depositados pelo Rio Doce e cursos d'água de menor extensão. Sua maior área é na foz do Rio Doce e se afunila continuamente com a aproximação dos maciços rochosos em direção ao litoral;
- II. Tabuleiros: Correspondem aos sedimentos do Paleógeno e Neógeno da Formação Barreiras. Estão situados entre a Área Elevada Interior e o Litoral, podendo atingir o Oceano Atlântico; e
- III. Área Elevada Interior: Terreno acidentado formado basicamente por serras e montanhas que ocupa a maior parte do estado e chega a atingir o litoral. É comum a existência de pontões rochosos nesta região.

De acordo com Silva e Machado (2014), o território estadual é constituído principalmente por doze padrões de relevo (Figura 6). Nas áreas norte, nordeste e litorânea há o predomínio de padrões com menores amplitudes altimétricas e inclinações, tais como tabuleiros, colinas suaves e planícies das regiões I e II definidas pela

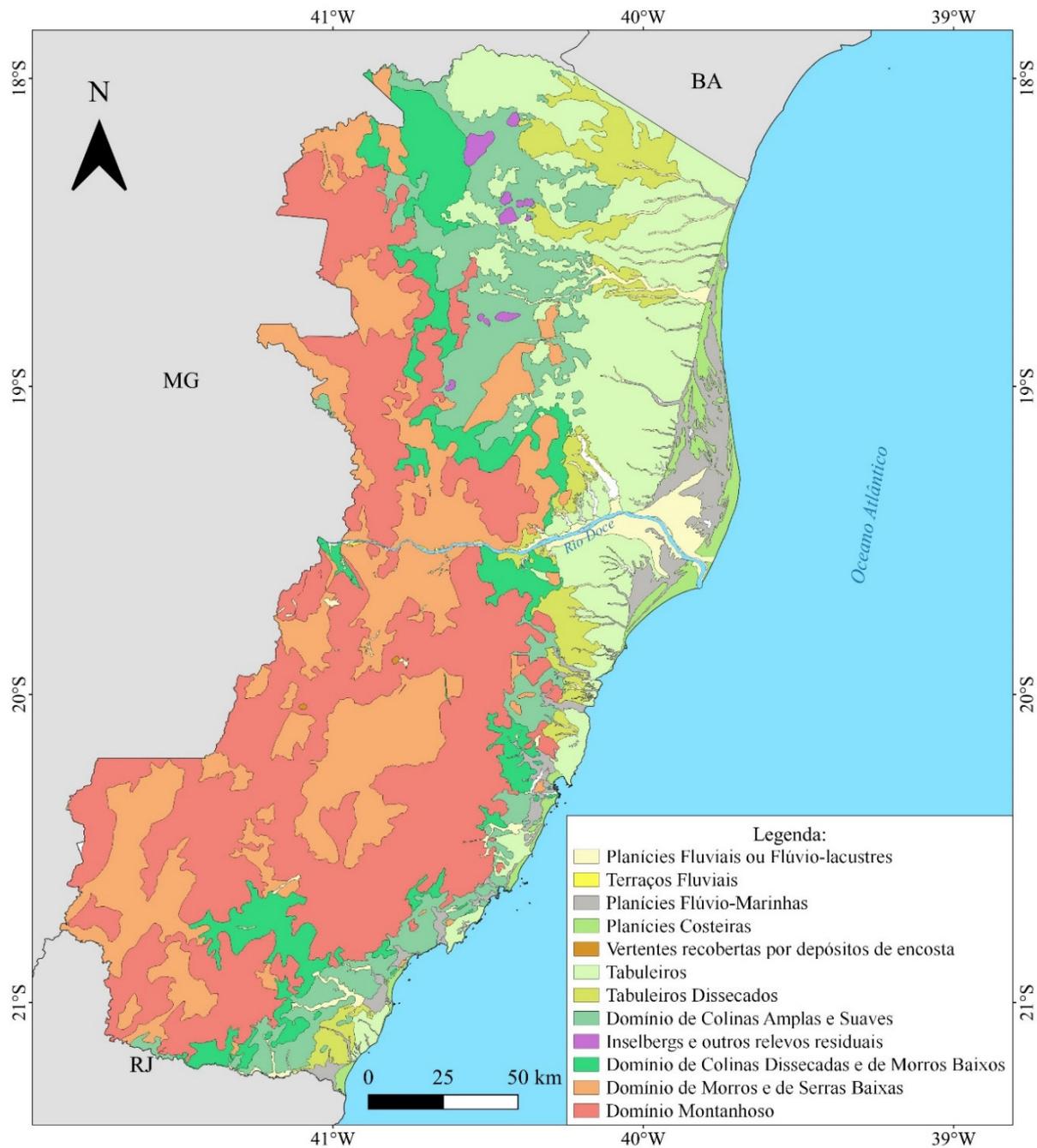


Figura 06 - Mapa de padrões de relevo do Espírito Santo. Modificado de Silva e Machado (2014).

EMBRAPA (PANOSO, 1978). Já na região central, sul e oeste capixaba estão presentes, em grande parte, domínios montanhosos e serras, que coincide com a Área Elevada Interior. Nesta região ocorrem os inselbergs e relevos residuais, especialmente no centro-noroeste e região metropolitana de Vitória.

No extremo sudoeste do estado está a Serra do Caparaó, formado por montanhas com as altitudes mais elevadas do estado. Destaca-se o Pico da Bandeira, com 2 891 metros, que é o ponto culminante do estado e da Região Sudeste do Brasil, sendo a terceira montanha mais alta do país (IBGE, 2016).

Esta configuração da compartimentação geomorfológica é um dos fatores que irão refletir na distribuição dos processos que mais dominam o cenário de risco geológico e hidrológico dos municípios.

Jenny (1941) afirma que a formação dos solos é influenciada pelos seguintes fatores: material de origem, relevo, clima, tempo e organismos. Por isso não é de se estranhar que o mapa de padrões de relevo seja idêntico ao mapa de solos. De acordo com Cunha et al. (2016a) o Espírito Santo possui 113 unidades no mapeamento de solos, o que indica a diversidade ambiental do estado. Este mapeamento foi simplificado para este relatório com o agrupamento de unidades (Figura 7).

Os Latossolos e Argissolos ocorrem na maior parte do estado, sendo predominantes no interior do Espírito Santo. Especialmente no litoral centro-norte e ao longo dos cursos d'água encontram-se os Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos e Cambissolos Flúvicos. Os Chernossolos e Cambissolos Háplicos estão concentrados nas regiões centro-sul e sudoeste do estado.

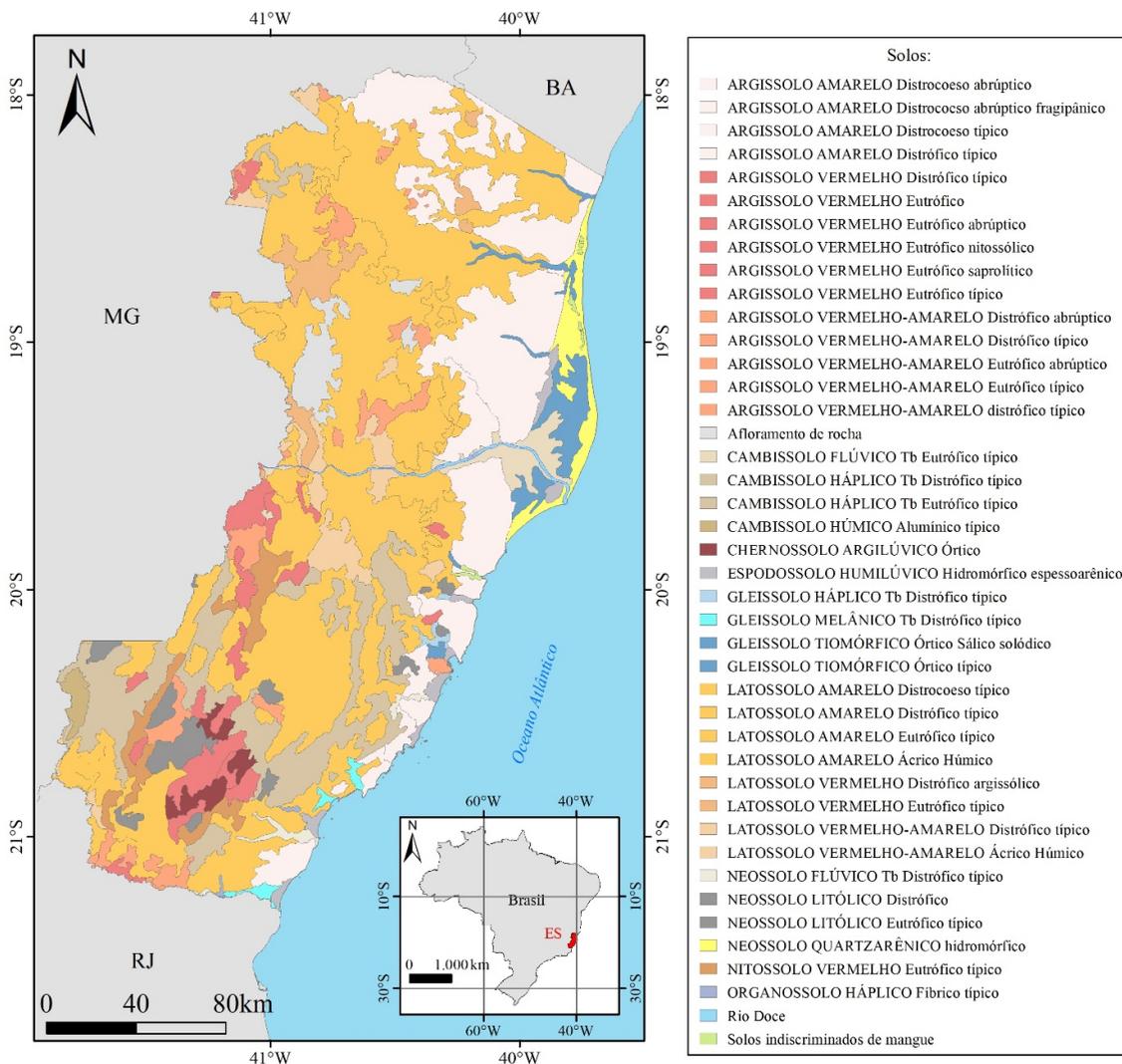


Figura 07 - Mapa de solos simplificado do Estado do Espírito Santo. Modificado de Cunha et al. (2016b).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas metodológicas do atlas seguem o fluxograma da figura 8.

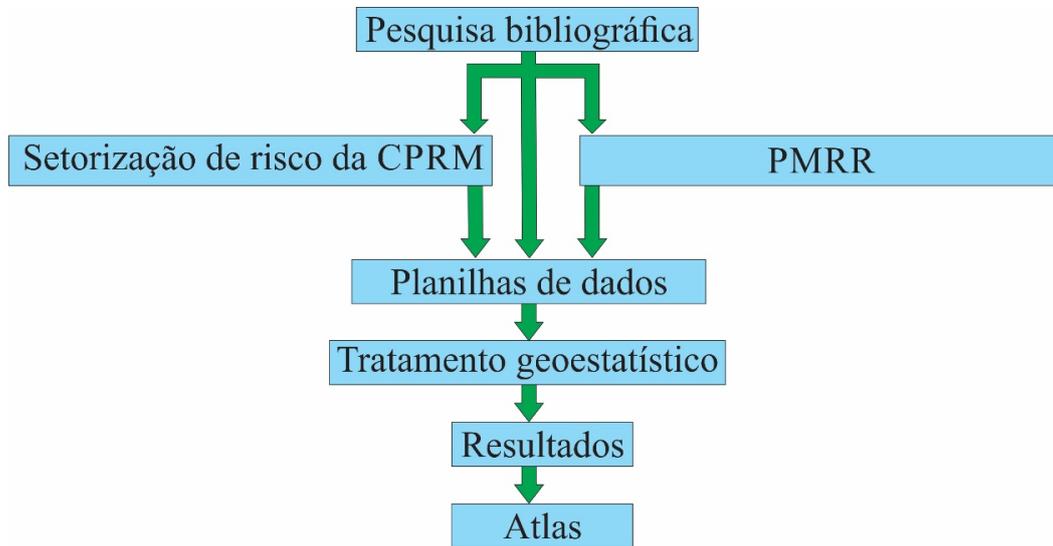


Figura 08 - Fluxograma com as etapas metodológicas do atlas.

Inicialmente foi feita pesquisa bibliográfica sobre os temas abordados e o Estado do Espírito Santo, área de estudo do atlas. Foram adquiridas e lidas teses, periódicos, livros, dentre outras publicações que pudessem subsidiar a elaboração do relatório.

Nas duas etapas subsequentes, os dados foram organizados e tratados em quatro planilhas do programa Excel®: Dados de Risco, Geoestatística, Histórico e Danos e Prejuízos. As duas primeiras são fontes de dados para a constituição das cartas. As informações contidas nas duas últimas foram representadas graficamente ou adicionadas no texto do atlas.

Com exceção do município de Serra, foram inseridas e organizadas as informações dos Planos Municipais de Redução de Riscos dos municípios mais populosos e das setorizações de risco do Serviço Geológico do Brasil no período entre 2011 e 2020. Em casos específicos foram consultados os PMRRs de municípios cujos mapeamentos são mais recentes que as setorizações da CPRM. A pesquisa contemplará todos os municípios na publicação final do atlas.

Nestes documentos foram analisados, setor por setor, os polígonos de risco, descrição, grau de risco, fotografias, logradouros, número de construções e população em risco. Com as fotografias dos documentos, os polígonos que delimitam os setores de risco e o Google StreetView foi possível a validação das informações. Rodovias, ruas, avenidas, becos e travessas foram virtualmente acessadas pelo Google StreetView. Foram minuciosamente conferidos o número de construções, o grau de risco das construções e a estimativa da população residente em cada setor. Durante este processo algumas modificações foram consumadas e os dados inseridos na planilha Dados de Risco, cujas colunas são apresentadas no quadro 4.

É importante ressaltar que a avaliação da situação em campo é indispensável. É neste momento que o pesquisador identifica feições, estabelece o grau de risco, avalia a vulnerabilidade das construções, dialoga com moradores e a Defesa Civil, determina características geológicas-geotécnicas do terreno e decide com precisão os limites dos setores de risco.

Quadro 04 - Itens das colunas da planilha Dados de Risco.

Título	Descrição
Município	Nome do município em análise.
Ano	Ano do mapeamento de risco.
Setor	Número do setor de risco.
Processos	Indicação de um ou mais processos que ocorreram ou podem ocorrer no setor.
Grau	Grau de risco: Alto ou Muito alto.
Construções	Número de construções em risco no setor.
População	Estimativa da população em risco no setor.
OBS	Observações sobre o mapeamento de risco: se é PMRR, se houve alterações, em que coluna ocorreram e o motivo das alterações.

Posteriormente os dados foram tratados na planilha Geoestatística, cujas colunas encontram-se descritas no Apêndice A. Aqui cabem algumas considerações sobre certos itens da planilha.

Como a contagem das construções é precisa e há uma estimativa da população residente nos setores de risco, o atlas possui cartas com os municípios classificados segundo intervalos de classes de números de construções e intervalos percentuais de população em risco. Neste relatório a população percentual em risco foi calculada com base nos totais de habitantes municipais e estadual definidos no último censo demográfico do país, finalizado em 2010.

No caso da análise percentual populacional, suponha que um estado tenha 20.000 habitantes. Um de seus municípios possui 1.000 habitantes e 500 deles moram em áreas de risco. Qual o percentual de municípios que estão em situação de risco? Para responder à questão é preciso estabelecer qual a população total que será considerada no cálculo. Se a população estadual que está em risco e reside no município for analisada, o percentual é:

$$=(500/20000).100=2,5\% \quad (3)$$

Já se o interesse for na determinação da porcentagem da população municipal que está em situação de risco, o resultado é:

$$=(500/1000).100=50\% \quad (4)$$

Portanto os resultados são diferentes, o que implica em representações distintas nas cartas do atlas. O primeiro caso pode ser mais interessante para planejamento e estudo na esfera estadual enquanto o segundo pode ser mais importante para os municípios, especialmente aqueles que possuem menor número de habitantes. A tendência é que a primeira análise faça com que os municípios mais populosos se sobressaiam na carta que representa o percentual da população estadual em risco. Os dois tipos de carta foram elaborados e estão neste relatório.

Depois desta análise vem outra questão: como representar os graus de risco das construções dos municípios nas cartas do atlas? Considere dois municípios X e Z com dois setores de risco cada um. O setor X.1 possui uma construção com risco muito alto e o setor X.2 é formado por sete construções com risco alto. O setor Z.1 contém duas construções com risco alto e o setor Z.2 é composto por seis construções com risco muito alto. Embora tenham características distintas nos resultados dos mapeamentos de risco, se os maiores graus de risco dos municípios forem considerados, estes irão ser representados incorretamente na carta. Como o grau muito alto ocorre nos dois municípios, estes seriam preenchidos com a mesma cor. Se somente o grau de risco do setor com o maior número de construções for considerado, o município X terá a cor laranja e o setor Z a cor vermelha. Entretanto neste método o grau de risco do outro setor dos municípios é desprezado.

Pensando nisto foi criado o Índice de Setorização de Risco ou ISR. O ISR é um parâmetro adimensional resultante do somatório dos diferentes pesos atribuídos às construções do município. Estes pesos advêm dos graus de risco das construções. O ISR é determinado com a aplicação da equação 5.

$$ISR=C_{R1}+2.C_{R2}+3.C_{R3}+4.C_{R4} \quad (5)$$

Onde: ISR é o Índice de Setorização de Risco;

C_{R1} é o número de construções em risco baixo;

C_{R2} é o número de construções em risco médio;

C_{R3} é o número de construções em risco alto;

C_{R4} é o número de construções em risco muito alto.

Porém aqui são estudados somente os setores com risco alto e muito alto. Dessa forma o ISR é:

$$ISR=3.C_{R3}+4.C_{R4} \quad (6)$$

Após o tratamento dos dados sobre população, construção e grau de risco, é feita a análise para cada um dos doze processos estudados. Este procedimento está em andamento e os resultados constituirão os próximos volumes dos relatórios técnico-científicos.

Com o fim desta etapa procede-se à confecção das cartas por meio do ArcGis 10.6.1[®] e do QGis 3.16[®]. As informações da planilha Geoestatística foram inseridas e trabalhadas nestes programas em coordenadas geográficas e tendo como sistema de referência geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000 – SIRGAS 2000. As cartas contêm os limites municipais do estado e os municípios são preenchidos por cores próprias estabelecidas de acordo com as classes dos valores do parâmetro estudado. Para a definição da quantidade de classes foi aplicada a Regra de Sturges:

$$k=1+3,3.\log(n) \quad (7)$$

Onde: k é a quantidade de classes; e

n é o número de dados.

Como o número de dados nas cartas é igual a 78, $k=7,2$. Logo são sete classes para a representação nas legendas das cartas. Entretanto os municípios com valor nulo para o parâmetro estudado são indicados em classe própria e na cor branca. Dessa forma adotou-se oito classes nas cartas cujos dados foram geoestatisticamente tratados.

Após a montagem das cartas, estas foram exportadas como figuras para comporem o Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo.

A planilha Histórico contém as datas das promulgações dos decretos municipais de situação de emergência e estado de calamidade pública provocados pelos doze desastres naturais analisados nos municípios entre os anos de 2012 e 2020. Estas informações estão disponíveis no sítio eletrônico da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Espírito Santo (CEPDEC - ES, 2021a). Com a organização e o cadastro dos dados, são gerados gráficos que mostrem a frequência dos processos ao longo do ano e dos meses e quais os processos dominantes nos decretos. Além disso, é feita comparação do número de decretos municipais com a precipitação média mensal e anual em milímetros quantificadas em estações meteorológicas automáticas distribuídas pelo estado cujos registros iniciaram-se antes de 2010. As informações das oito estações foram obtidas no Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) e estão localizadas nos municípios de Alegre, Alfredo Chaves, Linhares, Nova Venécia, Presidente Kennedy, Santa Teresa, São Mateus e Vitória (Figura 9).

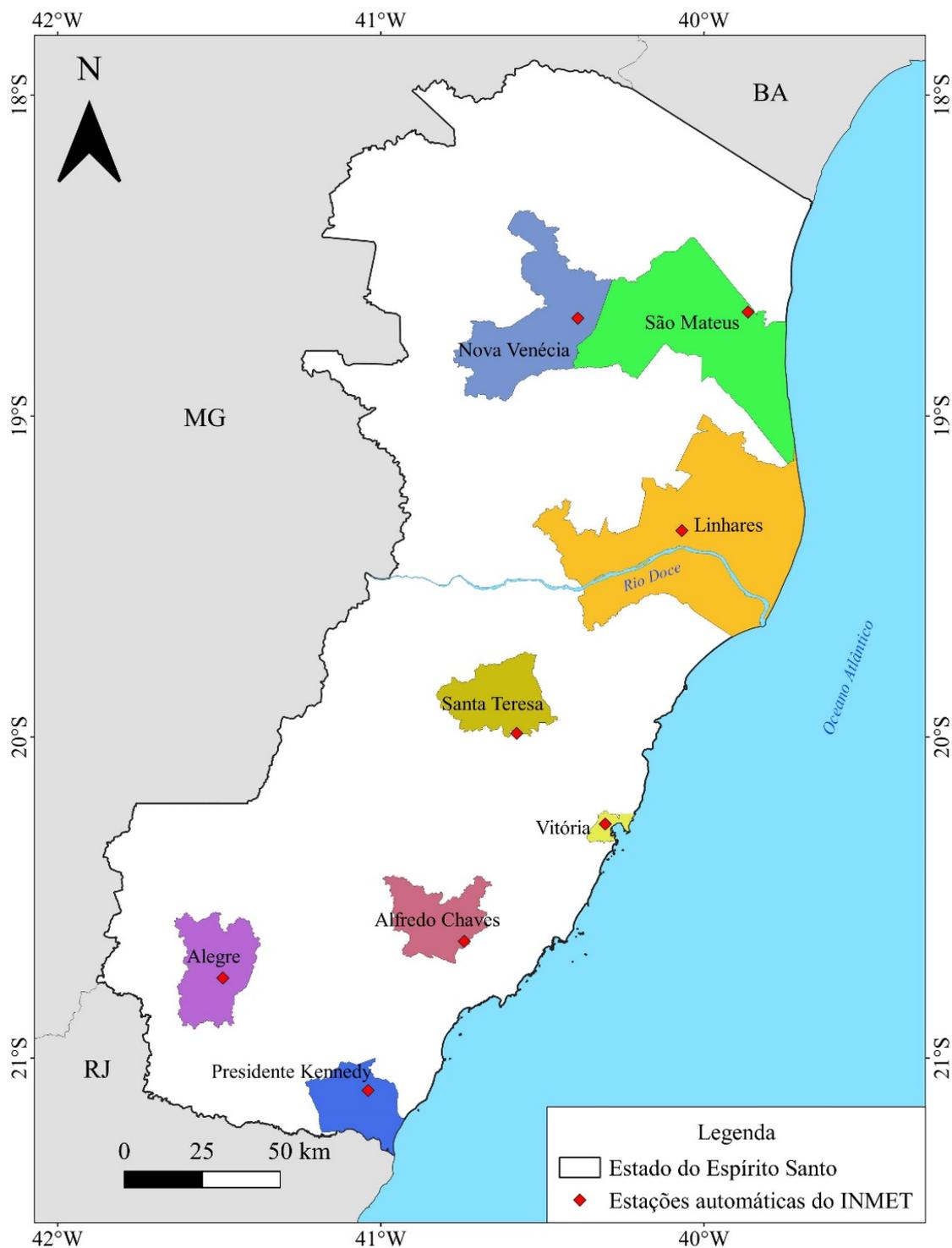


Figura 09 - Localização das oito estações meteorológicas automáticas do INMET utilizadas neste relatório. Elaborada pelo autor a partir das coordenadas das estações informadas pelo INMET (2021).

A planilha Danos e Prejuízos possui valores dos danos e prejuízos provocados pelos doze processos informados nos decretos municipais entre os anos de 2013 e 2020 e estão disponíveis no site eletrônico da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Espírito Santo (CEPDEC - ES, 2021b). Os dados foram agrupados em quatro categorias: Mortos, feridos e enfermos; Desabrigados, desalojados e desaparecidos; Construções afetadas e Valor das perdas.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

As cartas do atlas foram preparadas com base nos dados de 1213 setores de riscos geológico e hidrológico validados e cadastrados, cujos mapeamentos começaram em 2011 com a conclusão das setorizações de risco de Cariacica e Santa Leopoldina e terminaram em 2020 com a publicação do PMRR de Vila Velha (Figura 10).

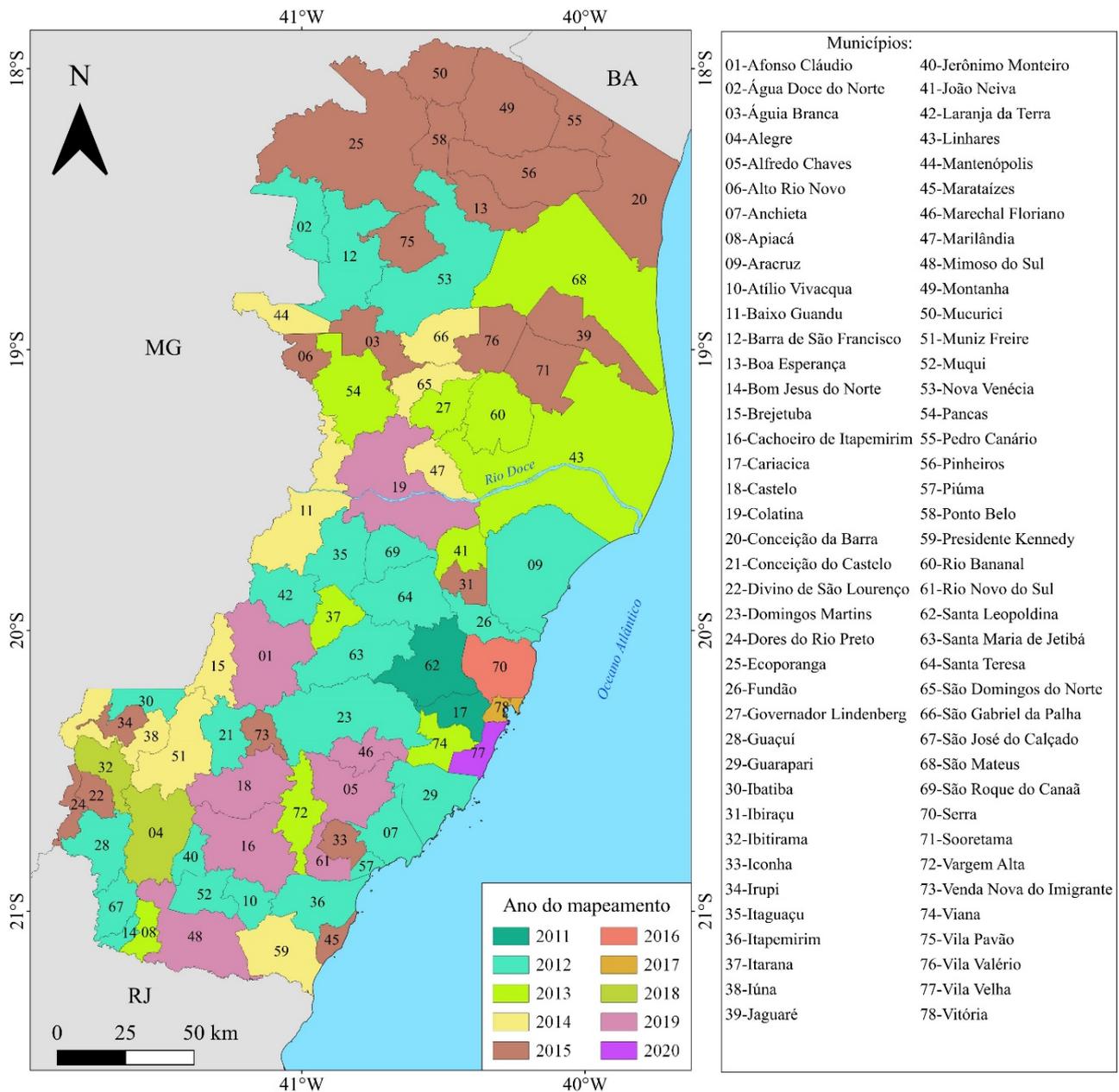


Figura 10 - Ano de mapeamento dos setores de risco nos municípios do Espírito Santo.

Foram contabilizadas 39 mil construções em risco alto ou muito alto associados a processos geológicos e hidrológicos no Estado do Espírito Santo (sem as construções de Serra). Com algumas exceções, os mapeamentos de risco evidenciaram que o número de construções em risco fica em destaque quando se trata dos municípios com mais habitantes. Destacam-se Vitória, Cariacica, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo, Colatina

e Marechal Floriano. Em sentido contrário, podem ser citados os municípios do norte do estado, que possuem poucas construções em risco ou não possuem risco alto e muito alto. É o caso de Mucurici, Pinheiros e Ponto Belo (Figura 11).

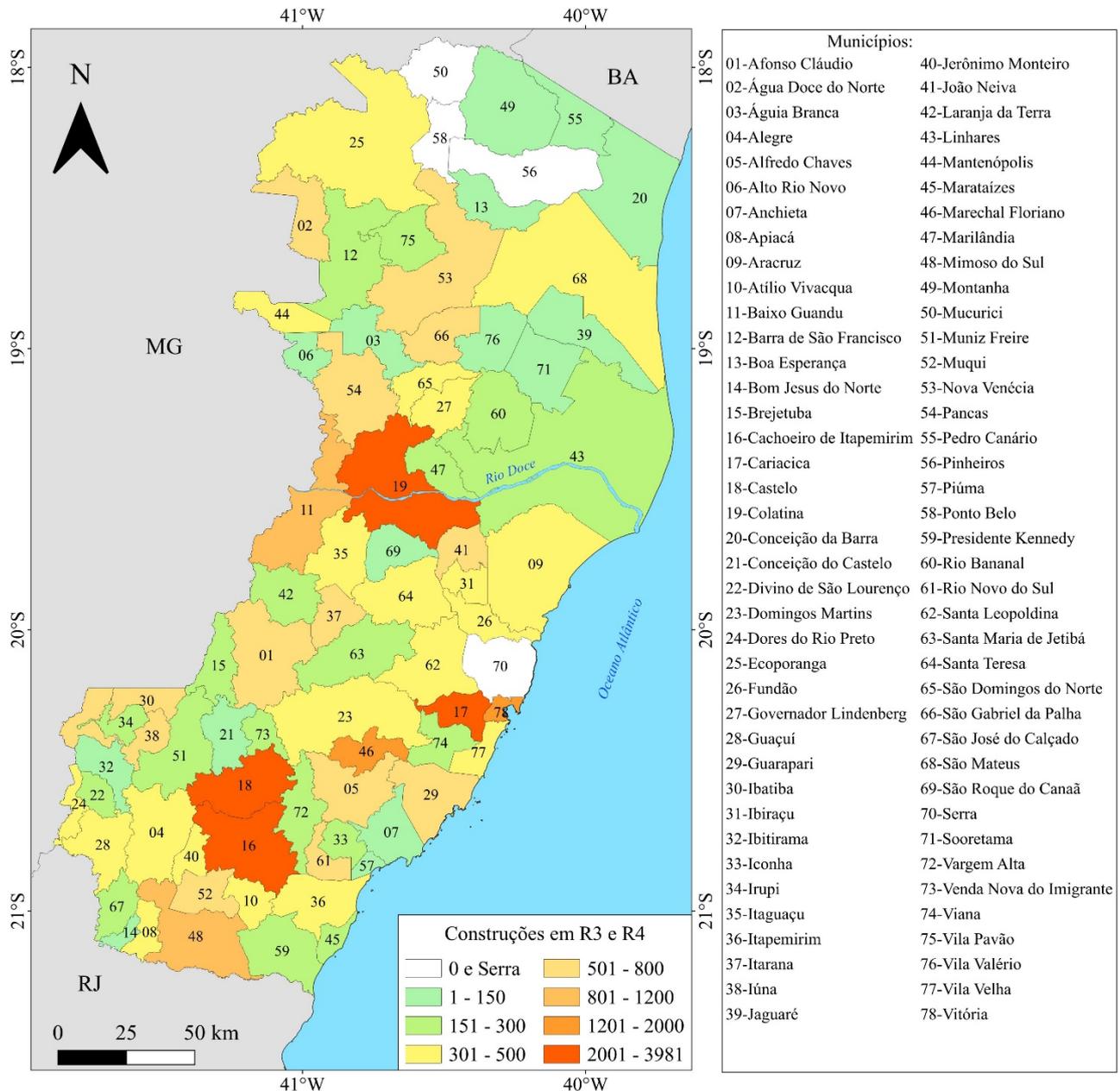


Figura 11 - Número de construções em risco alto (R3) e muito alto (R4) nos municípios do Estado do Espírito Santo.

O ISR provisório do Espírito Santo é de 131.522, ou seja, $ISR_{ES} = 131.522$. Como pode ser observado na figura 12, os ISRs municipais mais altos são, em ordem alfabética: Cachoeiro de Itapemirim, Cariacica, Castelo e Colatina. Devido à ausência de construções em risco, os ISRs dos municípios de Mucurici, Pinheiros e Ponto Belo têm valores nulos.

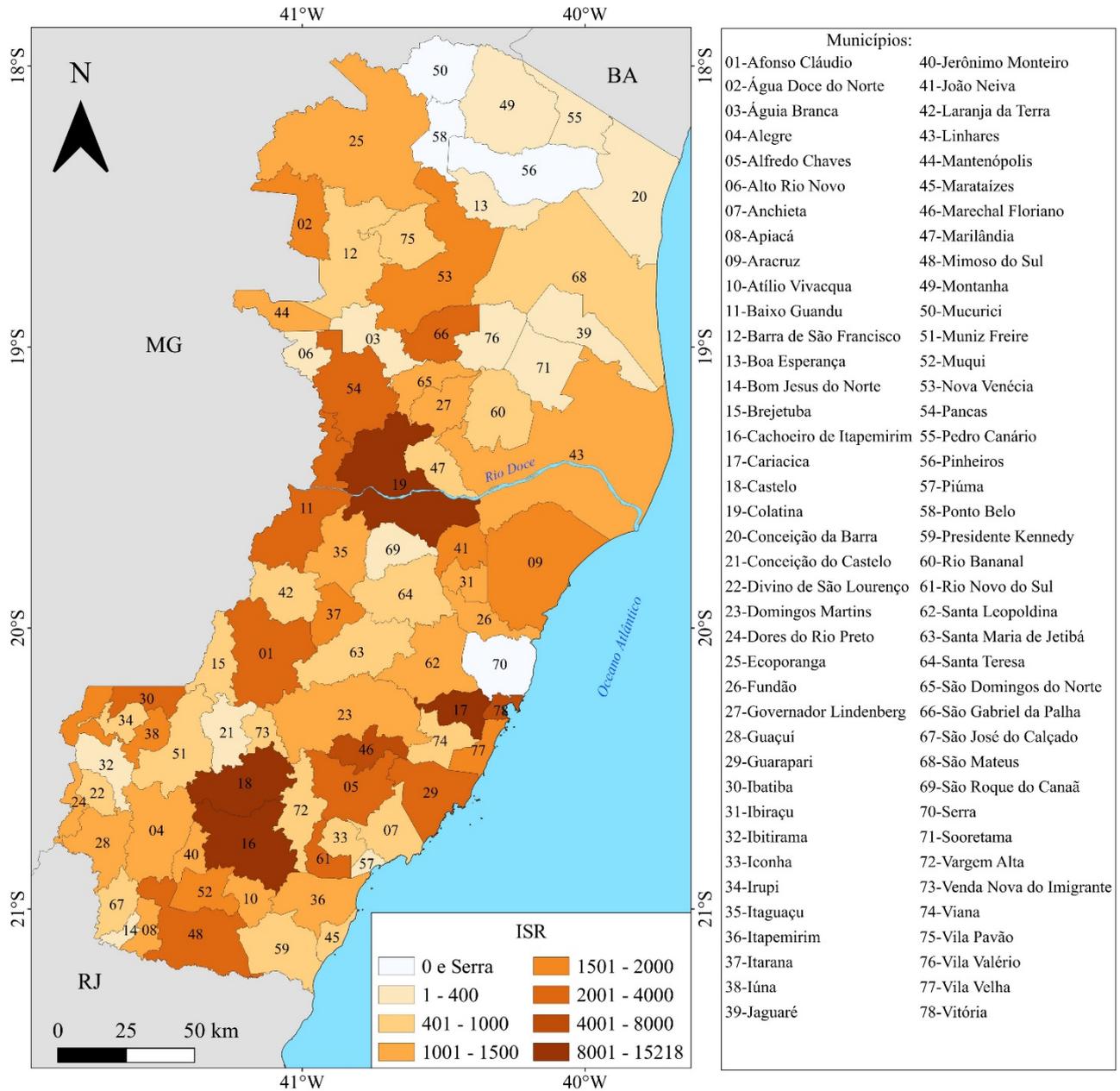


Figura 12 - ISRs dos municípios capixabas.

Até o momento cerca de 4,5 % da população capixaba encontra-se em situação de risco alto e muito alto relacionados a processos geológicos e hidrológicos. Com exceção de Serra, a análise percentual da população em risco tomando como base de cálculo a população total do estado mostra que 1/3 da população capixaba em risco reside nos seguintes municípios: Cachoeiro de Itapemirim, Cariacica, Castelo, Colatina, Marechal Floriano e Vitória (Figura 13).

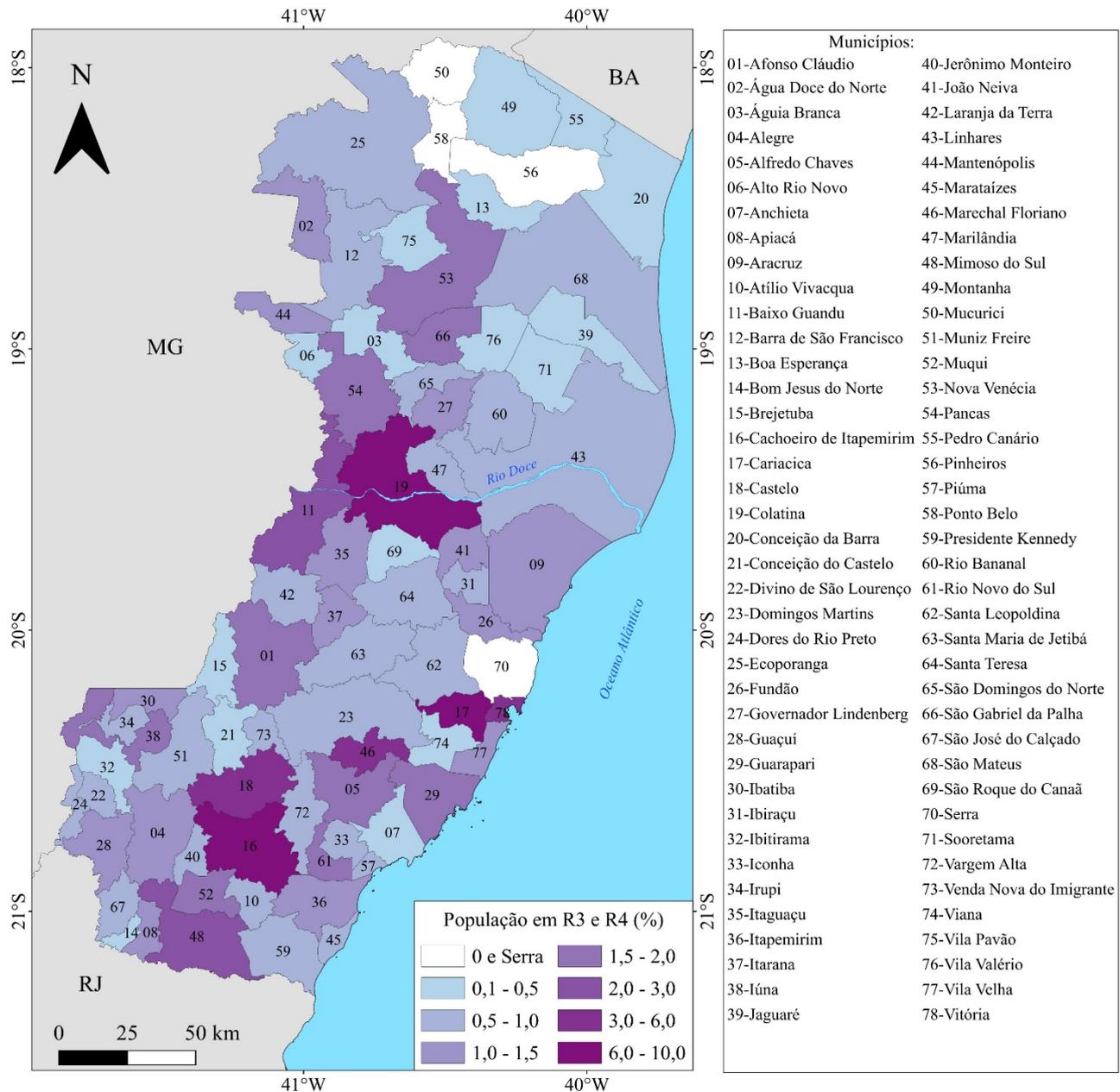


Figura 13 - Percentual da população estadual que se encontra em risco alto (R3) e muito alto (R4) nos municípios do Espírito Santo.

A análise percentual municipal da população em risco alto e muito alto destaca dois municípios: Marechal Floriano e Castelo (Figura 14). De cada quatro municípios destas cidades pelo menos um mora em construções localizadas em setores de risco alto e muito alto. Ainda se sobressaem neste quesito: Apiacá, Rio Novo do Sul, Alfredo Chaves, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto e Itarana. Os municípios com maiores crescimentos percentuais da análise estadual para a municipal foram, em sequência: Marechal Floriano, Rio Novo do Sul, Divino de São Lourenço, Alfredo Chaves e Dolores do Rio Preto.

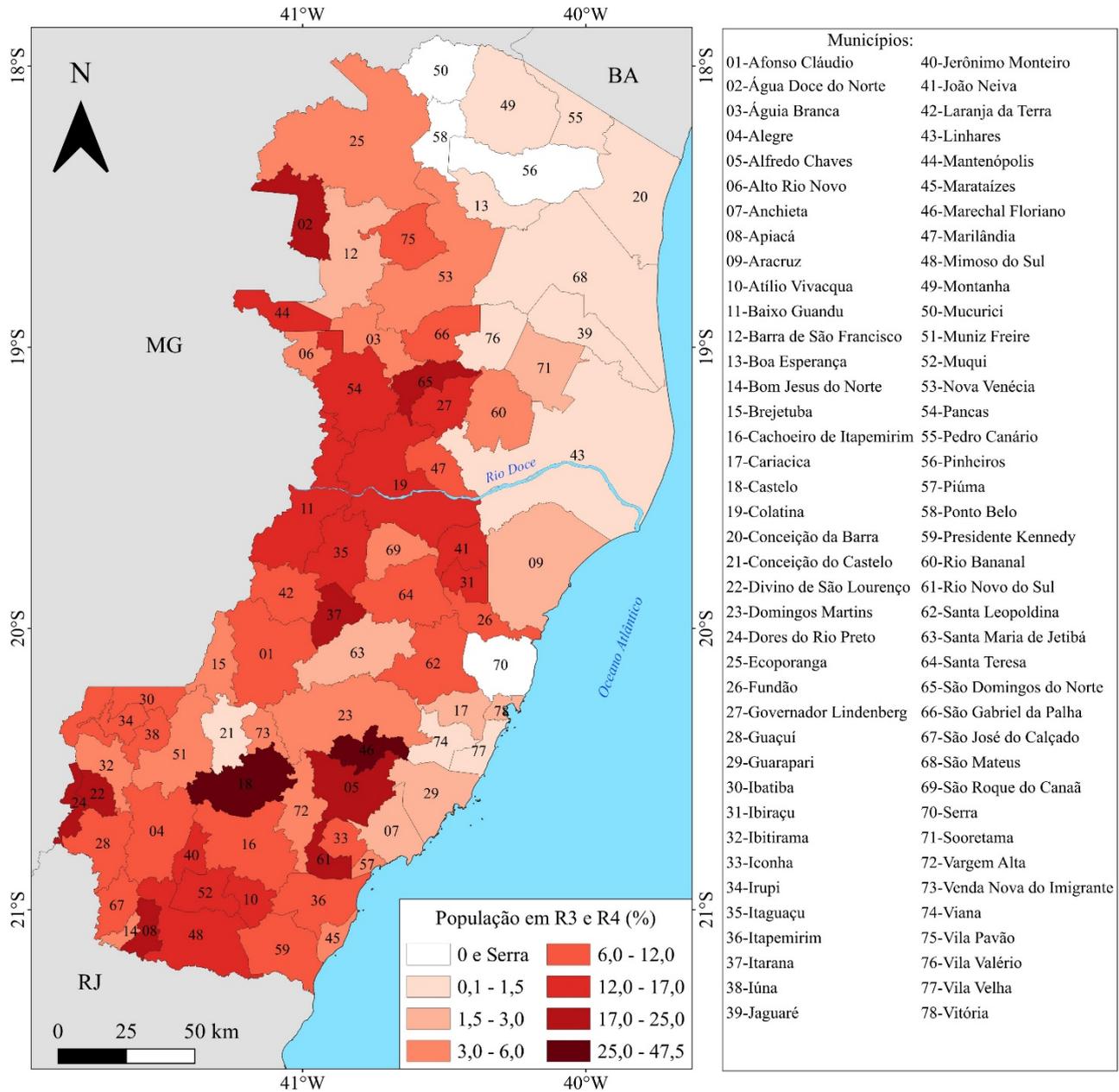


Figura 14 - Percentual da população municipal que se encontra em risco alto (R3) e muito alto (R4) nos municípios do Estado do Espírito Santo.

O cálculo da distribuição da população em risco alto e muito alto por processo mostra que 2/3 dos cidadãos estão em setores de deslizamentos planares e inundações e 4/5 estão em setores de risco cujos processos são deslizamentos planares, inundações e quedas de blocos. No outro extremo o somatório dos habitantes residentes em setores com erosão marinha, deslizamento rotacional e corrida de massa não atinge 1% (Figura 15). Nos 77 municípios capixabas analisados não foram encontrados setores de risco alto e muito alto relacionados a subsidências e colapsos do terreno.

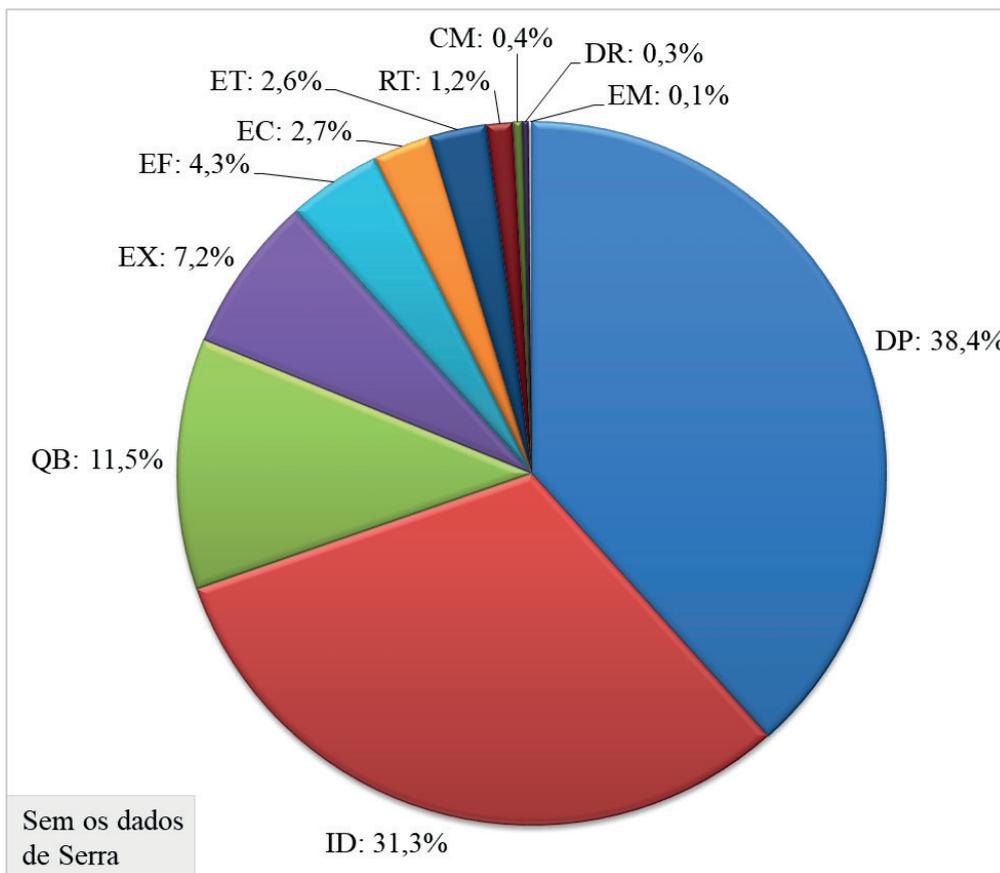


Figura 15 - Distribuição por processo do percentual da população capixaba em risco alto e muito alto com exceção do município de Serra.

Dos 354 decretos municipais de situação de emergência e estado de calamidade pública registrados na CEPDEC-ES entre 2012 e 2020, 126 continham um dos doze processos estudados. A maior parte (88%) está relacionada com processos hidrológicos e os 12% restantes referem-se à ocorrência de deslizamentos, erosões e quedas de blocos (Figura 16).

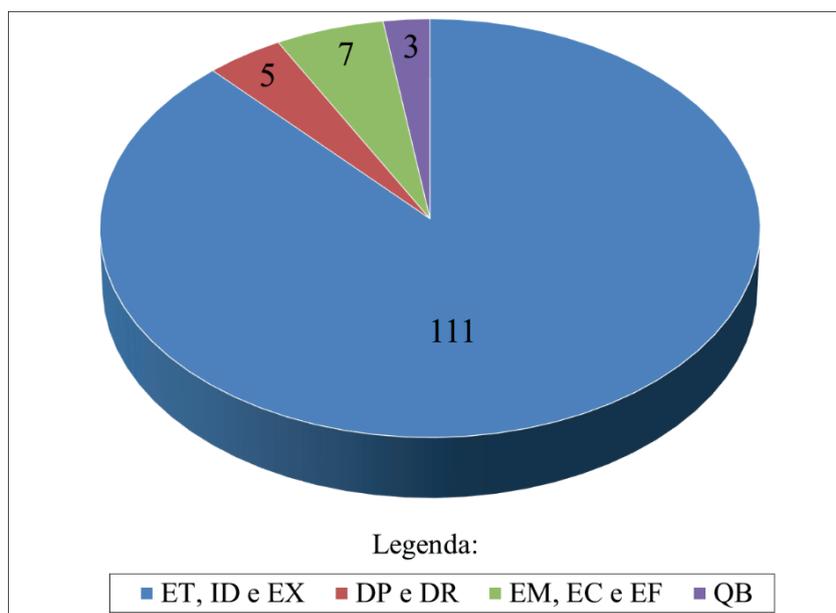


Figura 16 - Distribuição dos decretos municipais de situação de emergência e estado de calamidade pública por processos agrupados. Elaborada pelo autor a partir dos dados de CEPDEC – ES (2021a).

A maioria dos 126 decretos municipais considerados na pesquisa é de 2013 (41%), o que pode ter sido ocasionado por considerável volume de chuva. O oposto aconteceu no ano de 2015, quando não foram registrados decretos municipais relacionados aos processos estudados (Figura 17). Isso porque este foi um ano de estiagem no estado, o que fez com que dos 47 decretos municipais, 46 foram declarados devido ao processo.

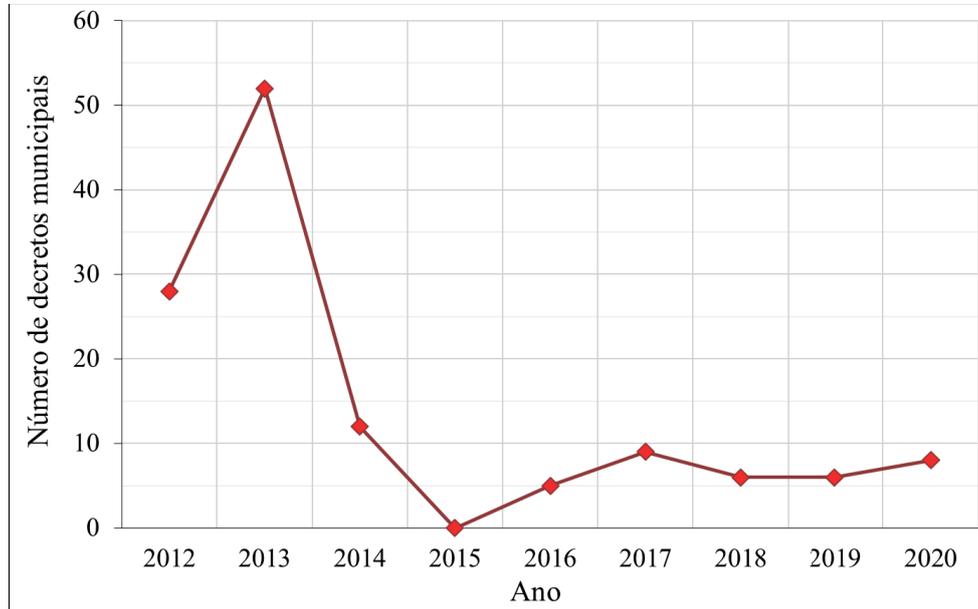


Figura 17 - Distribuição dos decretos municipais de situação de emergência e estado de calamidade pública por ano. Elaborada pelo autor a partir dos dados de CEPDEC – ES (2021a).

Quando os decretos municipais são confrontados com as precipitações médias anuais das estações meteorológicas automáticas do INMET, percebe-se certa relação entre eles (Figura 18). Realmente, em 2013 houve um pico das precipitações médias anuais nas estações de Santa Teresa, Vitória, Alfredo Chaves, Alegre e Linhares que diminuíram para o ano de 2015, quando foram registradas estiagens no Estado do Espírito Santo.

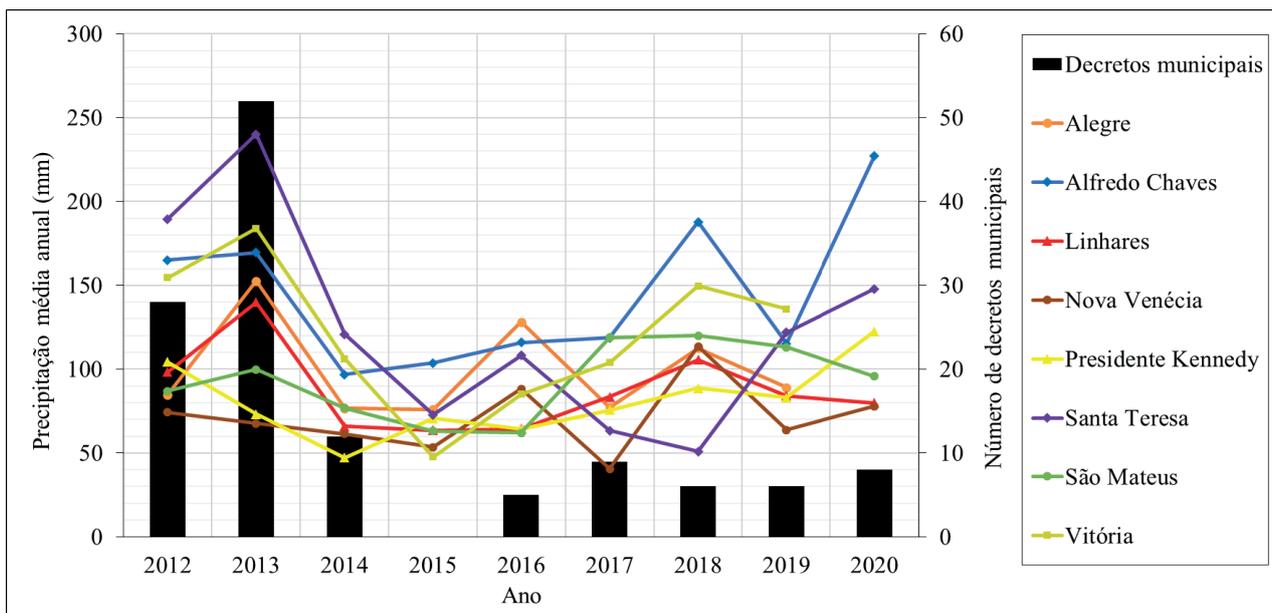


Figura 18 - Precipitação média e decretos municipais anuais no período de 2012 a 2020 no ES. Elaborada pelo autor a partir dos dados de CEPDEC – ES (2021a) e INMET (2021).

Dos 126 decretos municipais considerados, 111 foram declarados devido a enchentes, inundações e enxurradas. O gráfico de distribuição mensal, representado na figura 19, mostra a concentração dos registros de decretos municipais destes eventos nos meses de dezembro e janeiro (79%), o que é de se esperar tendo em vista que é um período chuvoso em grande parte da Região Sudeste do Brasil.

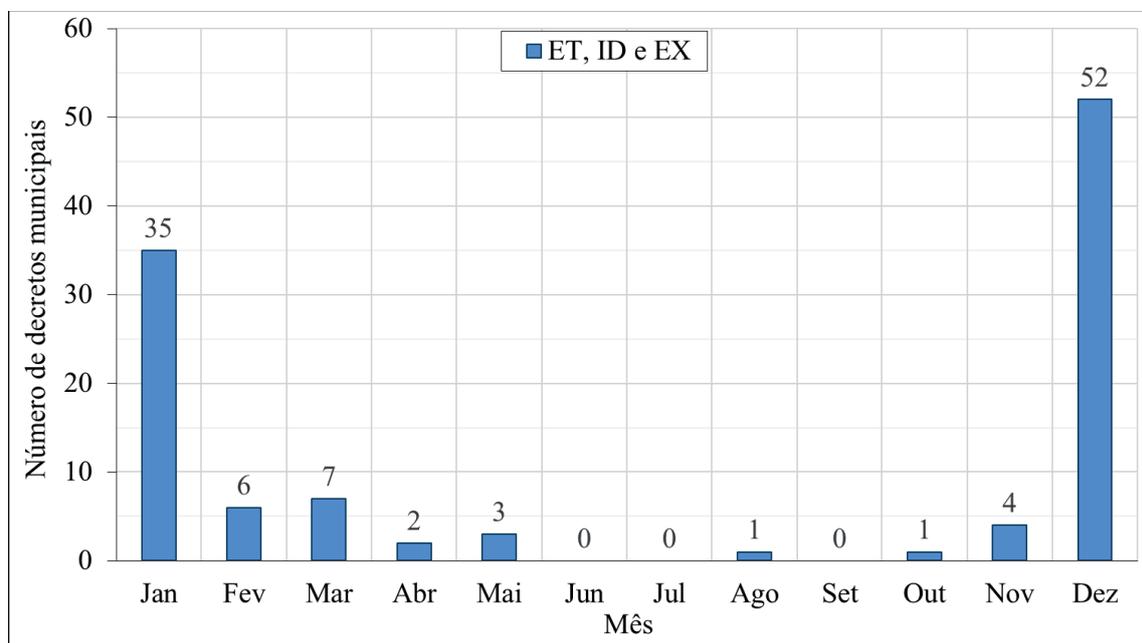


Figura 19 - Distribuição dos decretos municipais do ES relacionados a enchente (ET), inundações (ID) e enxurrada (EX) por mês de 2012 a 2020. Elaborada pelo autor a partir dos dados de CEPDEC – ES (2021a).

Para corroborar a hipótese citada anteriormente as precipitações médias e os decretos municipais foram contabilizados por mês. Conforme a figura 20, a chuva no Espírito Santo está concentrada entre os meses de novembro e abril e o período mais seco ocorre de junho a setembro. Estes períodos coincidem, respectivamente, com os maiores números e a pouca ou ausência de decretações de situação de emergência ou estado de calamidade pública provocados por enchentes, enxurradas e inundações.

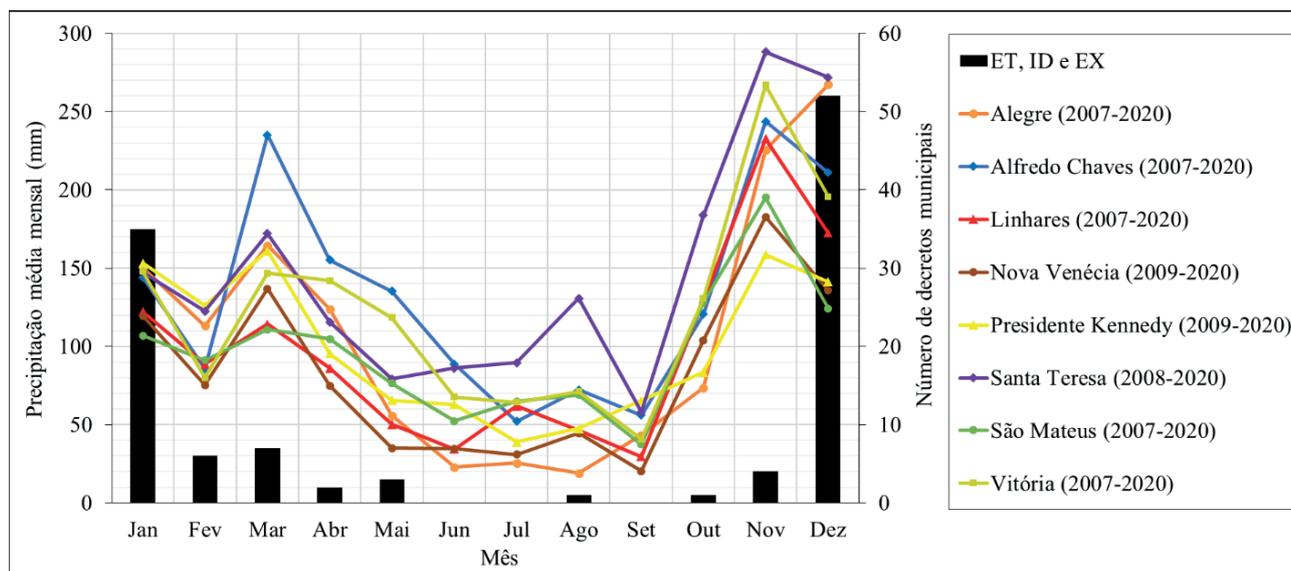


Figura 20 - Relação entre a precipitação média mensal e os decretos municipais no Estado do Espírito Santo. Elaborada pelo autor a partir dos dados de CEPDEC – ES (2021a) e INMET (2021).

A depender do processo geológico em questão, os decretos municipais variam conforme o período do ano (Figura 21). Decretos de erosões estão concentrados entre agosto e outubro e de deslizamentos e quedas de blocos ocorrem entre novembro e abril, coincidindo assim com o período chuvoso do Estado do Espírito Santo.

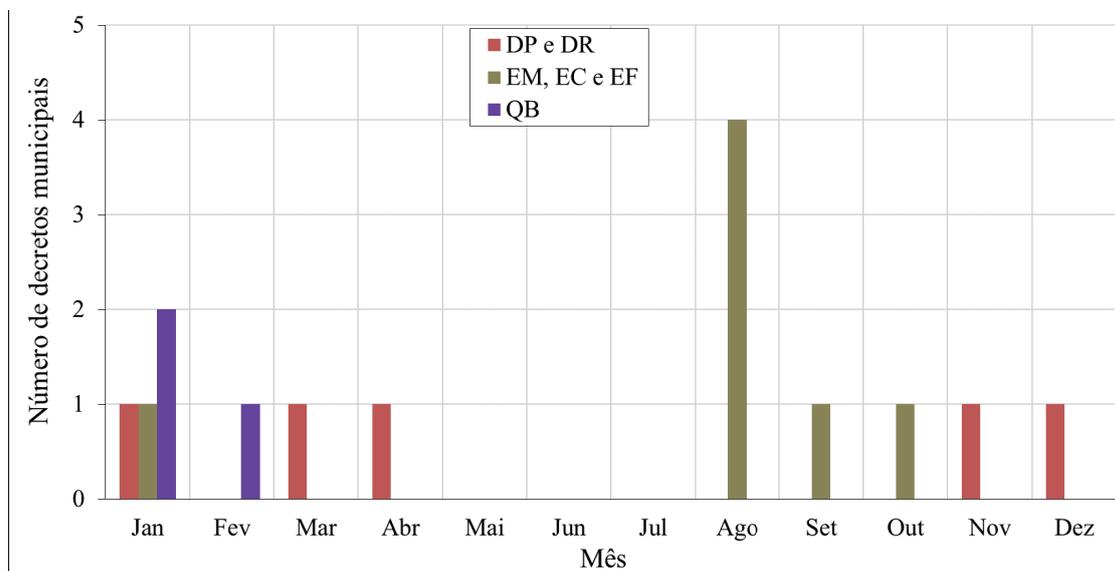


Figura 21 - Decretos municipais por mês de deslizamento planar (DP), deslizamento rotacional (DR), erosão marinha (EM), erosão continental (EC), erosão de margem fluvial (EF) e queda de blocos (QB).
Elaborada pelo autor a partir dos dados de CEPDEC – ES (2021a).

De acordo com o histórico de danos e prejuízos informados pela CEPDEC – ES (2021b), os doze processos estudados provocaram no mínimo os seguintes danos e prejuízos de 2013 a 2020:

- 12 mortos, feridos e enfermos;
- 6.148 desabrigados, desalojados e desaparecidos;
- 498 construções destruídas e danificadas; e
- Perda de R\$ 104.917.387,90.

Como foram consideradas somente as informações do histórico que continham um dos termos dos processos aqui analisados de maneira explícita, certamente estes valores são maiores do que os anteriormente citados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório contém os resultados preliminares do Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Estado do Espírito Santo, que atualiza o cenário de risco na última década no estado e é uma importante ferramenta no entendimento das realidades municipais e estadual. Os gestores públicos capixabas passam a contar com valiosas informações do risco no estado para a prevenção de desastres naturais. Os resultados obtidos no relatório também auxiliam nas medidas de prevenção e mitigação mais apropriadas para cada circunstância encontrada nas unidades político-administrativas.

O Índice de Setorização de Risco mostra ser um importante parâmetro para quantificar as situações de risco alto e muito alto nos municípios e no estado. A consideração dos graus de risco na geração dos diferentes pesos atribuídos às construções possibilita a caracterização do atual quadro de risco. Esta quantificação pode ser comparada com novos valores resultantes de futuros mapeamentos destas áreas, o que traduzirá a evolução do risco com o tempo. A determinação dos ISRs estaduais faz com que pesquisadores tenham o panorama da situação de risco nas unidades da federação do Brasil.

As análises percentuais estadual e municipal da população são imprescindíveis pois os cálculos e os resultados são distintos, o que acarretam cartas diferentes. O primeiro caso parece ser mais interessante para a esfera estadual. Entretanto, para os municípios, especialmente os de menor tamanho populacional, a análise municipal aponta de forma mais clara a realidade do quadro do risco na cidade.

Há boa correlação entre as precipitações médias mensais e anuais e os decretos municipais de situação de emergência e estado de calamidade pública. A análise demonstra a concentração de eventos hidrológicos e de movimentos gravitacionais de massa entre os meses de novembro e abril, o que é compatível com o regime pluviométrico aguardado para uma unidade da federação da Região Sudeste do Brasil.

A pesquisa continuará avançando e estão em andamento novos volumes de relatórios técnico-científicos específicos para os processos selecionados. Como trata-se de produto preliminar, haverá pequenas modificações e possivelmente novos resultados serão adicionados do documento final. O Plano Municipal de Riscos do município de Serra será avaliado para a publicação final, o que ocasionará o término do atlas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's Climate Classification Map for Brazil, Stuttgart. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ATLAS *In*: DICIONÁRIO Brasileiro de Língua Portuguesa Michaelis. [S.l.]: Melhoramentos, 2021. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/atlas>. Acesso em: 11 de mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC [...]. Brasília, 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 17 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE**. Brasília, 2012b. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protexao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobra2.pdf. Acesso em: 6 mai. 2021.

BRASIL. Instrução Normativa nº 2 do Ministério da Integração Nacional, de 20 de dezembro de 2016. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 181, p. 60, 22 dez. 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24789597/do1-2016-12-22-instrucao-normativa-n-2-de-20-de-dezembro-de-2016--24789506. Acesso em: 13 jun. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020. Dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Brasília, 2020. **Disponível em**: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10593.htm#art44. **Acesso em: 21 mai. 2021.**

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações**. Apostila de treinamento. Brasília, 2004. 73 p.

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura (Org.), Brasília, 2007. 176 p.

CAIXETA, K. F.; MASIERO, D. Gestão de Risco e Resposta a Desastres: o Apoio do Governo Federal à Elaboração de Planos Municipais de Riscos (PMRR's). In: ENEEA Amb, 14.; Fórum Latino, 2.; SBEA, 1., 2016, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2016. P. 601-608.

CEPDEC - ES - COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Histórico de Decretações**. Vitória, 2021a. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/historico-de-decretacoes>. Acesso em: 14 de jan. 2021.

CEPDEC - ES - COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Danos e Prejuízos**. Vitória, 2021b. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/danos-e-prejuizos>. Acesso em: 11 de mar. 2021.

CUNHA, A. de M. et al. Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo e implementação de interface no GEOBASES para uso dos dados em SIG. **Geografares**, v.2, n.22, p. 32-65, jul./dez. 2016a.

CUNHA, A. de M. et al. Mapa de reconhecimento de solos do estado do Espírito Santo: uma atualização da legenda. Vitória, ES, 2016b. Escala 1 : 400.000. In: CUNHA, A. de M. et al. Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo e implementação de interface no GEOBASES para uso dos dados em SIG. **Geografares**, v.2, n.22, p. 32-65, jul./dez. 2016b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 8 jan. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Escolar**. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2021. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-um-atlas-geografico>. Acesso em: 11 mar. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**: [Rio de Janeiro]: IBGE, 2020. Espírito Santo. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/>. Acesso em: 07 maio 2021.

- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geociências**: IBGE revê as altitudes de sete pontos culminantes. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2016. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/15275-geociencias-ibge-reve-as-altitudes-de-sete-pontos-culminantes>. Acesso em: 21 maio 2021.
- INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA; ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL; INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Temperatura Média Anual no Espírito Santo (1984-2014)**. Vitória, 20221. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-temperatura-media>. Acesso em: 19 maio 2021.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Precipitação Total Mensal em Milímetros das Estações Automáticas de Alegre, Alfredo Chaves, Linhares, Nova Venécia, Presidente Kennedy, Santa Teresa, São Mateus e Vitória. [S.l.], 2021. Disponível em <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 14 maio 2021.
- JENNY, Hans. **Factors of soil formation**: a system of quantitative pedology. New York: McGraw-Hill, 1941. 281 p.
- NASCIMENTO, D.T.F.; LUIZ, G.C.; OLIVEIRA, I.J. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal (Brasil). **Élisée - Revista De Geografia Da UEG**, v.5, n.2, p. 59-86. 2016.
- PACHECO, M.; COUTINHO, R.Q. Avaliação de Risco de Deslizamentos nas Encostas de Petrópolis (RJ) e da Região Metropolitana de Recife (PE). **Solos e Rochas**, v. 29, n.2, p. 223-235, 2006.
- PANOSO, L. A. (Coord.). **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1978. 461 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim técnico, 45).
- RIBEIRO, Rafael Silva. **Simulação do processo de queda de blocos em encostas com aplicação da mecânica do contato e do método dos elementos discretos**. 2013. 265 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- SEDURB - Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano do estado do Espírito Santo. **Plano de Redução de Risco**. Vitória, 2021. Disponível em: <https://sedurb.es.gov.br/plano-de-reducao-de-risco-2>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- SILVA, Sandra Fernandes da; MACHADO, Marceley Ferreira (org.). **Geodiversidade do estado do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM, 2014. p. 21-23.
- UNDRR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Living With Risk: Focus on Disaster Risk Reduction. *In*: UNDRR - UNITED Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Living with Risk**: a Global Review of Disaster Reduction Initiatives. United Nations, 2004. V. 1, cap. 1, p. 1-33.

APÊNDICE

APÊNDICE A – COLUNAS DA PLANILHA GEOESTATÍSTICA

Título	Descrição
Município	Nome do município.
N°	Número do município segundo a sua posição em ordem alfabética.
OBS	Observações sobre o mapeamento de risco: se é PMRR, se houve alterações, em que coluna ocorreram e o motivo das alterações.
Ano	Ano do mapeamento de risco.
Setores	Número de setores de risco identificados no município.
Cons	Total de construções em risco alto e muito alto no município.
Cons_R3	Número de construções do município que possuem risco alto.
Cons_R4	Número de construções do município que possuem risco muito alto.
ISR	Índice de Setorização de Risco.
IBGE_2010	População do município conforme o Censo de 2010 do IBGE.
Popu_R3_R4	Total de munícipes que estão em situação de risco alto e muito alto.
Popu_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que reside no município e se encontra em risco alto e muito alto.
Popu_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito alto.
DP_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para deslizamento planar.
DP_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para deslizamento planar.
DP_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para deslizamento planar.
DP_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para deslizamento planar.
DR_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para deslizamento rotacional.
DR_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para deslizamento rotacional.
DR_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para deslizamento rotacional.
DR_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para deslizamento rotacional.
QB_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para queda de blocos.
QB_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para queda de blocos.
QB_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para queda de blocos.
QB_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para queda de blocos.
CM_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para corrida de massa.
CM_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para corrida de massa.
CM_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para corrida de massa.
CM_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para corrida de massa.
RT_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para rastejo.
RT_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para rastejo.
RT_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para rastejo.
RT_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para rastejo.
SC_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para subsidência e colapso.

Título	Descrição
SC_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para subsidência e colapso.
SC_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para subsidência e colapso.
SC_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para subsidência e colapso.
EC_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para erosão continental.
EC_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para erosão continental.
EC_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para erosão continental.
EC_Pct_ES	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para erosão continental.
EF_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para erosão de margem fluvial.
EF_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para erosão de margem fluvial.
EF_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para erosão de margem fluvial.
EF_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para erosão de margem fluvial.
EM_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para erosão marinha.
EM_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para erosão marinha.
EM_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para erosão marinha.
EM_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para erosão marinha.
ID_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para inundação.
ID_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para inundação.
ID_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para inundação.
ID_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para inundação.
ET_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para enchente.
ET_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para enchente.
ET_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para enchente.
ET_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para enchente.
EX_Cons	Construções em risco alto e muito alto do município para enxurrada.
EX_Popu	População municipal em risco alto e muito alto para enxurrada.
EX_Pct_ES	Porcentagem da população estadual que se encontra em risco alto e muito no município para enxurrada.
EX_Pct_Mn	Porcentagem da população municipal que se encontra em risco alto e muito no município para enxurrada.

Sede Brasília
Setor Bancário Norte - SBN
Quadra 02, Asa Norte
Bloco H - Edifício Central Brasília
Brasília - DF - CEP: 70040-904
Tel.: (61) 2108-8400

Escritório Rio de Janeiro – ERJ
Av. Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – CEP: 22290-255
Tel.: (21) 2295-0032

Diretoria de Hidrologia e Gestão
Territorial
Tel.: (21) 2295-8248
(21) 2546-0214

Departamento de Gestão
Territorial
Tel.: (21) 2295-6147
(21) 2546-0419

Divisão de Geologia Aplicada
Tel.: (31) 3878-0304

Divisão de Gestão Territorial
Tel.: (71) 3878-0304

Ouvidoria
Tel.: 21 2295-4697
ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento
ao Usuário – SEUS
Tel.: 21 2295-5997
seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br

2021



SECRETARIA DE
**GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

