

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO**

DJIMY DOLCIN

GESTÃO DE RISCOS SÍSMICOS NO HAITI: ABORDAGEM GEOÉTICA

**PONTA GROSSA
2022**

DJIMY DOLCIN

GESTÃO DE RISCOS SÍSMICOS NO HAITI: ABORDAGEM GEOÉTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Curso de Mestrado em Gestão Territorial da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães.

PONTA GROSSA

2022

D662 Dolcin, Djimy
Gestão de riscos sísmicos no Haiti: abordagem geoética / Djimy Dolcin.
Ponta Grossa, 2022.
141 f.

Dissertação (Mestrado em Gestão do Território - Área de Concentração:
Gestão do Território: Sociedade e Natureza), Universidade Estadual de Ponta
Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães.

1. Geoética. 2. Gestão de riscos. 3. Riscos sísmicos. 4. Geodiversidade. 5.
Haiti. I. Guimarães, Gilson Burigo. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Gestão do Território: Sociedade e Natureza. III.T.

CDD: 910



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

DJIMY DOLCIN

"GESTÃO DE RISCOS SÍSMICOS NO HAITI: ABORDAGEM GEOÉTICA"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Gilson Burigo Guimarães (UEPG)

Antonio Liccardo (UEPG)

José Paulo Peccinini Pinese (UEL)



Documento assinado eletronicamente por **Gilson Burigo Guimaraes, Professor(a)**, em 28/09/2022, às 16:37, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Liccardo, Professor(a)**, em 28/09/2022, às 18:41, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **1146079** e o código CRC **A8FAB422**.

Ao meu pastor, Senhor Jesus.

AGRADECIMENTOS

Ao Eterno dos Exércitos, Deus, Aquele que sempre nos mantém vivos para a realização desta pesquisa. Ele é sempre fiel às suas promessas. A Ele somente a honra, o louvor e a glória para todo o sempre, amém!

Ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB).

À Organização de Estados Americanos (OEA) por proporcionar a realização do curso.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, pela oportunidade oferecida para realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa com bolsa de estudos.

A Nossa mais profunda gratidão vai especialmente para:

Ao meu professor orientador Gilson Burigo GUIMARÃES, por proporcionar-me uma proposta de pesquisa tão relevante, apesar das suas muitas ocupações, ele concordou em acompanhar-me durante a redação deste trabalho. Além disso, o seu rigor científico foi um suporte essencial para que este trabalho fosse um sucesso;

A todos os professores da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), especialmente os professores: Márcio José ORNAT, Mariana Barbosa de SOUZA, Cloris Porto TORQUATO e Sulany Silveira dos SANTOS;

Aos membros da banca por aceitarem avaliar e contribuir com o presente trabalho;

A todos os colegas da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), especialmente Cíntia Cristina LISBOA e Alexandre PINHEIRO;

E a todos aqueles que, de perto ou de longe, contribuíram para a realização final e efetiva deste trabalho, expressamos os nossos sinceros e profundos agradecimentos:

Ao Sr. Samuel GENEAL por seu apoio;

Ao Sr. Newdeskarl SAINT-FLEUR por seu suporte;

Ao Sr. Michael SAIMBERTIL, Diretor geral da ENGA por seu encorajamento;

Ao Sr. Dominique BOISSON por seu incentivo;

Ao Sr. Claude PRÉPETIT por seu encorajamento;

Ao Sr. Louis Marc PIERRE por seu incentivo;

Ao Sr. Darby DOLCIN por seu senso de humanismo;

À minha mãe adotiva: Sra. Serge DOLCIN por tudo;

Finalmente, aos meus camaradas, especialmente Karl Auguste LEROY do Programa de Bolsas Brasil PAEC OEA-GCUB da promoção 2020 - 2022.

"Ciência sem consciência é apenas a ruína da alma" (François Rabelais).

RESUMO

Devido à localização geográfica e o contexto geodinâmico do Haiti no Caribe, este país é vítima de ameaça sísmica. O terremoto de 12 de janeiro de 2010, de caráter catastrófico, é um exemplo que deve servir de oportunidade para desenvolver uma cultura de risco em todos os níveis do território nacional. A vulnerabilidade da população local é agravada por fatores de caráter social, econômico e ambiental, que incluem a ocupação desordenada de áreas urbanas, o não atendimento a normas construtivas, um baixíssimo índice de desenvolvimento humano e, de modo destacado, um grave desconhecimento das características básicas do risco sísmico do Haiti, fortemente vinculado a um período de recorrência secular de terremotos de elevada magnitude, que em conjunto contribuem para uma precária e inexistente memória de risco na sociedade. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo geral promover uma abordagem geoética na gestão de riscos sísmicos no Haiti, a ser inserida na gestão territorial, a fim de melhor influenciar a resposta da sociedade. Além de uma análise bibliográfica de conceitos-chave para a gestão territorial e dos fundamentos da geoética, caracterização da geodiversidade do Haiti, em especial do seu contexto sísmico, esta pesquisa realizou uma reflexão sobre estratégias para a gestão do risco sísmico, considerando as ameaças e vulnerabilidades presentes, contando também com a análise de entrevistas com profissionais das geociências e das respostas obtidas na aplicação de questionários *on-line*, focados no contexto sísmico local. Esta linha de intervenção salienta a importância da responsabilidade ética dos geocientistas e também da sociedade diante da ameaça sísmica, estimulando novos campos de discussão nas comunidades geocientíficas, envolvendo estudos e atividades relacionadas a conceitos como geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo, de modo a ampliar o nível de entendimento da população e dos tomadores de decisões com relação ao elevado risco sísmico do país.

Palavras chave: Geoética. Gestão de riscos. Riscos sísmicos. Geodiversidade. Haiti.

ABSTRACT

The geographic location and geodynamic context of the Haiti in the Caribbean Region, lead this country to a huge seismic threat. The catastrophic earthquake of January 12, 2010 is an opportunity to develop a culture of risk at all levels of the national territory. The vulnerability of the local population is aggravated by social, economic and environmental factors, which include the unplanned occupation of urban areas, non-compliance with building regulations, a very low human development index and, in an outstanding way, a serious lack of knowledge of the seismic risk in Haiti, which is strongly linked with a secular recurrence interval of high magnitude earthquakes, together contributing to a precarious or non-existent memory of risk in society. The present research has the general objective of promoting a geoethical approach in the seismic risk assessment in Haiti, as a component of the territorial management, in order to build a better response of the society. In addition to a bibliographic analysis of key concepts for territorial management and the foundations of geoethics, characterization of Haiti geodiversity, especially its seismic context, this research carried out a reflection on strategies for the seismic risk assessment, considering the threats and vulnerabilities, with the analysis of interviews with professionals of the geosciences and the answers obtained with online questionnaires focused on the local seismic context. This approach emphasizes the importance of the ethical responsibility of geoscientists and the society when dealing with the seismic threat, stimulating new fields of discussion in geoscientific communities, promoting studies and activities related to concepts such as geodiversity, geoheritage, geoconservation and geotourism, in order to expand the level of understanding of the population and decision makers regarding the country high seismic risk.

Keywords: Geoethics. Risk assessment. Seismic hazards. Geodiversity. Haiti.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Relação entre riscos naturais, território e geocientistas.....	31
Figura 2 - Componentes da análise do risco sísmico.....	39
Figura 3 - Ciclo de gestão de risco.....	43
Figura 4 - Mapa da localização do Haiti no Caribe.....	59
Figura 5 - Mapa da divisão territorial do Haiti.....	60
Figura 6 - Mapa de tipo de rocha no Haiti.....	61
Figura 7 - Mapa geológico do Haiti.....	64
Figura 8 - Mapa das unidades geocronológicas do Haiti.....	65
Figura 9 - Mapa hipsométrico do Haiti.....	66
Figura 10 - Classes de declividade do Haiti.....	67
Figura 11 - Geomorfologia do Haiti.....	68
Figura 12 - Unidades morfoestruturais do Haiti.....	70
Figura 13 - Zonas climáticas do Haiti.....	71
Figura 14 - Hidrografia do Haiti.....	72
Figura 15 - Mapa hidrogeológico do Haiti.....	73
Figura 16 - Contextualização geotectônica da placa caribenha.....	78
Figura 17 - Principais sistemas de falhas em Hispaniola.....	79
Figura 18 - Mapa de falhas tectônicas pouco conhecidas no Haiti.....	83
Figura 19 - PGA (%) com 10% de probabilidade de excedência em 50 anos na Ilha Hispaniola.....	86
Figura 20 - PGA (%) com 2% probabilidade de excedência em 50 anos na Ilha Hispaniola.....	86
Figura 21 - Gráfico representando o departamento dos respondentes.....	88
Figura 22 - Gráfico representando o gênero dos respondentes.....	89
Figura 23 - Gráfico representando a faixa etária dos respondentes.....	89
Figura 24 - Mapa da densidade populacional por departamento do Haiti.....	91
Figura 25 - Diagrama da composição de SNGRD.....	95
Figura 26 - Gráfico representando o conhecimento sísmico dos respondentes.....	100
Figura 27 - Gráfico representando a fonte da informação dos respondentes.....	101
Figura 28 - Gráfico representando a atitude durante de terremoto.....	101
Figura 29 - Gráfico representando a atitude após um terremoto.....	102

Figura 30 - Gráfico representando a origem dos terremotos.....	102
Figura 31 - Gráfico representando as recomendações feitas pelos respondantes.	103
Figura 32 - Estratégias de geoconservação	116

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Definição de risco= ameaça*vulnerabilidade.....	38
Equação 2. Outra definição de risco= Ameaça*Vulnerabilidade*Desafios (Figura 2)	38
Equação 3. Gestão do Risco = (ameaça x prevenção) (vulnerabilidade x mitigação)	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ordem de grandeza das velocidades de escorregamento em um plano de falha dependendo do tipo de escorregamento	32
Quadro 2 - Fatores de vulnerabilidade e capacidades	41
Quadro 3 - Etapas de adequação moral de Kohlberg (adaptados)	51
Quadro 4 - Unidade geográfica, população total, área e densidade estimadas em 2015.	90
Quadro 5 - Diferentes atores na gestão de riscos naturais no Haiti	96

LISTA DE SIGLAS

BME - Escritório de Minas e Energia

BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CIAT - Comitê Interministerial de Ordenamento do Território

CNGRD - Comitê Nacional de Gestão de Riscos e Desastres

CNIGS - Centro Nacional de Informação Geoespacial

CODOMAR - Centro de Observações e Operações de Dados Marítimos

DPC - Diretoria de Proteção Civil

DTP - Departamento de Obras Públicas

ENGA - Escola Nacional de Geologia Aplicada

EPGF - Falha Enriquillo-Plantain Garden

GCUB - Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras

GEO- Global Environment Outlook

GPS - Sistema de localização por satélite

GRD - Gestão de Riscos e Desastres

IAPG - International Association for Promoting Geoethics

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IFCR - International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

IHSI - Instituto Haitiano de Estatística e Informática

LNBT - Laboratório Nacional de Construção Civil e Obras Públicas

MARNDR - Ministério da Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural

MDE - Ministério do Meio Ambiente

MDT - Modelo de terreno digital

MEDDE - Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável

MICT - Ministério do Interior e Comunidades Territoriais

MPCE - Ministério do Planejamento e Cooperação Externa

MTPTC - Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações

Mw - Magnitude

NCPBZ - Northern Caribbean Plate Boundary Zone

NHF - Falha Norte Hispaniola

OEA - Organização de Estados Americanos

ONQEV - Observatório Nacional de Qualidade do Meio Ambiente e Vulnerabilidade

ONU - Organização das Nações Unidas

PE - Probabilidade de excedência

PGA - Aceleração máxima do solo

PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PPRR - Prevenção, Preparação, Resposta e Reabilitação

PPRS - Plano de Prevenção de Risco Sísmico

RUB - Ruhr Universität Bochum

SEMANAH - Serviço Marítimo e de Navegação do Haiti

SNGRD - Sistema de Gestão de Riscos e Desastres

SOFZ - Zona de Falha Este/Setentrional

SPGRD - Secretaria Permanente de Gestão de Riscos e Desastres

SPU - Serviço de Planejamento Urbano

THB - Cinturão Trans-Haitiano

UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa

URBARTeR-FDS-UEH - Planejamento urbano resiliente e desenvolvimento de territórios em risco na Faculdade de Ciências da Universidade do Haiti

URGéo-FDS-UEH - Unidade de pesquisa em geociências opção georriscos na Faculdade de Ciências da Universidade do Haiti

USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos

USSC - United States Southern Command

UTS - Unidade Técnica de Sismologia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	18
1.2 PROBLEMÁTICA	20
1.3 OBJETIVOS	25
2 METODOLOGIA DA PESQUISA	26
2.1 MÉTODOS E ETAPAS DA PESQUISA.....	26
2.1.1 Pesquisa Bibliográfica e Documental	27
2.1.2 Entrevistas.....	28
2.1.3 Questionário	28
2.1.4 Análise e Interpretação de Dados	30
2.2 MATERIAIS	30
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
3.1 ATIVIDADE SÍSMICA: TERREMOTOS E SEUS EFEITOS	31
3.1.1 Fenômenos Sísmicos	31
3.1.2 Fenômenos Induzidos por Terremotos.....	34
3.1.2.1 Efeitos diretos.....	35
3.1.2.1.1 <i>Efeitos de sítio litológicos</i>	35
3.1.2.1.2 <i>Efeitos de sítio topográficos</i>	35
3.1.2.1.3 <i>Ruptura superficial de falhas ativas</i>	36
3.1.2.2 Efeitos indiretos	36
3.1.2.2.1 <i>Liquefação dos solos</i>	36
3.1.2.2.2 <i>Movimentos de massa</i>	36
3.1.2.2.3 <i>Tsunami</i>	37
3.2 RISCO: AMEAÇA E VULNERABILIDADE (ANÁLISE DE RISCO).....	37
3.3 DESASTRES NATURAIS.....	42

3.4 GESTÃO DE RISCOS.....	43
3.5 TERRITÓRIO	43
3.6 GEOÉTICA: CONCEITO FUNDAMENTAL	44
3.7 GEODIVERSIDADE	53
3.8 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO.....	54
3.9 GEOTURISMO.....	56
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	58
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO	58
4.1.1 Localização Geográfica do Haiti.....	58
4.1.2 Geologia.....	60
4.1.3 Topografia e Geomorfologia.....	66
4.1.4 Regiões Fisiográficas	69
4.1.5 Clima	70
4.1.6 Hidrografia.....	72
4.1.7 Pedologia	74
4.1.8 Fauna e Flora.....	74
5 A ANÁLISE DA AMEAÇA SÍSMICA DO HAITI.....	76
5.1 QUADRO SISMOTECTÔNICO DO HAITI.....	77
5.1.1 Contexto Geotectônico: A Placa Caribenha	77
5.1.2 Aspectos Tectônicos do Haiti	78
5.1.2.1 Caracterização de falhas ativas em Hispaniola.....	79
5.1.3 Sismicidade Histórica da Ilha de Hispaniola.....	83
5.2 ESTIMATIVA DA AMEAÇA SÍSMICA NO HAITI	85
6 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DO HAITI.....	88
6.1 A REPRESENTAÇÃO DA AREA DE ESTUDO FACE AOS RISCOS SÍSMICOS (OS RESPONDENTES).....	88
6.2 OS FATORES SOCIODEMOGRÁFICOS DA VULNERABILIDADE NO HAITI...90	90

6.3 OS FATORES SOCIOECONÔMICOS DA VULNERABILIDADE DAS POPULAÇÕES NO HAITI	92
6.4 OS FATORES SOCIOAMBIENTAIS: ENTRE APROPRIAÇÃO E ORDENAMENTO	92
7 ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO	94
7.1 QUADRO INSTITUCIONAL PARA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES NO HAITI	95
7.2 OS DIFERENTES ATORES DA GESTÃO DE RISCOS NATURAIS NO HAITI ..	96
7.3 DADOS INSTITUCIONAIS E POLÍTICOS DE REDUÇÃO DA VULNERABILIDADE FÍSICA DAS POPULAÇÕES NO HAITI E RETORNOS DA EXPERIÊNCIA.....	97
7.4 INFORMAÇÕES SOBRE O CONHECIMENTO DO FENÔMENO SÍSMICO	100
7.5 PERCEPÇÃO DAS PESSOAS SOBRE OS RISCOS SÍSMICOS.....	102
8 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCOS SÍSMICOS NO HAITI: O PAPEL DOS CONCEITOS DE GEOÉTICA E GEODIVERSIDADE.....	104
8.1 GEODIVERSIDADE DO HAITI E SEU POTENCIAL PARA A COMPREENSÃO DOS RISCOS SÍSMICOS	105
8.2 GEOÉTICA: RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E SOCIAL DA COMUNIDADE GEOCIENTÍFICA E CRITÉRIO ÉTICO	106
8.3 VALORES DA GEODIVERSIDADE E GEOÉTICA NO RECONHECIMENTO DO RISCO SÍSMICO NO HAITI	112
8.4 GEOCONSERVAÇÃO E GEOÉTICA: CONSCIÊNCIA DO RISCO SÍSMICO NO HAITI	115
8.4.1 Estratégias de Ordenamento do Território para a Redução de Desafios	117
8.4.2 Estratégias de Educação para a Redução da Vulnerabilidade.....	117
8.4.3 O Papel da Ciência no Conhecimento do Risco Sísmico	118
8.4.4 Estratégias de Valorização.....	118
8.4.5 Estratégias de Divulgação.....	119
8.4.6 Geoturismo.....	119
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	120

REFERÊNCIAS.....	124
APÊNDICE A – GUIA DE ENTREVISTA	140
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	141

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

No século XXI, a geografia é uma ciência multidisciplinar em que aspectos geológicos, políticos, sociais e também ambientais se misturam. É por isso que o estudo dos riscos naturais se encontra na geografia, uma vez que inclui ameaças ambientais e questões sociais (MENANT, 2018). Isso implica que a geografia dos riscos naturais coloca em evidência as relações entre o homem e a natureza no centro da discussão (LEONE et al., 2010). Nesse contexto, esse presente trabalho destaca a importância do meio ambiente, principalmente o meio abiótico (geodiversidade), na relação entre o homem e a natureza.

A questão dos riscos na geografia ocupa um lugar de destaque, com a abordagem dos riscos naturais pelos geógrafos tendo se ampliado a partir dos anos 1980. Marcada inicialmente pela importância dos estudos sobre ameaças, as pesquisas se diversificaram, principalmente na área das vulnerabilidades, dos jogos de atores e dos métodos de gestão (LEONE et al., 2010). A geografia, como outras disciplinas, tem se interessado pelos riscos naturais e sua expressão tangível: os desastres de origem natural (LEONE et al., 2010). Por muito tempo considerado um castigo divino, um ato de Deus ou qualquer outra força sobrenatural, o desastre foi gradualmente visto como o produto da Natureza (VEYRET; REGHEZZA, 2006). Sobre esse aspecto, posiciona-se Souza (2014) apud Souza e Alvim (2016):

Os fenômenos catastróficos sejam compreendidos como acontecimentos, que superando o limite da lesão individualizada, atingem direitos, interesses e bens de um número considerável de pessoas ou de uma coletividade (SOUZA, 2014, p. 34; apud SOUZA; ALVIM, 2016, p. 182).

Na mesma linha comentam Veyret e Reghezza (2005, p. 1), “para o geógrafo, o risco é um objeto social que deve ser distinguido da ameaça, um processo físico. Só é percebido e vivenciado como perigoso quando a ameaça se torna risco”. Portanto, a geografia contribui para fazer a ligação entre os riscos e o território (LEONE et al., 2010).

Neste sentido aponta Dieujuste (2015), as tendências mudaram e reposicionam o ser humano diante de suas responsabilidades. O debate hoje está inserido no meio geográfico e físico, e nas relações que os humanos têm com o espaço. O autor

acrescenta que os desastres resultam de um conjunto de cenários propícios para que uma sociedade sofra danos, principalmente no que se refere aos modos de apropriação dos espaços que não colocam em questão as restrições ambientais. Ainda para Dieujuste (2015), os desastres naturais podem ser compreendidos pelas relações que certas sociedades mantêm com seus espaços. Essas relações são explicadas principalmente pela ausência de estratégias de adaptação e ordenamento do território.

A sociedade não percebe que muitos fenômenos naturais, tanto no espaço quanto no tempo, são recorrentes e hierárquicos e que esses fenômenos não são previsíveis. Assim, como exposto por Imbernon, Castro e Mansur (2021), do ponto de vista do uso e ocupação da geosfera, o meio ambiente deve ser valorizado de acordo com os princípios morais e éticos frequentemente aceitos pela humanidade. Para eles, a importância do meio ambiente deve ser reconhecida pela sociedade, pois a relação entre ambos precisa ser mantida em equilíbrio nos modos de apropriação do espaço. Isso implica na consciência ambiental de todos.

Para Imbernon, Castro e Mansur (2021), os fatores geológicos devem ser levados em consideração e respeitados em qualquer situação que busque a sustentabilidade ambiental, apesar de que, em geral o componente biológico recebe mais atenção do que o físico (bacias fluviais, planícies costeiras, formações rochosas, etc.).

No caso do risco sísmico, o inventário dos desastres sísmicos que ocorreram ao longo da história mostra claramente a repetitividade do fenômeno. O comportamento da população frente ao perigo sísmico tem evoluído ao longo do tempo: de fatalismo a um desejo cada vez mais acentuado de proteção e prevenção. As sociedades que cultivam memórias¹ de desastres passados estão mais conscientes e mais receptivas às campanhas de prevenção. Hoje em dia, o problema dos perigos sísmicos é examinado do ponto de vista da proteção, mas também da prevenção, divulgando à população informações precisas de acordo com a situação real (LEMAIRE, 2018), porque os riscos, tanto em suas dimensões excepcionais quanto em seus aspectos mais comuns, são inerentes à vida e ao desenvolvimento de qualquer sociedade (DUBOIS-MAURY; CHALINE, 2002).

¹ A “memória de risco” é um dos grandes eixos na gestão do risco. Trata-se de permitir que as populações assentadas em zonas de risco tomem consciência do perigo graças às representações de desastres passados (LEONE et al., 2010).

Em geral, os terremotos podem ter consequências para a vida humana, a economia e o meio ambiente. Para este último, os efeitos em superfície podem se dar por modificações da paisagem (ressecamento ou surgimento de mananciais, desvio de leitos de rios, etc.), geralmente moderadas, mas que podem em casos extremos ocasionar mudanças drásticas (MEDDE²/França, 2012).

De fato, segundo Hajji (2005), a gestão de riscos naturais se assenta em três objetivos principais: a proteção da vida, da propriedade e do meio ambiente. Sobre o último objetivo, ele inclui os elementos não vivos, contemplando assim a “geodiversidade”. A ameaça deste último no Haiti em função do uso indevido do espaço e, conseqüentemente, a perda potencial de importantes sítios naturais com características de interesse para as Ciências da Terra, guiaram a atenção desta pesquisa sobre a importância da valorização e conservação do meio abiótico.

Portanto, para analisar um possível caminho a seguir no contexto de informação e educação pública sobre a apropriação de riscos sísmicos no Haiti, uma abordagem geoética da geodiversidade nesse trabalho fornece uma melhor compreensão da responsabilidade ética dos geocientistas diante das ameaças relacionadas aos riscos sísmicos por causa de sua má ocupação, dos seus valores científico/educativo que compõem o patrimônio geológico e por fim da sua conservação através de ações de valorização e divulgação para uma melhor gestão. Por consequência, a geoética representa uma nova visão de um mundo em que é possível manter uma relação mais equilibrada entre o homem e a natureza, levando em conta as expectativas modernas de desenvolvimento econômico e social (BOBROWSKY et al., 2017).

Portanto, o presente trabalho de pesquisa busca refletir sobre a implementação de uma abordagem geoética para fortalecer a gestão de riscos sísmicos no Haiti, deste modo estabelecendo uma contribuição advinda das Ciências da Terra em prol do bem-estar da sociedade.

1.2 PROBLEMÁTICA

O território do Haiti o expõe, por sua localização geográfica e seu contexto geodinâmico, a inúmeros fenômenos naturais: terremotos, movimentos de massa,

² MEDD/França: Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável, França

tsunamis, submersões marinhas, inundações, ciclones, secas (BRGM; CIAT, 2015). Segundo Dieujuste (2015), em relação aos fenômenos geodinâmicos internos, tais como os terremotos, o Haiti está muito mais exposto a certas manifestações, tendo em vista sua posição geográfica. E, em particular, por se situar na zona de interações entre as placas Norte-Americana e do Caribe, sem esquecer as grandes falhas que atravessam a ilha que abriga o país, na segunda zona mais sísmica da Terra, que abrange a parte norte dos países da América do Sul e segue das Ilhas Virgens ao Pacífico passando por Porto Rico, Hispaniola e sul de Cuba (BRGM; BME, 1988).

Em 12 de janeiro de 2010, às 21:53:10 UTC (16:53:10 hora local), a Falha Enriquillo-Plantain Garden (EPGF) rompeu após 240 anos de inatividade, resultando num terremoto de magnitude (Mw) 7,0 (FRITZ et al., 2013). O epicentro do fenômeno foi localizado a 18,457°N e 72,533°W, aproximadamente 25 km a oeste de Porto Príncipe, capital do Haiti, a uma profundidade de 13 km (COMFORT; SICILIANO; OKADA, 2010). De fato, 15 a 20 terremotos de magnitude superior a 7 afetam a Terra a cada ano, a maioria sem efeitos destrutivos (LACASSIN, 2010). No entanto, muito rapidamente, as consequências do terremoto foram catastróficas, com destruição muito severa dos prédios e um número particularmente alto de vítimas. Seria, portanto, um dos desastres naturais mais mortíferos dos últimos séculos e um dos mais terríveis da história (LACASSIN et al., 2013), provavelmente o terremoto mais destrutivo dos últimos 200 anos (MORA CASTRO et al., 2012).

Os prejuízos causados, tanto em termos humanos como materiais, comprovam que esta questão é de capital importância. Na verdade, durante as últimas décadas, as perdas humanas devido a grandes terremotos foram muito numerosas: em 2005, 86.000 vítimas foram registradas após um terremoto no Paquistão (Mw 7,6); em 2008, o terremoto em Sichuan, China, causou pelo menos 87.500 mortes (Mw 7,9); em 2010, o terremoto do Haiti causou mais de 300.000 mortes (Mw 7,0) de acordo com Perrault (2014). No entanto, a comparação com o terremoto do Chile de 2010, de magnitude 8,8, que causou 500 vítimas, mostra que as perdas são explicadas mais por um defeito no projeto dos edifícios do que pela energia liberada durante os terremotos (PERRAULT, 2014). O terremoto do Chile foi ~ 500 vezes mais forte do que o do Haiti. Mas, além da sua vulnerabilidade sísmica, existe a localização geográfica do país, o que também é um fator que interfere no nível de destruição.

O terremoto é um grande risco contra o qual a humanidade só pode se proteger passivamente (TERRIER et al., 2015). o terremoto de 12 de janeiro de 2010 foi um

lembrete dramático e brutal da ameaça por muito tempo subestimada da forte exposição do território do Haiti ao risco sísmico. Os consideráveis danos observados e o altíssimo número de vítimas estão ligados à conjunção de dois fatores: a potência do sismo associada ao segmento da falha que se rompeu e a elevada vulnerabilidade dos edifícios expostos. No entanto, também existem fatores agravantes ligados à própria natureza dos solos e subsolo que amplificam o potencial destrutivo do terremoto em certos locais com concentrações localmente significativas de danos (BRGM; LNBTP; BME, 2013). Por isso, alguns autores, invocaram esses efeitos de sítio topográfico e geológico em áreas com relevo particularmente acentuado ao sul da aglomeração de Porto Príncipe (HOUGH et al., 2014). Mas, para Lacassin et al. (2013), em toda região das Antilhas, os tempos de retorno de terremotos destrutivos são muito longos. Esses desastres não permanecem na memória coletiva, o que é uma causa de vulnerabilidade adicional. As pessoas não estão cientes do risco e não são informadas sobre ele. Isso explica que esses desastres são complexos de apreender porque também dependem de diferenças de cultura. Para o geógrafo Jean Marie Théodat (2010), a percepção do risco é uma questão de escolha, independentemente da realidade objetiva que o perigo representa para a sociedade. Além disso, no Haiti, a proximidade de áreas densamente povoadas e a grande vulnerabilidade das construções, aliadas à amplitude do terremoto, fizeram com que a extensão dos danos fosse sem precedentes (GEO-HAÏTI, 2010).

Este fenômeno sísmico não foi o primeiro a atingir o Haiti, que sofre terremotos significativos de modo recorrente. Foi o que aconteceu durante os sismos de 1751 e 1770 em Porto Príncipe e 1842 em Cap-Haïtien (PREPETIT, 2008b). De fato, a essas características naturais somam-se os fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais do país mais pobre das Américas e Caribe antes mesmo do terremoto de 2010, que contribuem para acentuar a sua vulnerabilidade (FREITAS et al., 2012). Esta óbvia realidade resulta em bairros precários nas grandes cidades do Haiti, como aponta Bilham após o terremoto:

Durante a minha visita à região nas semanas seguintes ao terremoto, o motivo do desastre ficou claro nas ruínas mutiladas - os edifícios estavam condenados na época da sua construção. Todos os erros possíveis eram óbvios: aço quebradiço, agregados não angulares grossos, cimento fraco misturado com areia impura ou salgada e a terminação generalizada de reforços nas juntas entre colunas e pisos de edifícios onde as tensões sísmicas são maiores (BILHAM, 2010, p. 878).

A comunidade científica sabia que um dia o Haiti poderia ser o cenário de um desastre sísmico sem precedentes (MANAKER et al., 2008; SAINT-FLEUR, 2014). No entanto, até hoje as cidades ameaçadas por terremotos, em muitos casos verdadeiras metrópoles, ainda estão se expandindo de forma descontrolada, existindo evidências claras de que o risco de terremotos deve aumentar (BRGM; CIAT, 2015). Então, segundo Prepetit (2012) citado por Dieujuste (2015), configura-se hoje no Haiti uma problemática do meio ambiente onde há uma relação esvaziada entre o homem e a natureza. Isso significa que existe uma fraca capacidade das instituições nacionais e falta de responsabilidades dos geocientistas no Haiti.

Sendo assim, a ausência de uma cultura de risco, política de gestão ou mecanismos de ajuda à reconstrução, são todos fatores de vulnerabilidade social determinados por fatores econômicos subjacentes (as populações mais pobres são frequentemente as mais sensíveis à crise), sociais (sexo, idade, etnia, etc.), psicológicos e sociológicos (representações, percepções da crise, etc.) e também políticos (VEYRET; REGHEZZA, 2005). Portanto, a consideração da abordagem geoética para criar uma verdadeira cultura de prevenção de riscos na população é uma necessidade fundamental para a adaptação de edifícios aos riscos de acordo com o meio abiótico, sendo da responsabilidade ética dos geocientistas educar e divulgar a informação aos aspectos da geodiversidade e do geopatrimônio para a valorização e conservação do meio abiótico.

Hoje, uma realidade se impõe aos atores da gestão de riscos no Haiti: redefinir as técnicas preventivas dos riscos sísmicos levando em conta o conhecimento da geodiversidade e do geopatrimônio para melhor apreender o agravamento dos riscos devido ao aumento das vulnerabilidades, e promover ações voltadas para a gestão de riscos numa abordagem geoética.

A geoética é um conceito relativamente recente nas Geociências e nem sequer em fase de início no Haiti. Suas implicações e aplicações são de fundamental importância para promover o papel sociocultural dos geocientistas, a responsabilidade ética dos geocientistas e a divulgação dos conhecimentos geocientíficos (educação e cultura em geociências) por meio dos estudos sobre o quadrinômio dos “G’s” (geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo). Apesar de Mansur (2018 apud MACHADO, 2019) afirmar que esses termos (geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação) ainda são uma linha de pesquisa relativamente recente

nas Geociências, também estão em busca de estabelecer novas bases para o seu relacionamento com a Terra, denominada geoética.

Embora a ciência ainda não possa prever a ocorrência de terremotos como os do Haiti, ela permite prevenir seus efeitos por meio de um melhor entendimento dos fenômenos físicos envolvidos e uma transferência desse conhecimento para as estruturas responsáveis pelo planejamento e ordenamento do território (CALAIS, 2002b). Nessa perspectiva, um dos pesquisadores franceses (Eric Calais) em geociências no Haiti promove a ideia de consciência no seu livro "Ciência e consciência na pós-emergência do terremoto do Haiti". Nesse contexto, para Calais (2017),

A pergunta final era, claro, 'Devemos mudar a capital para um local sismicamente seguro, e qual é esse local?' Entendemos que a informação científica é instantaneamente capturada em considerações que a ultrapassam e que, portanto, é essencial – mas difícil – oferecer apenas o que a ciência nos diz, apesar, às vezes, das decepções dos interlocutores e, muitas vezes, da dificuldade de comunicar as incertezas dos nossos dados e modelos. Mas a explicação tranquiliza, o que promove a ação racional (CALAIS, 2017).

Na discussão feita por Edgar Morin (2005, p. 4) "ciência com consciência" é uma referência obrigatória para todos aqueles que têm se empenhado em participar da aventura da construção do novo espírito científico.

Em "Ciência com consciência" a palavra "consciência" tem dois significados. O primeiro foi formulado por Rabelais no seu preceito "A ciência sem consciência é apenas a ruína da alma". A consciência de que ele fala é, naturalmente, a consciência moral. O segundo sentido é intelectual. Em resumo, é a capacidade autorreflexiva que é a qualidade-chave da consciência (MORIN, 2005).

A escolha do Haiti como área de estudo para este trabalho não é por acaso. É sobretudo uma investigação sobre os diversos fatores de vulnerabilidade sísmica que as cidades haitianas enfrentam no que se refere ao problema da gestão eficiente no território. Portanto, o presente trabalho é uma transferência de conhecimento e consciência do risco na gestão de riscos sísmicos no Haiti, tendo como fio condutor a abordagem geoética do discurso geocientífico (informação e educação do público). Dessa forma a pesquisa se justifica por trazer alguma inovação ao Sistema de Gestão de Riscos e Desastres (SNGRD) tanto socialmente como cientificamente. A consciência antes e depois do terremoto é a visão diante do perigo iminente.

No Haiti, 96% da população vive em áreas de risco de ameaças naturais (GEO-HAITI, 2010). Com essa porcentagem, no contexto sísmico, a ameaça no Haiti é alarmante. Com efeito, a reflexão no centro da problemática desafia a colocar a seguinte pergunta de pesquisa: como a implementação de uma abordagem geoética pode fortalecer a gestão de riscos sísmicos no Haiti?

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é promover uma abordagem geoética na gestão de riscos sísmicos no Haiti, a fim de melhor influenciar a resposta da sociedade.

Articulados ao objetivo geral proposto, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- 1) Analisar a ameaça sísmica no Haiti em uma perspectiva de mudança de postura ao enfrentamento desta modalidade de fenômeno natural.
- 2) Analisar a vulnerabilidade sísmica no Haiti para uma melhor preparação à resposta perante eventos similares ao de 12 janeiro de 2010.
- 3) Analisar o risco sísmico com o intuito de apreciar a sua ordem de grandeza.
- 4) Fornecer subsídios para o aumento da conscientização do risco sísmico no Haiti no contexto socioeconômico e cultural.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), não se pode realizar um trabalho científico sem um quadro de referência que o situe numa abordagem teórica, numa corrente de pensamento, numa escola. Nesse assunto, segundo Lakatos e Marconi (2003),

a teoria serve para indicar os fatos e as relações que ainda não estão satisfatoriamente explicados e as áreas da realidade que demandam pesquisas, para elas, é exatamente pelo fato de a teoria resumir os fatos e também prever fatos ainda não observados que se tem a possibilidade de indicar áreas não exploradas, da mesma forma que fatos e relações até então insatisfatoriamente explicados (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 118).

Dada a importância e abrangência multidisciplinar desta pesquisa sobre a gestão de riscos sísmicos, utiliza-se um certo número de tipos de investigação necessários e adaptados ao objeto de estudo. Para este fim, esse presente trabalho tem a natureza aplicada, visto que resulta em conhecimentos úteis à solução de problema específicos (PRODANOV; FREITAS, 2013). Quanto aos objetivos, esta pesquisa é de natureza explicativa e descritiva. De acordo com Gil (2002, p. 42), o objetivo primordial da pesquisa descritiva é “a descrição das características de determinada população ou fenômeno, então, o estabelecimento da relação entre variáveis”. Já a pesquisa explicativa, ainda segundo este autor “tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos”. No que diz respeito à abordagem do problema, adota-se a pesquisa qualitativa, visto que envolve uma interpretação dinâmica e totalizante da realidade, pois considera que os fatos não podem ser revelados fora de um contexto social, político, econômico, etc (PRODANOV; FREITAS, 2013). Por fim, quanto aos procedimentos técnicos ou método de pesquisa, efetua-se a pesquisa seguindo uma estratégia combinando a documentação (bibliográfica e documental) com entrevistas dos atores e o inquérito por questionário *on-line*, análise e interpretação de dados para a redação do trabalho. Esse último tipo de pesquisa é a espinha dorsal deste trabalho.

2.1 MÉTODOS E ETAPAS DA PESQUISA

Segundo Gil (2008), pode-se definir método como caminho para se chegar a determinado fim. E método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento. Para este propósito, leva-se em

consideração os objetivos específicos e o objetivo geral mencionados anteriormente, na introdução.

Na discussão feita por Prodanov e Freitas (2013), qualquer trabalho de pesquisa científica requer métodos e técnicas que permitam o acesso a todas as informações consideradas necessárias para o tratamento do assunto em questão. Para obter respostas sustentáveis e objetivas à pergunta feita de antemão, adotam-se os métodos descritos abaixo.

Durante a elaboração deste estudo foram delimitadas quatro etapas para a construção de um documento final, contendo todas as discussões teóricas, os levantamentos de dados técnicos e os resultados da pesquisa.

2.1.1 Pesquisa Bibliográfica e Documental

Esta primeira etapa começou com o estabelecimento de uma estrutura conceitual. Isso levou a uma organização em quatro níveis. Primeiro, reuniões e discussões com o orientador da dissertação (para harmonização e entendimento comum) de modo remoto. Em segundo lugar, para melhor compreender as definições do conceito de geoética e uma boa familiarização com o assunto, foi fundamental efetuar um amplo levantamento bibliográfico, incluindo a consulta (leitura analítica e interpretativa) dos textos acadêmicos (teses, dissertações, artigos, livros, resumos em eventos científicos etc.), mas também um levantamento documental, incluindo artigos de jornais e páginas na internet relacionados ao assunto e que permitiram maiores esclarecimentos e possível avaliação da relevância do assunto escolhido. Esse conceito fundamental deste presente trabalho originou-se de alguns pressupostos que fundamentam seus princípios e preocupações (RUCHKYS et al., 2019). Dentre eles, os que foram analisados aqui formam quatro grupos principais: responsabilidade dos geocientistas na gestão de riscos naturais (sísmicos); geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação, geoturismo; comunicação e educação em geociências; e proteção dos ambientes naturais. Em terceiro lugar, foi feito o acesso remoto a várias instituições públicas a respeito da ameaça sísmica no Haiti, tais como:

- 1) MDE através do ONQEV
- 2) MICT através da DPC
- 3) MTPTC através do LNBTP, BME/UTS, e SEMANAH/CODOMAR
- 4) MPCE através do CNIGS

5) CIAT

6) MARNDR.

As instituições acima indicadas lidam com assuntos específicos de riscos e desastres. E por fim, eventuais lacunas foram supridas mediante pesquisas junto à Rede Mundial de Computadores. Este levantamento bibliográfico e documental permitiu o desenvolvimento de todos os capítulos deste presente trabalho.

2.1.2 Entrevistas

Esta segunda etapa começou com a coleta de dados adicionais. Foi baseada essencialmente em entrevistas semiestruturadas realizadas por telefone com atores estratégicos, que permitiram estabelecer “a percepção” das autoridades ligadas à gestão de riscos sísmicos no Haiti, tendo como elemento estrutural uma abordagem geotética, assim explorando conceitos como geodiversidade, espaço, território, meio ambiente, paisagem, natureza, consciência de risco e cultura de risco.

As entrevistas seguiram um roteiro programado, porém com abertura para a espontaneidade dos sujeitos, fazendo com que a cada momento eles pudessem sugerir novas abordagens ou elementos que pudessem passar despercebidos se as questões fossem de algumas formas engessadas pelo entrevistador. Dessa forma a pesquisa se desenvolveu com uma coleta de dados por meio de entrevistas com indivíduos do campo das geociências. No total foram duas entrevistas com dois atores geocientistas. As entrevistas tiveram entre uma e duas horas de duração, sendo codificadas de 1 a 2 para os diferentes atores, de modo a manter o anonimato. Os códigos foram atribuídos pelo ator seguindo a ordem da entrevista, ou seja, a primeira entrevista foi atribuída ao ator 1 e a segunda ao ator 2. A matriz da entrevista incluiu várias questões (Apêndice A).

As entrevistas se deram em quatro passos diferentes:

1º passo: acesso à pessoa - recurso humano;

2º passo: elaboração do roteiro de entrevista;

3º passo: realização de entrevistas;

4º passo: análise e interpretação das entrevistas.

2.1.3 Questionário

Esta terceira etapa deveria incluir uma investigação de campo no local selecionado para este estudo, ou seja, o Haiti. Considerando as restrições de obtenção direta de dados no período de desenvolvimento desta dissertação, coincidente com a pandemia de COVID-19, foi necessária uma adaptação que levou a empregar, essencialmente, o questionário *on-line*. O questionário permitiu verificar o conhecimento da população, avançando na percepção dos residentes face aos riscos sísmicos, de modo a se alcançar uma análise aprofundada do seu grau de vulnerabilidade e de risco, e assim poder fazer recomendações. O questionário ficou disponível (em redes sociais) no período de setembro a outubro de 2021. Graças a esse esforço de coleta de dados, foi possível obter 422 respondentes em todo o país. O questionário aplicado foi desenvolvido com questões fechadas e semiabertas. O conteúdo do questionário contemplava:

- Informações sobre o respondente (departamento geográfico, sexo, faixa etária);
- Informações sobre o conhecimento dos fenômenos sísmicos (o que fazer em caso de desastre);
- Percepção e compreensão das pessoas sobre os terremotos (Apêndice B).

Os questionários se deram em duas etapas diferentes:

1º passo: elaboração e aplicação do questionário;

2º passo: análise e interpretação do questionário em plataforma *on-line* (*Google Forms*).

Esse trecho deveria ter um amplo levantamento sistemático de geossítios (inventário). Para o inventário dos geossítios do Haiti a base metodológica seria o trabalho de Brilha (2016), que propõe uma estratégia de geoconservação estruturada em seis etapas, incluindo inventário, quantificação, enquadramento legal, conservação, valorização e divulgação e por fim monitoramento do patrimônio geológico. Dentre elas, depois do inventário de geossítios, esse presente trabalho seria focalizado sobre a quantificação, popularização e divulgação do patrimônio geológico. O mesmo autor, em 2016, acrescentou procedimentos referentes às primeiras etapas de geoconservação e considerou o patrimônio geológico restrito ao seu valor científico. No presente trabalho, patrimônio geológico englobaria sítios geológicos de valores científico e didático. Foi impossível fazer observações diretas da área de estudo. A ausência do levantamento sistemático de geossítios nesse presente trabalho permite uma abertura para futuras investigações sobre o assunto.

Por isso, o estudo da geodiversidade do Haiti com os geossítios que compõem o seu patrimônio geológico, um dos 4G's, seria útil para despertar a compreensão da sociedade sobre o caráter dinâmico da região em que se insere o Haiti. Pois, o conhecimento de meios naturais (meio ambiente e paisagens) é fundamental na apropriação de riscos naturais (sísmicos).

2.1.4 Análise e Interpretação de Dados

Esta quarta e última etapa começou com tratamento, valorização e análise de dados. Para tal, essa etapa foi efetuada em programas específicos, tais como Excel, Word e ArcGIS. As entrevistas e os formulários do inquérito foram analisados, de forma a obter os gráficos e tabelas correspondentes. Também, neste estudo, foi necessária uma análise qualitativa dos riscos sísmicos no Haiti a partir dos dados coletados (dados de texto e imagem). Esse conjunto conduziu a uma interpretação apropriada da situação da área de estudo, seguida de uma integração e organização para comporem o texto desta dissertação.

2.2 MATERIAIS

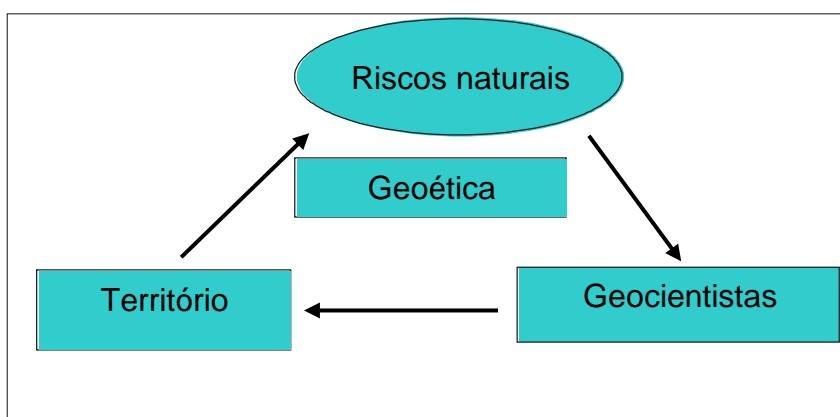
Certos materiais foram mobilizados para a realização deste trabalho. Isso incluiu, entre outros:

- 1) Fontes bibliográficas e documentais para a construção de um arcabouço teórico e a obtenção de dados de caráter regional (geológicos, geofísicos, efeitos de eventos sísmicos etc.);
- 2) Fichas de leitura
- 3) Recursos humanos para as entrevistas e o formulário do inquérito;
- 4) ArcGIS, para produção de mapas (o MDT é baseado em uma resolução espacial de 10 m para a declividade);
- 5) Planilhas Excel, para tratamento de dados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são definidos alguns conceitos relacionados à gestão de riscos sísmicos (Figura 1), de grande interesse para sua compreensão.

Figura 1 - Relação entre riscos naturais, território e geocientistas



Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

3.1 ATIVIDADE SÍSMICA: TERREMOTOS E SEUS EFEITOS

3.1.1 Fenômenos Sísmicos

Os terremotos são vibrações do solo, causados pela liberação de energia acumulada em zonas específicas da litosfera e que se propaga na forma de ondas sísmicas. Os terremotos têm várias origens, dependendo de suas causas, os terremotos podem ser naturais (tectônicos, vulcânicos) ou artificiais/sismicidades induzidas (colapso de estruturas geológicas sob alguma intervenção humana) (LEONE et al., 2010). Os terremotos são medidos por sismógrafos, que geram um registro chamado sismograma (PRESS et al., 2008).

Nas abordagens que incluem as tensões dos movimentos tectônicos, atualmente são reconhecidas 52 placas tectônicas, 12 principais e 40 menores. As principais são: Africana, Antártica, Arábica, Indo-Australiana, Caribe, Cocos, Euroasiática, Filipinas, Nazca, Norte-Americana, Pacífico e Sul-Americana (CASTILLO, 2018).

As placas se movem umas em relação às outras, da ordem de alguns centímetros por ano, onde tensões vão se acumulando em vários pontos,

principalmente em suas bordas. As forças acumuladas podem ser compressivas, distensivas ou cisalhantes (com deslizamentos horizontais), dependendo da direção de movimentação relativa entre as placas. Quando essas tensões atingem o limite de resistência das rochas, ocorre uma ruptura; o movimento repentino entre os blocos de cada lado da ruptura gera vibrações que se propagam em todas as direções. O plano de ruptura forma o que se chama de falha geológica (TEIXEIRA et al., 2003), o que implica em um movimento relativo de dois blocos rochosos (PRESS et al., 2008). Ainda segundo Press et al. (2008), vários tipos de forças atuam, onde as compressivas aproximam os compartimentos rochosos (falhas reversas), as distensivas os separam (as falhas normais) e os cisalhamentos provocam o deslocamento na direção horizontal (falhas de deslizamento direcional).

O deslizamento dos dois compartimentos rochosos produz ondas que podem ser registradas por sismógrafos e a sucessão de deslizamentos ao longo do tempo produz uma deformação cumulativa (LARROQUE, 2009). Observações sismológicas e geodésicas mostraram que vários processos produzem deslizamentos ao longo de planos de falha: deslizamentos sísmicos (LARROQUE, 2009), deslizamentos sísmicos lentos (LARROQUE, 2009) e deslizamentos assísmicos (Quadro 1) (e.g. LARROQUE, 2009).

Quadro 1 - Ordem de grandeza das velocidades de escorregamento em um plano de falha dependendo do tipo de escorregamento

Deslizamento sísmico	deslizamento sísmico lento	deslizamento assísmico
m / s	m / semana – m / mês	cm / ano – < mm / ano

Fonte: Christophe Larroque, 2009

De acordo com a origem do terremoto, distingue-se aqueles de origem tectônica e os de origem não tectônica (MATHIEU et al., 2002). Para os sismos diretamente associados à dinâmica interna da Terra, tem-se como principais manifestações:

- Terremotos ligados ao processo de subducção (movimento entre placas): podem ser de grande magnitude (superiores a 7) e geralmente profundos com efeitos particularmente sentidos em áreas vulneráveis;

- Sismos ligados a movimentos intraplacas: embora muitas vezes de menor magnitude que os anteriores (geralmente 5 a 7), a proximidade dos seus focos à superfície e, portanto, às áreas potencialmente habitadas, torna estes sismos particularmente perigosos. Seus efeitos são, no entanto, mais localizados que os anteriores e confinados à zona epicentral;
- Os chamados terremotos “vulcânicos”: esses terremotos são menores e superficiais, mas às vezes podem atingir magnitudes de cerca de 5 e podem causar danos locais.

Quando um terremoto é desencadeado, uma frente de onda sísmica se propaga através da crosta terrestre. Surgem no hipocentro ou foco e se propagam em todas as direções do espaço, sendo o epicentro o ponto na superfície da Terra correspondente à projeção vertical do foco, e a distância do foco à superfície é a profundidade focal (TEIXEIRA et al., 2003).

Um terremoto gera duas famílias de ondas: as ondas de fundo, aquelas que se propagam no interior da Terra e que incluem as ondas P e S, e as ondas de superfície e que incluem as ondas Love e Rayleigh (TEIXEIRA et al., 2003).

As ondas P ou Primárias são ondas de compressão que se propagam em todos os estados da matéria. As partículas se movem para frente e para trás no sentido da propagação da onda. São as mais rápidas (6 km/s perto da superfície) e são registradas primeiro em um sismograma. As ondas S ou Secundárias são ondas de cisalhamento que se propagam apenas através de sólidos. As partículas oscilam em um plano vertical, em ângulo reto com a direção de propagação da onda (PRESS et al., 2008). Sua velocidade é mais lenta que a das ondas P, sendo registradas em segundo lugar nos sismogramas (TEIXEIRA et al., 2003).

A velocidade de propagação das ondas sísmicas P e S é proporcional à densidade do material em que se propagam (TEIXEIRA et al., 2003).

Quando as ondas P se juntam com as ondas S se formam as ondas Love e Rayleigh, que só se deslocam à superfície ou muito próximo e são as ondas mais destrutivas. Ondas de Love ou ondas L são de cisalhamento, como as ondas S, mas que oscilam em um plano horizontal, imprimindo no solo um movimento de vibração lateral. Nas ondas Rayleigh as partículas do solo se movem em uma elipse, criando uma verdadeira onda que afeta o solo durante grandes terremotos. Essas ondas se movem mais lentamente que as ondas P e S e permanecem confinadas à superfície

da Terra, não alcançando seu interior. As ondas de superfície são, portanto, as últimas a serem detectadas por um sismógrafo (TEIXEIRA et al., 2003).

O estudo da propagação das ondas de um sismo permite determinar o seu foco ou hipocentro (local de ruptura ou deslocamento de materiais na litosfera) a partir do seu epicentro (local de máxima manifestação do sismo na superfície) (TEIXEIRA et al., 2003).

Os sismos naturais podem ser classificados também de acordo com a profundidade do hipocentro conforme o Colégio Vasca de Gama (2022):

- ✓ sismos pouco profundos (com profundidade focal inferior a 70 km),
- ✓ os sismos intermediários, isto é, com profundidade focal entre 70 e 300 km,
- ✓ sismos profundos, com hipocentros localizados a profundidades superiores a 300 km.

Outras classificações são baseadas na intensidade (os efeitos) ou na magnitude (energia liberada) de um terremoto. A intensidade desses efeitos destrutivos é medida numa escala graduada de I a XII (escala intensidade de Mercalli), onde a intensidade diminui à medida que se afasta do epicentro (PRESS et al., 2008). Por outro lado, a magnitude expressa a quantidade total de energia liberada durante um terremoto, sendo definida em uma escala logarítmica aberta (TEIXEIRA et al., 2003). O terremoto mais forte ocorreu no Chile em 1960 com uma magnitude de 9,5 (PRESS et al., 2008).

A escala Richter é um exemplo que segue uma função logarítmica, o que significa que um grau adicional representa um aumento de aproximadamente 10 vezes na magnitude do deslocamento e uma liberação de energia 33 vezes maior (PRESS et al., 2008).

3.1.2 Fenômenos Induzidos por Terremotos

De acordo com Leone et al. (2010), o sismo manifesta-se principalmente através de vibrações cuja amplitude depende dos parâmetros da fonte (magnitude, tipos de movimento, profundidade, etc.), da distância à fonte, das propriedades mecânicas do solo e da estrutura do subsolo. Além dos possíveis problemas colocados pela ruptura superficial da falha sismogênica, duas famílias de efeitos podem ser destacadas localmente:

- Efeitos diretos devido à modificação do movimento vibratório (amplificação ou atenuação). Estes são efeitos geológicos e topográficos, comumente chamados de “efeitos de sítio”.

- Efeitos indiretos devido a rupturas do solo (liquefação, movimento de massa, tsunamis) que podem causar danos irreversíveis.

3.1.2.1 Efeitos diretos

Os efeitos diretos referem-se a dois fenômenos: por um lado, deslocamento sobre a falha causadora do terremoto, que pode ser muito perigoso para construções civis, quando atinge a superfície; por outro lado, a propagação das ondas sísmicas, cuja amplitude e duração são fortemente influenciadas pela geometria e propriedades geotécnicas do solo por baixo das edificações. Solos com más características mecânicas têm em particular a propriedade de amplificar os movimentos sísmicos, quando então se passa a falar de efeitos de sítio (MTPTC, 2013).

3.1.2.1.1 *Efeitos de sítio litológicos*

Para um terremoto de determinada magnitude, o movimento do solo é geralmente máximo no epicentro e diminui com a distância. No entanto, a movimentação do solo pode aumentar localmente devido à constituição geológica do subsolo. Assim, por exemplo, muitas vezes pode-se observar, após um terremoto, danos mais significativos em edifícios construídos em aluviões acumulados em grandes espessuras (planícies aluviais) do que em edifícios localizados em substrato rochoso. Esses efeitos de amplificação do movimento sísmico pela natureza do subsolo são chamados de efeitos de sítio litológicos (GILLES et al., 2020).

3.1.2.1.2 *Efeitos de sítio topográficos*

Durante os terremotos, verifica-se que certas configurações topográficas amplificam o sinal sísmico, levando a um aumento local na intensidade do terremoto. Estas são áreas de quebra marcada em declives, cristas, bordas de planalto e picos isolados (BERTIL et al., 2014).

3.1.2.1.3 Ruptura superficial de falhas ativas

Uma falha pode ser considerada ativa se tiver passado por pelo menos uma reativação sísmica durante o Quaternário, ou se mostrar evidências de deslocamento atual. Quando uma falha ativa durante um terremoto emerge na superfície, ela pode induzir deslocamentos ao longo da linha de ruptura (rompimento do solo em superfície). Os edifícios e infraestruturas construídos sobre a falha, para além de estarem sujeitos a fortes acelerações do solo, serão fortemente afetados por estes movimentos de superfície (BERTIL et al., 2014). Uma manifestação extrema das consequências do movimento da falha é a subsidência ou soerguimento costeiro (LEONE et al., 2010).

3.1.2.2 Efeitos indiretos

Os efeitos indiretos são fenômenos associados a uma causa induzida por distúrbios do solo que, sob o efeito de vibrações, leva a uma quebra da coesão dos solos. Deslizamentos de terra, liquefação do solo, subsidência ou assentamento de solo são efeitos também chamados de "efeitos induzidos" (MTPTC, 2013).

3.1.2.2.1 Liquefação dos solos

O fenômeno da liquefação de um solo é um processo que leva à perda total da resistência ao cisalhamento do solo ao aumentar a pressão de seus poros. É acompanhada por deformações cuja amplitude pode ser limitada (alguns centímetros) a quase ilimitada (alguns metros), tornando as construções baseadas nestas formações particularmente instáveis. A liquefação pode ocorrer sob estresse sísmico e diz respeito a certos contextos litológicos, constituídos de areias, siltes ou areias lamacentas, às vezes lama, saturadas em água e pouco compactas. O tamanho do grão deve ser homogêneo e o diâmetro médio do grão oscila entre 0,05 e 1,5 mm (BRGM; LNBTP; BME, 2013).

3.1.2.2.2 Movimentos de massa

Terremotos podem induzir fenômenos de movimento do solo (deslizamentos de terra, etc.) que podem causar danos muito maiores do que aqueles relacionados

diretamente às vibrações do solo. Foi o que aconteceu, por exemplo, durante o terremoto de El Salvador em janeiro de 2001. Os movimentos de terra não são, entretanto, causados exclusivamente por terremotos. Eles também podem ser causados por fortes chuvas e/ou ação humana (BRGM; LNBTP; BME, 2013).

3.1.2.2.3 *Tsunami*

Segundo Leone et al. (2010), um tsunami é criado quando uma grande massa de água é empurrada violenta e repentinamente das ondas do mar para as costas vizinhas. Este pode ser o caso durante um grande terremoto de magnitude geralmente maior que 7, devido ao movimento súbito do substrato oceânico ao longo da falha envolvida. A causa também pode ser um deslizamento de terra costeiro ou submarino, erupção vulcânica ou impacto meteorítico. Um forte terremoto não produz necessariamente um tsunami. Tudo depende de como muda o nível do substrato do oceano ao redor da falha e como a deformação é transmitida para a coluna de água. Em mar aberto, o movimento da água se propaga passo a passo e cria um movimento de comprimento de onda longo (algumas centenas de quilômetros) e de baixa amplitude (um metro). Ainda para Leone et al. (2010), a velocidade de movimento é função apenas da profundidade da água, o que significa, por exemplo, algo como 943 km/h para uma profundidade de 7 km e 504 km/h para uma profundidade de 2 km.

3.2 RISCO: AMEAÇA E VULNERABILIDADE (ANÁLISE DE RISCO)

O conceito de risco é complexo. A noção de risco refere-se às ciências naturais e às ciências sociais e para respeitar esta dualidade e interface, admite-se tratar o risco como um produto combinado: o de uma ameaça e uma vulnerabilidade (DUBOIS-MAURY; CHALINE, 2002). Para Leone et al. (2010, p. 17), essa combinação se expressa "de forma diferente dentro das sociedades, dependendo de cada contexto cultural, social e político". Portanto, para eles, o risco é uma possibilidade, um dano potencial ligado à ocorrência de um evento natural. O risco aparece como resultado de uma verdadeira construção socioeconômica (DUBOIS-MAURY; CHALINE, 2002). Isso significa que só existe risco se as sociedades puderem ser afetadas por acidentes de origem natural ou outro (tecnológica, social, socionatural). Segundo Thouret e D'Ercole (1996), o fenômeno natural ou

geodinâmico interno (geofísico) ou externo (hidrometeorológico, etc.) representa a ameaça e se expressa por campo de ação (espaço), magnitude (volume), intensidade ou débito, violência (impacto) e recorrência (frequência).

O risco sísmico é, portanto, a combinação entre a ameaça sísmica num determinado ponto e a vulnerabilidade dos elementos expostos (pessoas, edifícios, infraestruturas, etc.) (PREPETIT, 2008b). Daí a famosa equação (PERRAULT, 2014):

Equação 1. Definição de risco= ameaça*vulnerabilidade

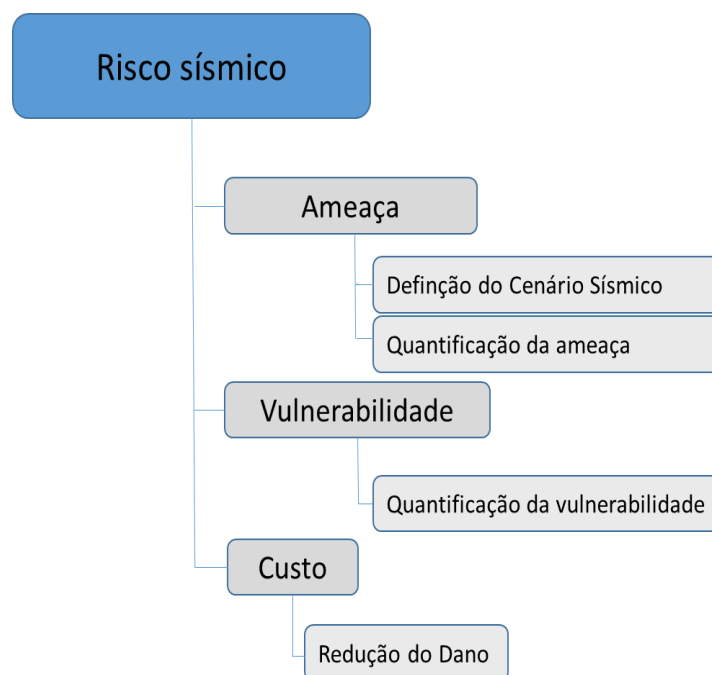
De acordo com Perrault (2014), para determinar os custos associados a elementos específicos diante de um risco, deve-se adicionar um fator D, indicando os valores dos elementos expostos à equação anterior, ou seja:

Equação 2. Outra definição de risco= Ameaça*Vulnerabilidade*Desafios (Figura 2)

Segundo Marchezini e Londe (2018) conhecer o risco envolve analisar esses diferentes componentes, pois segundo Perrault (2014) O risco é, portanto, uma combinação de fatores (cf. figura 2).

A ameaça se refere ao fenômeno de origem natural (chuvas, tornados, terremotos, secas, entre outros), tecnológica (barragens mal planejadas/mal construídas, usinas nucleares, etc.) e biológica (vírus, bactérias) que pode deflagrar um provável dano (MARCHEZINI; LONDE, 2018). A ameaça sísmica indica a probabilidade de uma ação sísmica levando em consideração a contribuição de possíveis terremotos (de magnitude ou intensidade diferentes) que podem afetar um determinado local ou área por um certo período de tempo. A ameaça regional considera o substrato rochoso como homogêneo. A ameaça local leva em consideração os efeitos ligados às configurações geológicas e topográficas de um setor específico que podem interferir no perigo regional (BRGM; LNBTP; BME, 2013).

Figura 2 - Componentes da análise do risco sísmico



Fonte: adaptado de Castillo, (2018).

Segundo Castillo (2018), para análise da ameaça sísmica regional é necessário escolher os eventos do cenário sísmico. A definição deste tipo de cenário representa o primeiro passo para o desenvolvimento de uma análise de risco sísmico (Figura 1). O autor entende que um cenário, de forma geral, pode ser definido como o lugar onde ocorre um acontecimento, assim como as circunstâncias que o rodeiam; para o caso específico dos sismos, um cenário sísmico é definido a partir da caracterização do tipo de sismo (tipos de falhas e tipos de movimentos de falhas) e da região (tipo do solo, recorrência, geologia) (CASTILLO, 2018). Em seguida, a segunda etapa consiste em estimar as “agressões” sísmicas que as edificações e todo o ambiente natural sofrerão. Estas “agressões” podem ser caracterizadas quer em termos qualitativos (intensidade macrossísmica materializada por uma escala de danos), quer em termos quantitativos mais ricos (características físicas do sismo materializadas pelo conteúdo de amplitude e frequência dos movimentos vibratórios). Esses movimentos dependem do tamanho dos terremotos (sua “magnitude”), sua distância e a natureza do solo (PNUD, 2014).

Por sua vez, a vulnerabilidade é definida como a propensão da sociedade, a partir de uma série de dimensões sociais (econômicas, políticas, culturais etc.), que a

predispõe a sofrer danos e/ou perdas frente a um evento, e que dificulta sua posterior recuperação (ESPINAL, 2019).

A vulnerabilidade sísmica é definida como o nível de perdas observadas em um ou mais elementos expostos ao perigo sísmico (expresso como o movimento do solo devido à ocorrência de um determinado evento sísmico) (PROYECTO SISMO - HAITI, 2012). De acordo com Guéguen et al. (2009), a vulnerabilidade sísmica caracteriza a capacidade de edifícios e estruturas em resistir a terremotos (vulnerabilidade física), e a capacidade das populações de se comportar de forma coerente e fundamentada diante de um grande evento (vulnerabilidade social).

De acordo com Leone et al. (2010), a avaliação de vulnerabilidade é uma etapa essencial na avaliação de risco, mas permanece muito menos formalizada e padronizada que os métodos de avaliação da ameaça. A caracterização das diferentes formas de vulnerabilidade (propensão ao dano) é comumente feita de acordo com duas abordagens principais: sociogeográfica e técnica.

Na maioria das vezes qualitativa, a abordagem sociogeográfica (ou analítica) da vulnerabilidade é baseada na análise de fatores de predisposição a danos ou disfunções. Esses fatores (técnicos, institucionais, socioeconômicos, organizacionais, geográficos, psicossociológicos, culturais) podem ser compreendidos por meio de diferentes critérios e indicadores variáveis em função da natureza dos desafios vulneráveis. O objetivo desta abordagem é decifrar o papel respectivo desses fatores e sua interação como condições que conduzam a um futuro desastre.

Em termos quantitativos gerais, a abordagem técnica da vulnerabilidade é baseada na medição dos danos potenciais como um indicador de vulnerabilidade. Este dano potencial é uma função da magnitude do perigo, sua duração e a sensibilidade dos elementos expostos.

De acordo com Larroque (2010), uma vez avaliada a ameaça, deve-se considerar a vulnerabilidade em escala local: isso leva ao campo das ciências da engenharia (interação solo-estrutura, resposta de edifícios a tensões sísmicas, inventário das várias categorias de edifícios, etc.) e ciências humanas e sociais (distribuição das populações, organização da urbanização, aspectos jurídicos, etc.).

Assim é possível distinguir formas de vulnerabilidade de acordo com os elementos expostos (Quadro 2). O custo, entendido como a probabilidade de degradação ou perda do elemento exposto, que pode ser quantificado em níveis,

classes, graus ou índices de dano, ou no valor econômico de sua restauração, ou reposição (CASTILLO, 2018).

Quadro 2 - Fatores de vulnerabilidade e capacidades

Setor	Fatores de vulnerabilidade	capacidades
Material	<ul style="list-style-type: none"> -Edifícios ameaçados -Infraestrutura perigosa -Instalações essenciais perigosas -Urbanização rápida 	<ul style="list-style-type: none"> -Bens materiais -Obras e edifícios resistentes a fenômenos extremos
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> -Monocultura -Economia não diversificada -Economia de subsistência -Dívida -Dependência de socorro e/ou assistência social 	<ul style="list-style-type: none"> -Bens econômicos -Segurança de vida -Reservas financeiras -Diversificação da agricultura e economia
Social	<ul style="list-style-type: none"> -Ocupação de lugares perigosos -Ocupação de locais e edifícios com alta densidade -Falta de mobilidade -Baixa percepção de riscos -Ocupações vulneráveis -Grupos e indivíduos vulneráveis -Corrupção -Falta de educação -Pobreza -Análise de vulnerabilidade e capacidade insuficientes -Má gestão e exercício impróprio do poder -Falta de planejamento e preparação para desastres 	<ul style="list-style-type: none"> -Capital social -Mecanismos e estratégias de enfrentamento -Lembrança de desastres passados -Correto exercício do poder -Probidade -Autoridade local -ONGs locais -Responsabilidade -Preparação para desastres
Ecológico	<ul style="list-style-type: none"> -Desmatamento -Poluição do solo, da água e do ar -Desaparecimento de obstáculos naturais às tempestades (manguezais, por exemplo) -Mudanças climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> -Bens ecológicos -Obstáculos naturais a tempestades (por exemplo, recifes de coral) -Processos naturais de recuperação ecológica (por exemplo, rebrota de florestas após incêndios) -Biodiversidade -Gestão responsável dos recursos naturais

Fonte: Charlotte e John (2007).

Como parte dos processos de avaliação de risco, Corteletti (2014) especificam que uma análise de risco deve envolver a desagregação ou decomposição do sistema

e fontes de risco em suas partes fundamentais, caracterizando que a análise de risco pode ser qualitativa e quantitativa:

(i) Análise qualitativa de riscos: análise que utiliza a forma textual, seja de natureza descritiva ou por meio de escalas numéricas, para descrever a magnitude das consequências potenciais e a probabilidade de que estas consequências ocorram;

(ii) Análise quantitativa de riscos: análise baseada em valores numéricos de vulnerabilidade, probabilidade e consequências, resultando em um valor numérico de risco.

3.3 DESASTRES NATURAIS

Os desastres naturais são definidos como sérios distúrbios no funcionamento de uma comunidade ou sociedade, ocasionando impactos econômicos, ambientais e perdas humanas, os quais excedem a capacidade da comunidade afetada de se recuperar com seus próprios recursos (ZAMBRANO et al., 2018).

Estes desastres são causados por eventos naturais adversos que ocorrem em uma sociedade, resultando em perdas e danos, pois essa sociedade é incapaz de lidar e gerenciar condições difíceis (PRIETO, 2018). As causas se encontram não apenas no processo físico, mas sobretudo na "incapacidade" das sociedades em lidar com eles, o que é uma questão de vulnerabilidade (VEYRET; REGHEZZA, 2005). Se o risco for expresso virtualmente, o chamado "desastre natural" concretiza-o pela expressão de um dano, resultado do impacto dos fenômenos naturais nas sociedades e seus territórios (LEONE; VINET, 2006, p. 8).

Para Freitas et al. (2012) os desastres chamados de naturais não são resultantes apenas de fenômenos da natureza. Para esses autores são os processos sociais não sustentáveis que causam relações inadequadas entre os ambientes natural e construído.

Estes eventos resultam da combinação de quatro fatores importantes para a Saúde Coletiva: 1) a ocorrência de uma ameaça natural; 2) uma população exposta; 3) as condições de vulnerabilidade social e ambiental desta população; 4) capacidades insuficientes para reduzir os potenciais riscos e os danos à saúde da população (MINERVINO; DUARTE, 2016).

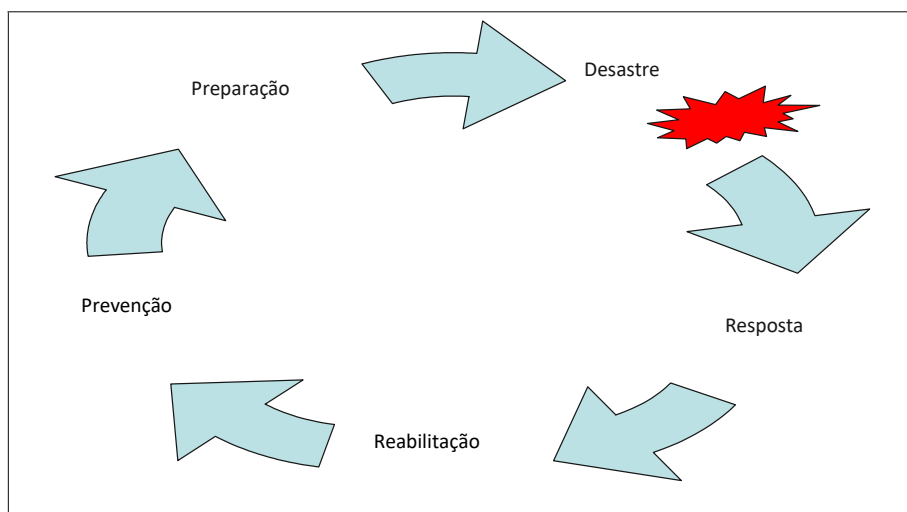
3.4 GESTÃO DE RISCOS

Para Espinal (2019) a gestão de riscos pode ser definida como um processo social de controle sobre os fatores de risco, as ameaças e as vulnerabilidades, surgindo assim a equação da gestão do risco:

Equação 3. Gestão do Risco = (ameaça x prevenção) (vulnerabilidade x mitigação)

O modelo comum de gestão de riscos é a abordagem (PPRR), composta pelas quatro fases seguintes: prevenção e preparação (fases a montante), resposta e reabilitação (fases de montante a jusante), como pode ser visto na figura 3. Essas fases também estão inter-relacionadas, e cada uma envolve diferentes tipos de habilidades (HAJJI, 2005). De um ponto de vista geral, a gestão de riscos contempla todos os meios (técnicos, financeiros, legais, informativos, etc.) implementados para prevenir e reduzir as consequências potenciais de desastres naturais (LEONE et al. 2010).

Figura 3 - Ciclo de gestão de risco



Fonte: adaptado de Hajji, 2005.

3.5 TERRITÓRIO

Risco na Geografia é hoje uma questão de espaço e território (VEYRET; REGHEZZA, 2005). No caso da gestão de riscos naturais, portanto, não se pode

prescindir do conhecimento do território. Este último tem alcançado importância crescente na geografia e, em particular, na geografia humana e política, ainda que este conceito seja utilizado por outras ciências humanas.

Para Veyret e Reghezza (2005, p. 6), território é: “um espaço no qual um ou mais poderes são exercidos, que é designado por seu nome, é definido por limites e está associado aos atores”. Ainda para elas, a geografia dá ao território um segundo sentido. Este é o espaço geográfico percebido e vivenciado pelas sociedades (VEYRET; REGHEZZA, 2005, p. 7). De acordo com Haesbaert (1995), o conceito de território nasce com duplo sentido, material e simbólico. No primeiro, apresenta como dominação com um sentido político-econômico. Já no segundo, o território tem característica de apropriação simbólico-cultural. Essa definição implica uma relação dialética entre território e sociedade. Neste caso, a gestão espacial visa organizar essas interações no tempo e no espaço.

Devido às interações entre ameaças naturais e sistemas antropogênicos, a dimensão territorial se destaca como uma porta de entrada privilegiada para a compreensão das questões políticas e sociais da gestão do território, no que se refere ao risco. Isso implica que o território é, portanto, um suporte e um produto das interações entre as pessoas e seu ambiente. Portanto, a evolução das relações homem/natureza também condiciona a produção de riscos por meio das representações mentais (LEONE et al., 2010). Por isso, segundo Dubois-Maury e Chaline (2002), qualquer estudo dos riscos naturais leva a evidenciar as principais diferenciações existentes, quanto à sua percepção e às respostas que se seguem, de acordo com o nível de desenvolvimento nacional.

Além dessas abordagens plurais do conceito de território, mas também fiel ao objetivo de conduzir a pesquisa em uma abordagem geoética, a ideia de território está ligada à noção de espaço em termos de área de risco (território de risco), em termos do grupo social que o ocupa e usa (sociedade de risco), e também em termos de representação ou percepção do risco (conhecimento e consciência do risco).

3.6 GEOÉTICA: CONCEITO FUNDAMENTAL

Além das origens do conceito de geoética, Peppoloni e Di Capua (2021a; PEPPOLONI; DI CAPUA, 2021b) propuseram sua estrutura, descrevendo suas

características fundamentais, os princípios e valores em que se baseia seu arcabouço teórico e as ações consequentes que moldam sua aplicação prática.

O conceito “Geoética” é a união do prefixo “geo” e a palavra “ética”. O prefixo “geo” refere-se a “Gaia”, que significa “Terra” em grego, embora seu antigo significado sumério seja "casa, morada". Assim, “Geo” se refere ao lugar onde os humanos habitam (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017). O termo "ética" foi definido por Aristóteles (384/383 BC - 322 BC) como a investigação e reflexão sobre o comportamento operacional do ser humano, em busca de critérios legítimos para avaliar comportamentos e escolhas, e identifica essa parte da filosofia ao lidar com o problema da tomada de decisão pelo agente humano (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2015; PEPPOLONI; DI CAPUA, 2018; DI CAPUA; PEPPOLONI, 2019).

Para Peppoloni e Di Capua (2017), a palavra “ética” na geoética tem um duplo sentido: primeiro, “ética” contém um sentimento de pertencimento à dimensão social da vida; segundo, está relacionada à esfera individual de cada pessoa. Nessas duas condições existenciais (social e individual), a raiz etimológica da palavra "ética" chama o ser humano a enfrentar suas responsabilidades. Esse conceito enfatiza que a geoética significa uma responsabilidade (social e individual) para com a Terra, uma ética para o planeta.

As ideias subjacentes aos fundamentos conceituais da geoética datam dos séculos XVIII e XIX, quando os impactos antropogênicos sobre a natureza começaram a ser reconhecidos e documentados. No início dos anos 90 do século XX, a palavra “Geoética” passou a ser utilizada para definir as implicações éticas e sociais das geociências (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2012; DI CAPUA; PEPPOLONI, 2019).

A Geoética nasceu de uma ideia concebida em abril de 2012 na União Europeia de Geociências e desenvolvida durante os 34º e 35º Congressos Internacionais de Geologia (ABBOTT, 2020). Forjado no modelo da "bioética", o termo "geoética" é usado há mais de quinze anos por diversos especialistas em Ciências da Terra para expressar seu desejo de refletir sobre boas práticas profissionais no contexto de abordagens prescritivas de uso dos conhecimentos científicos (VARET, 2008; BOBROWSKY, 2017; BRENNETOT, 2020). Portanto, a ideia da geoética está agora experimentando um ressurgimento do interesse pelas geociências com autores como Di Capua e Peppoloni.

Mas esse conceito, longe de abranger um significado unificado e estático, é objeto de uma ampla variedade de interpretações. Está ligado a “valores éticos para

melhor servir o bem público” e para fazer “a interface das geociências e da sociedade” (DI CAPUA; PEPPOLONI, 2014). Tendo essa dimensão ética em mente, a Geoética está particularmente preocupada com a forma como os humanos se relacionam com a geosfera (VASCONCELLOS et al., 2016).

Pode-se dizer que no campo das Geociências, a geoética consiste na pesquisa e reflexão sobre os valores que sustentam práticas e comportamentos adequados, sempre que as atividades humanas interajam com o sistema terrestre (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2015; BOBROWSKY et al., 2017; PEPPOLONI et al., 2019; DI CAPUA; PEPPOLONI, 2019). De acordo com os autores, a geoética trata das implicações éticas, sociais e culturais do conhecimento, educação, pesquisa, prática e comunicação em geociências, e do papel social e responsabilidade dos geocientistas na condução de suas atividades (DI CAPUA; PEPPOLONI, 2014). Além disso, a geoética é considerada como um ponto de interseção entre as Geociências, Sociologia, Filosofia e Economia (PEPPOLONI, 2016). Segundo Di Capua e Peppoloni (2019), a geoética incentiva os geocientistas e a sociedade em geral a se conscientizarem plenamente do papel da humanidade como uma força geológica ativa no planeta e da responsabilidade ética que isso implica.

Para Peppoloni e Di Capua (2015), torna-se óbvio que os geocientistas, enquanto estudiosos e especialistas nas questões que afetam o planeta Terra, podem desempenhar um papel fundamental na sociedade, graças às suas competências específicas e únicas, na abordagem de temas ambientais locais e globais, ajudando a encontrar soluções ideais.

Neste contexto, a geoética representa uma oportunidade para os geocientistas considerarem a sua atividade num sentido ético e também como uma ferramenta de sensibilização da sociedade para os problemas relacionados com os georrecursos, o geoambiente e os georriscos (Di CAPUA; PEPPOLONI, 2014).

Nesse sentido, a página na internet da Associação Internacional para a Promoção da Geoética (IAPG, 2017) destaca as seguintes dimensões da Geoética:

... fornece uma referência e diretrizes de comportamento para enfrentar problemas concretos da vida humana, tentando encontrar soluções socioeconômicas compatíveis com o respeito ao meio ambiente e a proteção da natureza e da Terra.

... reflete o papel social desempenhado pelos Geocientistas e suas responsabilidades, destacando as repercussões éticas, culturais e econômicas que suas escolhas comportamentais podem ter na sociedade.

... estimula a análise crítica do uso e gestão dos georrecursos.

... trata dos problemas relacionados à gestão de riscos e à mitigação de riscos geológicos.

... promove a divulgação adequada e correta dos resultados dos estudos científicos e demais informações sobre os riscos.

... visa melhorar as relações entre a comunidade científica, os meios de comunicação de massa e o público.

... promove o desenvolvimento dos geoparques e do geoturismo, a fim de criar consciência social sobre o valor o patrimônio geológico e a geodiversidade.

... destaca o valor e a utilidade do patrimônio geológico e conhecimento geofísico na vida cotidiana, promovendo disciplinas como geomedicina e geociências forenses.

... visa organizar ferramentas de ensino eficazes para desenvolver consciência, valores e responsabilidade, especialmente entre os jovens.

Para Bret (2017), uma abordagem geoética dos territórios, portanto, parece apropriada. Ela vê o território pelo que ele é, um produto social, e se permite qualificar sua organização em termos de valores éticos. A explicação de Bret (2017) significa que esse conceito se encaixa na abordagem geográfica em termos de organização socioespacial. Para isso, a abordagem geoética da geografia busca evidenciar a reflexividade dos atores, seus saberes, os valores que os motivam, bem como os meios discursivos que utilizam para justificar suas posturas e tentar chegar a acordos (BRENNETOT, 2011).

No que diz respeito às características fundamentais da geoética, é: a) centrada no agente humano, b) moldada como ética da virtude, c) baseada no conhecimento geocientífico, d) com abordagens dependentes do contexto espaço-temporal (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2021b). Segundo Peppoloni e Di Capua (2021a), o agente humano é o quantum dos comportamentos sociais, adere conscientemente a um quadro de valores de referência individual e interpessoal (honestidade, integridade, justiça, confiabilidade, transparência, escuta, compartilhamento e confiança), e se comporta de acordo com as virtudes da consistência, coerência, prudência, sabedoria, do diálogo e o bom senso. Di Capua e Peppoloni (2019) explicam que a geoética é uma ética da virtude, colocando em primeiro plano a ação individual e responsável baseada na adoção de valores de referência sociais e profissionais. Seu desenvolvimento e aplicação são conduzidos por cientistas em benefício da

sociedade, em um processo de revisão pragmático, aberto e contínuo. A geoética é baseada nos conhecimentos dos geocientistas para garantir uma abordagem informada e consciente das questões relacionadas com a interação entre o homem e o Sistema Terra. A geoética depende do contexto no espaço e no tempo e escolhas eticamente corretas podem diferir para dilemas éticos semelhantes: a geoética é moldada e informada por uma forte consciência de tecnicismos, limites ambientais, econômicos, culturais e políticos existentes em diferentes contextos socioecológicos.

Essa estrutura da geoética é baseada em três princípios fundamentais e indiscutíveis: dignidade, liberdade e responsabilidade. Os princípios fundamentais em que se baseia a construção dos valores da geoética são ladeados por três princípios ambiciosos: consciência, justiça e respeito. Sua implementação é o objetivo da ação geoética que cria sistemas socioecológicos geoéticos (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2021b).

Sempre no que diz respeito aos princípios geoéticos, a dignidade se expressa e se concretiza pelo reconhecimento de um valor e pela atribuição de um valor ao agente e ao que é considerado objeto de suas ações. A liberdade é o requisito fundamental, a condição necessária para poder escolher e, portanto, agir eticamente. A responsabilidade é o critério ético que norteia a ação do agente humano, que aceita incondicionalmente seu papel holístico dentro do Sistema Terra e leva em conta as possíveis consequências, mesmo negativas, de suas ações (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2021b). Para Di Capua et al. (2016 apud GUIMARÃES, 2017), este conceito apresenta os princípios que devem nortear o trabalho dos profissionais de geociências, levando em consideração suas responsabilidades éticas e sociais decorrentes de suas atividades e seus conhecimentos sobre o funcionamento do sistema terrestre.

Nesta ordem de ideias, segundo Di Capua e Peppoloni (2019), o conceito de responsabilidade é um pivô central da geoética: o agente humano está no centro de um quadro ético de referência em que coexistem valores individuais, interpessoais/profissionais, sociais e ambientais, sustentando suas responsabilidades nesses quatro níveis (denominados "os quatro domínios").

Responsabilidade (individual e social), que pode ser referida a quatro níveis diferentes de análise (BOBROWSKY, 2017; PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017):

- *nós, como geocientistas, devemos a nós mesmos conduzir nosso trabalho com o melhor de nossas habilidades (isso implica na importância da consciência individual de cada cientista);*
- *para com os nossos colegas, com os quais devemos trabalhar de forma cooperativa, respeitosa e honesta, com o objetivo comum de encontrar soluções para os problemas das geociências no quadro de uma abordagem multidisciplinar;*
- *para com a sociedade que temos, por meio de nosso conhecimento, o dever de servir para viabilizar seu desenvolvimento, minimizando ao máximo o impacto ambiental e respeitando a dinâmica natural;*
- *para com o sistema terrestre, como nosso lar insubstituível, que devemos preservar e confiar às gerações futuras.*

A Declaração da Cidade do Cabo contém dez valores fundamentais, propostos à sociedade como referências sobre as quais embasar o comportamento geotécnico (DI CAPUA et al., 2016):

1. Honestidade, integridade, transparência e confiabilidade do geocientista, incluindo a estrita adesão aos métodos científicos.
2. Competência, incluindo treinamento regular e aprendizagem ao longo da vida.
3. Compartilhamento de conhecimento em todos os níveis como uma atividade valiosa, o que implica comunicar ciência e resultados, levando em consideração as limitações intrínsecas como probabilidades e incertezas.
4. Verificação das fontes de informação e dados, e aplicação de processos de revisão por pares objetivos e imparciais em publicações técnicas e científicas.
5. Realização de trabalho num espírito de cooperação e reciprocidade, que envolve compreensão e respeito de diferentes ideias e hipóteses.
6. Respeito aos processos e fenômenos naturais, sempre que possível, ao planejar e implementar intervenções no meio ambiente.
7. A proteção da geodiversidade como dimensão essencial do desenvolvimento da vida e da biodiversidade, da diversidade cultural e social, e do desenvolvimento sustentável das comunidades.
8. O fortalecimento do patrimônio geológico, o que reúne fatores científicos e culturais que têm intrínsecos valores social e econômico, para fortalecer o sentido de pertencimento das pessoas ao seu ambiente.

9. O fortalecimento da sustentabilidade econômica e social de atividades, a fim de garantir às gerações futuras fornecimento de energia sustentável e outros recursos naturais.

10. A promoção da educação e da conscientização sobre geociências para tudo, para promover o desenvolvimento econômico sustentável, prevenção e mitigação de risco geográfico, ambiental, proteção e maior resiliência social e bem-estar.

Podemos reduzir todos os valores da geoética em três grandes grupos nas Geociências, segundo Peppoloni e Di Capua (2017, p. 4-5):

- Valores éticos: eles dizem respeito tanto à esfera individual quanto social dos geocientistas. A Declaração de Cingapura sobre Integridade em Pesquisa (2010), o juramento semelhante a Hipócrates publicado na forma de uma “Promessa Geoética” e códigos deontológicos de ética/conduita de associações e sociedades científicas e profissionais (IAPG³, 2017) incluem, de formas diferentes e parcialmente complementares, diversos valores éticos a serem seguidos, como honestidade, integridade, consciência, precisão, cooperação, inclusão, cortesia e justiça.
- Valores sociais: as geociências são essenciais para ajudar a sociedade a enfrentar grandes desafios, como as mudanças climáticas, a busca de matérias-primas e novas fontes de energia e a melhor gestão das atuais, a necessidade de uma abordagem sustentável do meio ambiente, a defesa contra georriscos e desenvolvimento de uma sociedade do conhecimento. Sustentabilidade, prevenção e educação são valores sociais sobre os quais se deve basear uma nova visão para os próximos anos.
- Valores culturais: as geociências também possuem grande valor cultural, capazes de influenciar as formas atuais e futuras de pensar a Terra. A geoética valoriza valores culturais como geodiversidade, paisagem geológica e geopatrimônio para fortalecer a relação entre as comunidades e as terras que habitam, e transforma esses valores em recursos econômicos, como em geoparques e no geoturismo, que não representam apenas a síntese desses valores, mas também uma oportunidade para o desenvolvimento de um território.

A adoção da geoética é essencial: para melhorar a qualidade do trabalho profissional e a credibilidade dos geocientistas, fomentar a excelência em geociências, garantir benefícios duradouros para as comunidades, bem como para proteger ambientes locais e globais; tudo com o objetivo de criar e manter as condições para o desenvolvimento saudável e próspero das gerações futuras (DI CAPUA et al., 2017).

Como guardiões e desenvolvedores do conhecimento geocientífico e dada sua sensibilidade especial aos sistemas naturais, os geocientistas devem assumir a

³ IAPG: International Association for Promoting Geoethics

responsabilidade de promover uma nova maneira de pensar sobre a vida humana em relação aos sistemas terrestres (BOBROWSKY et al., 2017).

Depois de todas as análises, a fundação da geoética ou pensamento da geoética remonta principalmente aos três elementos principais: (i) a importância da cultura geológica como parte essencial da formação do geocientista; (ii) a noção de responsabilidade (tanto individual como social); e (iii) a definição de um critério ético (DEMIGUEL et al, 2021).

A extensão das fundações da geoética pode ser feita em duas etapas para descrever quais “comportamentos e práticas apropriados, onde as atividades humanas interagem com o Sistema Terra” (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017; MARONE; BOHLE, 2020), o que traz duas implicações.

Em primeiro lugar, as condições para agir adequadamente podem ser vinculadas à escala de adequação moral de Kohlberg, na qual o comportamento humano apresenta diferentes respostas éticas com qualidade crescente, segundo três níveis, divididos em duas etapas cada (Quadro 3). No nível pré-convencional, o ser humano age por medo de punição ou por conveniência egoísta. No nível convencional, o humano se comporta de acordo com as opiniões da maioria dos indivíduos que formam um rebanho, ou simplesmente porque são educados a seguir as leis sem questioná-las ou às autoridades. No nível pós-convencional, as pessoas se conscientizam de seu consenso para seguir um contrato social, que equilibra aspirações individuais com aspirações comuns, e a interação das pessoas é para o bem comum maior (MARONE; BOHLE, 2020). Para alcançar um alto padrão ético, foi proposto que todos os indivíduos devem construir seu próprio conjunto de valores éticos, visando o mais alto nível nas etapas de Kohlberg de desenvolvimento moral (MARONE; PEPPOLONI, 2017).

Quadro 3 - Etapas de adequação moral de Kohlberg (adaptados)

Nível	Etapas	Motorista social
Pré-convencional (ações são julgadas por suas consequências diretas)	1	Obediência e punição (egoísmo cego)
	2	Orientação egoísta. Individualismo, (egoísmo instrumental)

Convencional (ações são julgadas comparando-as com as opiniões e expectativas da sociedade)	3	Acordo interpessoal e conformidade. Aprovação de outros (relações sociais)
	4	Lei e ordem. Conformidade cega (sistemas sociais)
Pós-convencional (prioridade do indivíduo sobre os princípios da sociedade; inclusão de direitos humanos fundamentais, como a vida, a liberdade e a justiça)	5	Orientação do contrato social. Acordo sobre regras comuns
	6	Princípios éticos universais. Princípios de autoconsciência e respeito mútuo

Fonte: Bohle et al., 2019.

Em segundo lugar, as condições para agir adequadamente podem estar vinculadas à ética da responsabilidade de Jonas (MARONE; BOHLE, 2020). Pois, a geoética usa marcos normativos de nível intermediário, como apelos para agir com responsabilidade (BOHLE; MARONE, 2021). Portanto, a geoética implica um modo de agir consciente e racional, cientificamente construído, respeitoso para com o próprio indivíduo e o próximo, a sociedade e o sistema terrestre. Uma decisão ética só pode vir de uma escolha responsável, feita livremente (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017).

Ao considerar as partes interessadas ou atores institucionais, a geoética trata de práticas de governança que implementam compromissos como ser centrado no agente, orientado pela ética da virtude e a responsabilidade, baseado no conhecimento, todos os agentes inclusivos e baseados em direitos universais (BOHLE et al., 2020). Isso dá uma lógica que combina as abordagens de Kohlberg e Jonas com a abordagem geoética (MARONE; BOHLE, 2020). Portanto, uma abordagem que deveria, para ser eficaz, mobilizar todos os componentes da sociedade, não apenas as dimensões físicas que cientistas, engenheiros, políticos e economistas trazem, mas também as dimensões espirituais que artistas, entre outros, devem oferecer, assim como também teólogos e filósofos (VARET, 2008). De fato, os conceitos-chave como geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo são importantes neste trabalho, no sentido de desenvolvimento do pensamento geoético, ou seja, na

proposição desses conceitos como valores socioculturais a serem promovidos na sociedade para manter a relação entre o homem e a natureza.

3.7 GEODIVERSIDADE

O termo "geodiversidade" é relativamente recente e começou a ser usado por geocientistas na década de 1990 para descrever a variedade do ambiente abiótico (GRAY, 2004; NASCIMENTO et al., 2008). De acordo com Gray (2004 apud BRILHA, 2005), o termo surgiu por ocasião da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido (BRILHA, 2005).

Para iniciar a compreensão do termo geodiversidade, têm-se as palavras de Brilha (2005), em que:

“a geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte da vida na Terra” (BRILHA, 2005, p.17).

Para continuar, segundo Gray (2013) o termo geodiversidade corresponde:

“a variedade natural de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológico (relevo, topografia, processos físicos), solo e características hidrológicas.”

Seguindo com a discussão sobre o conceito de geodiversidade, Sharples (2002, p. 6) a definiu como “a diversidade de características, assembleias, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas da paisagem) e do solo”. Para Stanley (2000 apud NASCIMENTO et al., 2008, p. 10) a geodiversidade é “a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

Para Silva (2008),

A geodiversidade é o estudo da natureza abiótica constituída por uma variedade de ambientes geológicos, composições, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (SILVA, 2008, p. 12).

A primeira e a última definição parecem dar conta de forma abrangente e satisfatória do que é a geodiversidade e apresenta uma estreita relação com a biodiversidade. Neste sentido, de acordo com Liccardo et al. (2008), a geodiversidade apresentam um paralelo com a biodiversidade, pois enquanto esta é composta por todas as espécies e seres vivos do planeta e é consequência da evolução biológica ao longo do tempo, a geodiversidade é formada por todo o arcabouço terrestre que sustenta a vida.

Portanto, a geodiversidade possui uma importância equivalente a da biodiversidade, apesar de existir uma prioridade nas ações de conservação da natureza biótica em detrimento dos elementos abióticos (NASCIMENTO et al., 2008). No entanto, a conexão da sociedade com seu meio ambiente é uma necessidade fundamental para a valorização dos registros geológicos. De acordo com Mochiutti, Guimarães e Melo (2011), o ato de atribuir determinado valor a alguma coisa não se refere somente à questão monetária, valor de troca ou estimativo. Existem diversos tipos de valores que podem ser quantificados sob outras óticas além da econômica, apesar de este também ser um valor relevante.

Gray (2004), foi um dos primeiros autores a propor os valores atribuídos à geodiversidade, sendo eles o intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo. Anteriormente, foi só o valor o intrínseco, ecológico e humano (SHARPLES, 2002) e posteriormente, Gray (2013) incluiu o papel ecossistêmico da geodiversidade, na forma de diferentes serviços, compreendendo benefícios que a sociedade obtém da natureza e que precisam ser geridos de maneira correta para que continuem disponíveis às gerações futuras.

Nesse assunto de valores da geodiversidade, Brilha (2005) elenca algumas das principais ameaças à geodiversidade, sendo elas: exploração dos recursos geológicos; desenvolvimento de obras e estruturas; gestão das bacias hidrográficas; florestamento, desflorestação e agricultura; atividades militares; atividades recreativas e turísticas; coleta de amostras geológicas para fins não científicos e desconhecimento do assunto.

3.8 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO

O que é patrimônio geológico (ou geopatrimônio)? O seu conceito está estreitamente relacionado à geodiversidade, contudo este não deve ser encarado

como um mero sinônimo, sendo definido por Brilha (2005) como o conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa determinada área ou região. Para Brilha (2005) e Moreira, Mansur e Nascimento (2015), o patrimônio geológico como sendo uma parcela da geodiversidade, apresenta um tipo de valor e, por conseguinte, merece/necessita ser conservado. Essa parcela a que eles se referem representa o conjunto de geossítios. Para Brilha (2005), geossítios:

Constituem os locais delimitados geograficamente, nos quais há ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade com valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro (BRILHA, 2005, p. 52).

Assim, chega-se à origem do termo "geoconservação" para combater as perdas do patrimônio geológico.

Para Sharples (2002), a geoconservação é a estratégia para conservar a geodiversidade e o patrimônio geológico. Já para Brilha (2016) a geoconservação está diretamente ligada à geodiversidade, que desempenha um papel importante nesse processo, pois permite a proteção do patrimônio geológico por meio de ações como monitoramento, ensino e divulgação das geociências.

Para Brilha (2005) a geoconservação, em sentido amplo, tem como objetivo a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos. Em sentido restrito, entende apenas a conservação de certos elementos da geodiversidade que evidenciem um tipo qualquer de valor superlativo, isto é, cujo valor se sobrepõe à média.

Neste contexto, segundo Sharples, os principais objetivos da geoconservação consistem em:

a geoconservação visa à preservação da diversidade natural (ou geodiversidade) de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos. (SHARPLES 1995; 2002, p. 2).

Brilha (2005) propõe uma estratégia de geoconservação estruturada em seis etapas: a inventariação, quantificação, enquadramento legal, conservação, valorização e divulgação e por fim o monitoramento do patrimônio geológico. Assim, idealmente, essas atividades devem ser desenvolvidas por equipes incluindo, conforme o caso, geólogos, geógrafos, geomorfólogos, arqueólogos, paleontólogos,

espeleólogos, ecólogos, turismólogos, historiadores, museólogos, especialistas em gestão de patrimônio, arquitetos, engenheiros, educadores, especialistas em divulgação científica, especialistas em artes visuais, etc. (MOREIRA; MANSUR; NASCIMENTO, 2015).

Ao final, a geoconservação tem como pilares a educação, a conservação da natureza e o ordenamento do território, e suas implicações são o geoturismo, a ciência, a educação e o desenvolvimento sustentável (BRILHA, 2005; GUIMARÃES, MELO; MOCHIUTTI, 2009). Assim, dependendo do nível de vulnerabilidade dos elementos da geodiversidade, serão atribuídas uma ou mais estratégias adequadas para se alcançar a geoconservação.

3.9 GEOTURISMO

Segundo Brilha (2005), uma das formas de promover ações de geoconservação é o geoturismo, uma atividade que se baseia na geodiversidade. No entanto, nem todas as definições de geoturismo estão inequivocamente ligadas à geodiversidade (BRILHA, 2015).

Segundo Pierkarz (2011), o geoturismo, antes de mais nada, fundamenta-se sobre três conceitos que se complementam e interagem: geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação. O geoturismo é um tipo de turismo que mantém ou reforça as principais características do local a ser visitado, concretamente o seu ambiente, cultura, estética, patrimônio, sem esquecer o bem-estar dos seus residentes (BRILHA, 2005).

O geoturismo é um segmento recente do turismo em áreas naturais que se fundamenta na vertente geológica como fonte de lazer e conhecimento (RUCHKYS, 2007, apud MOCHIUTTI; GUIMARÃES; MELO, 2011). Nesta mesma linha, Moreira (2014) aponta que o geoturismo é um segmento que vem crescendo a cada ano, desta forma se fortalecendo em termos de turismo em áreas naturais.

Há diversas definições para geoturismo, com três aspectos comuns à maioria delas (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO-NETO, 2008; GUIMARÃES; MELO; MOCHIUTTI, 2009): trata-se de um segmento do turismo (envolve prestação de serviços especializados e o provimento de meios interpretativos); está focado em elementos da geodiversidade; e deve proporcionar benefícios às comunidades locais, buscando um desenvolvimento em bases sustentáveis. Para os profissionais das

Ciências da Terra reside a responsabilidade de fornecer subsídios para que a interação turista/geodiversidade seja educativa, ultrapassando o nível da contemplação. O visitante deve receber informações cientificamente corretas e em linguagem compreensível, descrevendo e explicando feições peculiares da geodiversidade.

Para alguns autores, o geoturismo é

a provisão de facilidades interpretativas e serviços para promover o valor e os benefícios sociais de lugares e materiais geológicos e geomorfológicos e assegurar sua conservação, para uso de estudantes, turistas e outras pessoas com interesse recreativo ou de lazer (HOSE, 1995 apud NASCIMENTO et al., 2008. p.40)

Na verdade, a interpretação ambiental é essencial no geoturismo. Para Liccardo et al. (2008, p.20) “o geoturismo propõe ao visitante um aprofundamento sobre as origens deste ambiente e a informação geológica como um dos fundamentos para o conhecimento ambiental.” Para estes pesquisadores, a ideia do geoturismo seria agregar o conhecimento científico ao patrimônio natural de forma agradável e compreensível, valorizando-o e permitindo uma visita turística sustentável.

Ruchkys e Machado (2013) definiram geoturismo como:

um segmento do turismo que tem o patrimônio geológico como seu principal atrativo e busca sua proteção por meio da sensibilização do turista, utilizando para isto a interpretação para torná-lo acessível ao público leigo, além de promover sua divulgação e o desenvolvimento das Ciências da Terra.

Ainda segundo Ruchkys e Machado (2013), o geoturismo oferece uma oportunidade de aproximar a geologia do público, além de ser um novo produto turístico dirigido a pessoas motivadas pela sede de conhecimento intelectual e por atividades de exploração, descoberta e imaginação. A necessidade de fornecer conhecimento faz com que a interpretação, meio eficaz de informar em linguagem acessível, tenha um papel preponderante no aumento do interesse pela geologia e geoconservação, além de promover sua divulgação.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo, apresenta-se uma visão geral sobre aspectos físicos da área de estudo.

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

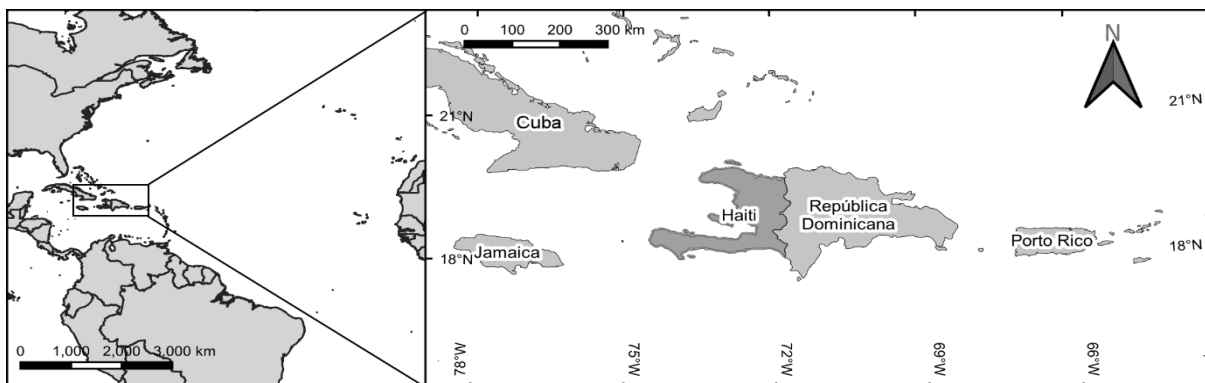
4.1.1 Localização Geográfica do Haiti

A ilha do Haiti (Ayiti, em crioulo), nome de origem ameríndia, significaria "terra das altas montanhas" ou "a montanha no mar" (BRGM; CIAT, 2015), ainda chamada de Quisqueya ou Bohio (GEO-HAÏTI, 2010), Espanhola ou Hispaniola pelos espanhóis, depois Santo Domingo pelos franceses (BRGM; CIAT, 2015).

A ilha de Hispaniola está localizada no norte do Mar do Caribe, junto com Cuba, Jamaica e Porto Rico, pertencendo ao arquipélago das Grandes Antilhas, o qual abrange mais de 90% da superfície de todas as ilhas do Caribe (BRGM; CIAT, 2015). É a segunda maior da região, após Cuba (GEO-HAÏTI, 2010) e se situa a sudeste deste país, com a República do Haiti ocupando a parte ocidental da ilha e a República Dominicana a parte oriental (Figura 4) (JOSEPH et al., 2016), a primeira com uma área de 27.750 km² (BRGM; CIAT, 2015) e a segunda de 48.577 km² (BUTTERLIN, 1960). A República do Haiti é cercada em três de seus lados pelo mar, sendo banhada, ao norte, pelo Oceano Atlântico, ao sul pelo Mar das Antilhas (ou Caribe), a oeste pela terminação leste da fossa de Bartlett⁴, constituindo o Golfo de Gonâve (BUTTERLIN, 1960) e a leste pela República Dominicana, com cerca de 386 km de fronteira (IHSI, 2015).

⁴ Neste lugar onde fica a passagem do Vento, 90 km de largura aproximadamente e uma profundidade de cerca de 4.000 m separa o Haiti da ilha de Cuba. O Canal da Jamaica que se estende entre a Península meridional do Haiti e Jamalque tem uma largura de 187 km e uma profundidade máxima de 3.156 m (BUTTERLIN, 1960).

Figura 4 - Mapa da localização do Haiti no Caribe



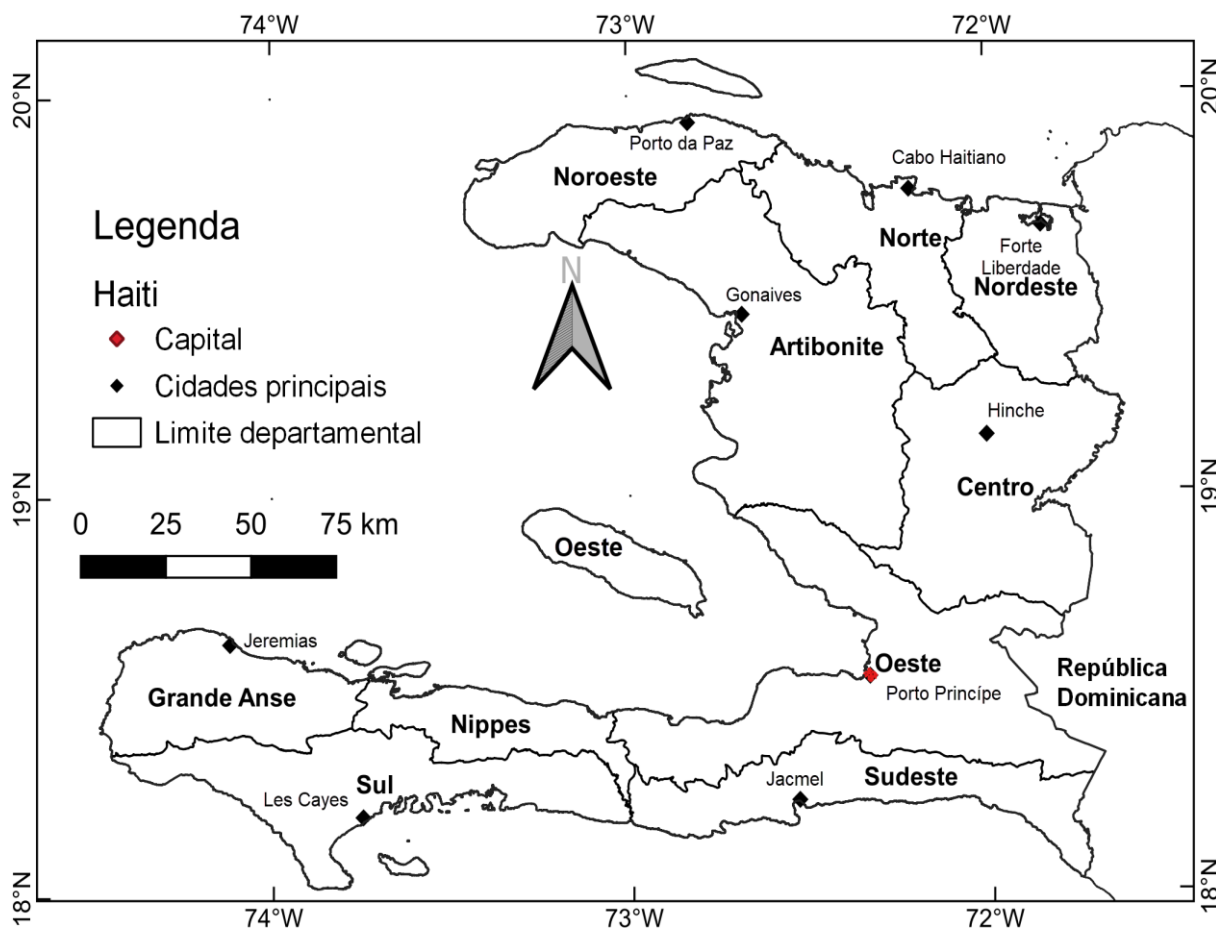
Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

A área de estudo (Haiti) fica no Hemisfério Norte, entre $18^{\circ}02'$ e $20^{\circ}06'$ de latitude Norte e entre $71^{\circ}40'$ e $74^{\circ}39'$ de longitude Oeste (Figura 4) (GEO-HAÏTI, 2010). O recorte espacial desta pesquisa possui aproximadamente 230 km de norte a sul em seu maior comprimento e 290 km de leste para oeste (BUTTERLIN, 1960).

Devido à sua forma em “ferradura”, o Haiti possui um extenso litoral, totalizando 1.771 km quando se somam todas as suas ilhas. Além das muitas ilhotas ao longo desta costa, o Haiti tem quatro ilhas principais, por ordem decrescente de dimensão: a ilha de Gonâve fica no Oeste, a ilha de Tartaruga fica a noroeste, a ilha da Grande Cayemite fica no Grande Anse e a ilha a Vache fica no sul do país (BRGM; CIAT, 2015) com plataforma continental de apenas 5.000 km² (MATHIEU et al., 2002).

Do ponto de vista administrativo, o país está dividido em dez departamentos não autônomos, ou seja, são geridos por um poder central. Porto Príncipe, a capital, é de longe a maior cidade do país, com cerca de 2 milhões de habitantes, ou aproximadamente um quarto da população do país. As outras aglomerações urbanas são o Cabo-Haitiano no norte, Les Cayes no sul, Jacmel no sudeste e Gonaïves no departamento de Artibonite (Figura 5), além de Porto da Paz e Forte Liberdade (GEO-HAÏTI, 2010). Cada um dos departamentos é subdividido em distritos, depois em comunas e seções comunais (a Constituição de 1987 introduziu o conceito de seção comunal em vez de seção rural). No total são 42 distritos, 145 municípios, 570 seções municipais (BRGM; CIAT, 2015).

Figura 5 - Mapa da divisão territorial do Haiti.



Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

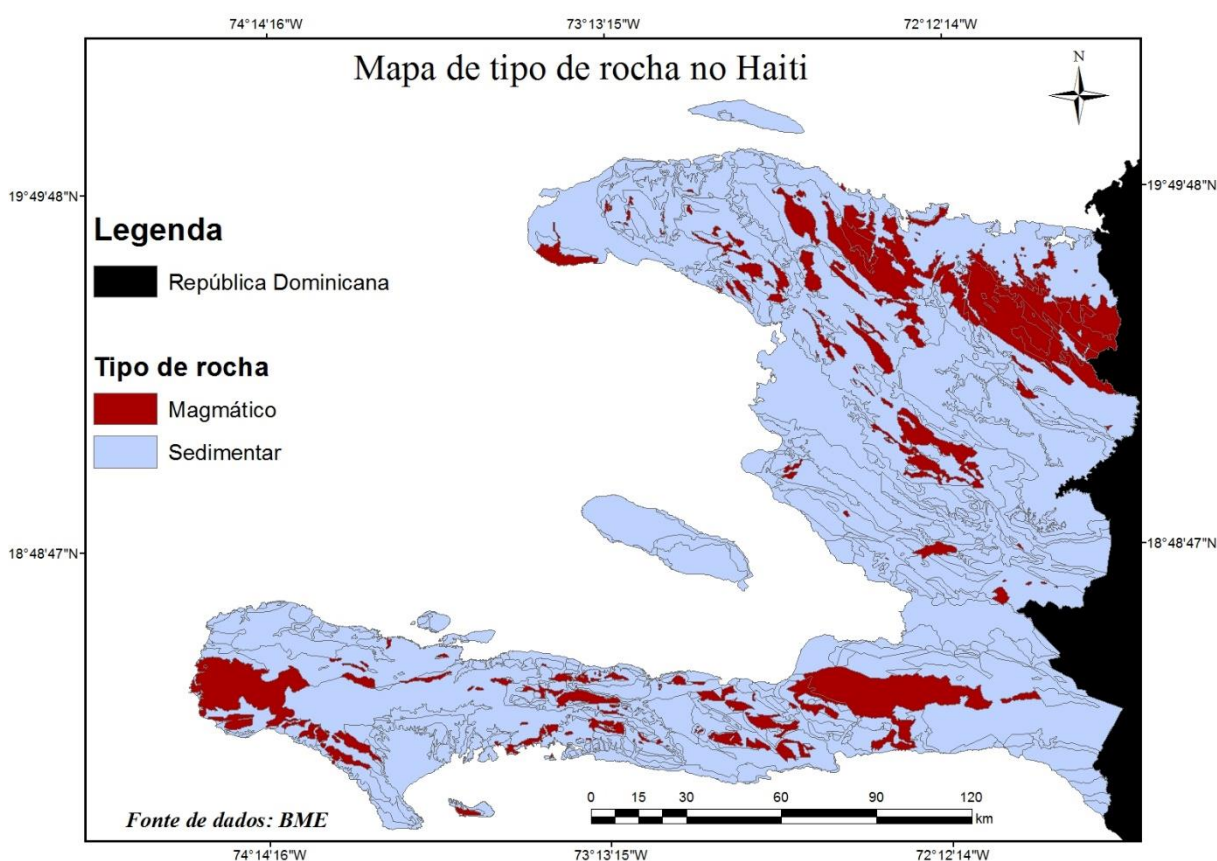
4.1.2 Geologia

Apesar da história geológica e geodinâmica do Haiti ser complexa, dois domínios distintos podem ser identificados. O Haiti faz parte do arco de ilhas vulcânicas do Cretáceo, constituído na fronteira do domínio do Pacífico (CORBEAU et al., 2019), denominado arco das Grandes Antilhas. Iniciado por uma subducção de mergulho para leste na América Central (CORBEAU et al., 2019), atualmente consiste em uma parte das ilhas de Cuba, Hispaniola e Porto Rico (CORBEAU et al., 2019). Este arco insular constitui dois terços da Ilha Hispaniola e é constituído principalmente por representantes magmáticos do arco (CORBEAU et al., 2019). A parte sul do Haiti foi interpretada como parte da Grande Província Ígnea Caribenha (LIP em inglês), formada durante o Cretáceo na Placa Farallon do Pacífico, sobre o ponto quente de Galápagos (CORBEAU et al., 2017). Portanto, de acordo com Gilles et al. (2020), a evolução geológica é muito dependente de sua posição geotectônica, em particular

da convergência oblíqua da Placa Norte-Americana em relação a do Caribe. Essa convergência, que começou no Eoceno, ainda está ativa. Isso resulta em inúmeros terremotos cujos epicentros marcam os traços dos principais deslocamentos.

A República do Haiti possui uma grande diversidade de rochas em seu território, com rochas ígneas e sedimentares de idades que variam entre 140 milhões de anos até os dias atuais (BME, 1993). O seu embasamento é predominantemente sedimentar (Figura 6).

Figura 6 - Mapa de tipo de rocha no Haiti



Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

No que diz respeito aos aspectos litológicos simplificados, segundo BME (1993), a geologia do Haiti é constituída por grandes domínios que compõem o país (Norte e Sul), do Cretáceo Inferior ao Quaternário (Figura 7), pelos seguintes materiais:

- Rochas sedimentares (e produtos metamórficos)

1- Cretáceo

- consiste em depósitos principalmente terrígenos (ardósias, xistos, biomicritos vermelhos e turbiditos) da Formação dos Três Rios

- calcários de plataforma do Monte do Cabo

- calcários, argilitos vermelhos ou radiolaritos verdes e vermelhos da Península meridional (Formação Macaya)

- calcários e xistos subordinados dos Maciços de Terra Nova (Formação Miguinda)

2- Cretáceo + Paleógeno

- consiste em turbiditos, calcários argilosos e pelitos (Formações Marigot, Rio Gelo, Béloc, etc.).

3- Paleógeno + Neógeno

- consiste em sedimentos detríticos de textura grossa (cascalho, areia) do Planalto Central (Formação Hinche), sedimentos costeiros finos que gradam a grossos (fácies regressivas) da Península Meridional

- arenitos e conglomerados encimados por lamitos mais ou menos finos nos quais se inserem os níveis de linhito da Formação Las Cahobas e Maïssade (Planalto Central)

- margas azul-acinzentadas da Formação Thomonde (Planalto Central) e da Bacia de Gros Morne

- argilas areníticas com intercalações de calcários e margas da Formações La Crête (Península Noroeste)

- calcários recifais, pertencentes a uma série do tipo *flysch* de margas e arenito, alternando marga-calcário e calcários finos com raros leitos margosos da Formação Madame Joie (Planalto Central)

- calcários com leitos argilosos encimados por margas areníticas da Formação Arc (Planalto Central)

- calcários maciços de ambientes rasos da baía de Chouchou (perto de Borgne), argilitos calcários e arenitos finos da bacia de Gros Morne, calcários cársticos da bacia de Zim na borda norte do Planalto Central, calcários maciços da cadeia de Matheux e calcários com bancos de espessura decimétrica ou superior, da Península do Sul (Formação de Jérémie)

- calcários maciços e conglomerados da Formação Plaisance (Maciço do Norte)

- arenitos, lamitos, calcários argilosos e calcários da Formação Abuillot (Terra Nova e a cadeia de Matheux).

4- Quaternário

- depósitos aluviais, cones de detritos fluviais: terrenos recentes do tipo aluvial ocupam as principais planícies de Cul-de-Sac, Léogane, Arcahaie, Artibonite, Les Cayes, Aquin, bem como uma parte substancial do Planalto Central

- calcários recifais, terraços de abrasão marinha: são particularmente bem expressos na península do Noroeste. A presença destes terraços recifais deve-se a um rápido soerguimento da Ilha Hispaniola no Quaternário.

- Rochas magmáticas (e produtos metamórficos)

1- Cretáceo

- andesitos, dacitos, riolitos, riodacitos, intrusões graníticas, microgranitos do Maciço do Norte e séries vulcano-sedimentares espessas

- tonalitos, quartzodioritos e granodioritos do Maciço do Norte, Maciço Terra Nova e a Península do Noroeste

- basaltos toleíticos e rochas sedimentares associadas da Formação Dumisseau em afloramentos no Maciço da Hotte que provavelmente constituem o embasamento da Península do Sul

- anfibolitos e rochas ultrabásicas, estas últimas identificadas no Maciço do Norte

- gabros e piroxenitos uralizados em Monte Beckly perto de Limonade, clinopiroxenitos em montanha Cabrit perto de Trou du Nord e peridotitos (wehrlitos, harzburgitos e dunitos) em Monte do Ouro (Grand Bassin).

2- Paleógeno + Neógeno

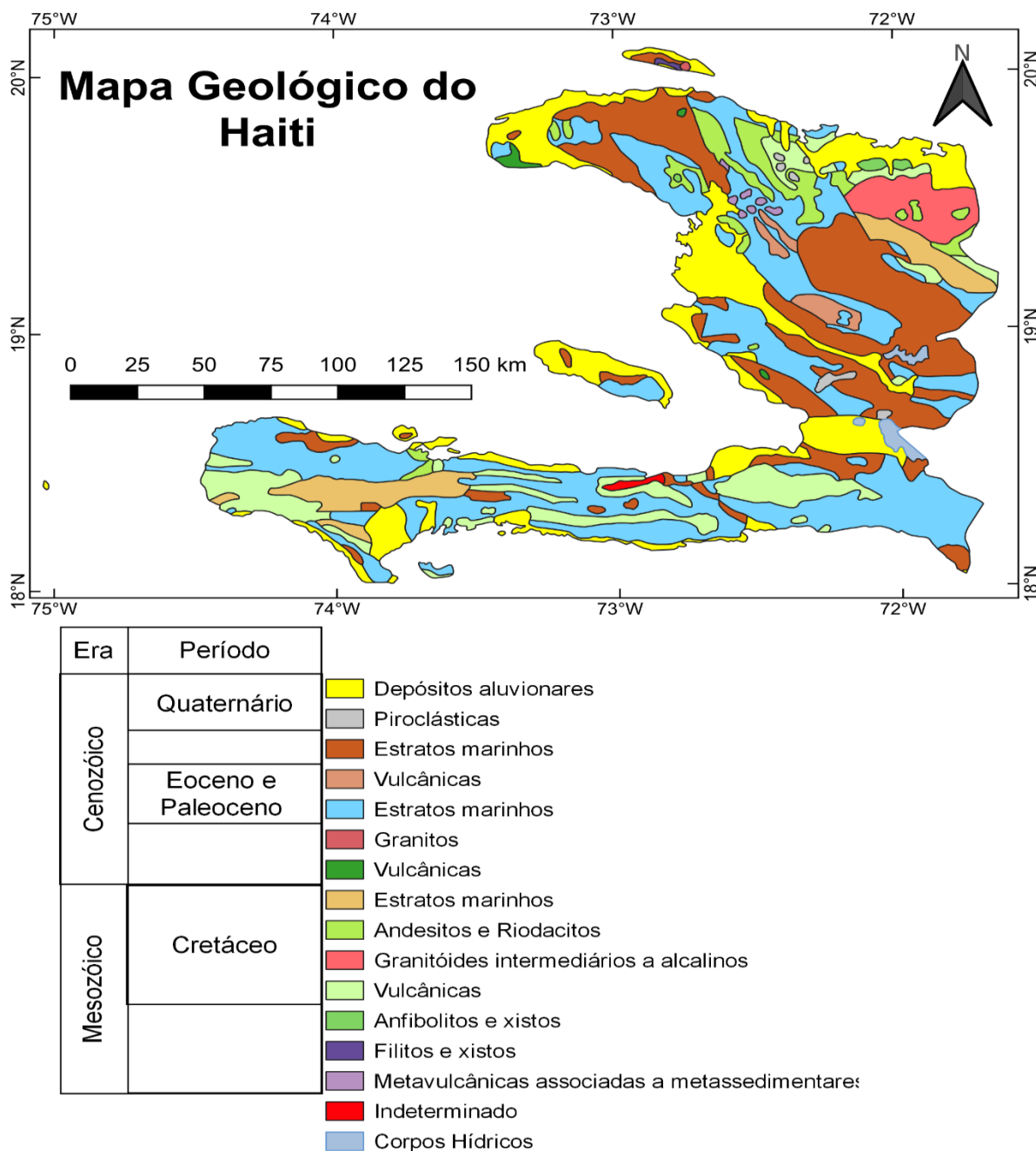
- basaltos do Mioceno: são basaltos alcalinos geralmente encontrados como intercalações em rochas sedimentares detríticas ou carbonáticas do Mioceno Superior

- basaltos do Paleoceno Superior ao Eoceno Médio: os basaltos e andesitos da Formação Pérodin (Montanhas Negras).

3- Plio-Quaternário

- basaltos nefelínicos plio-quaternários (Thomazeau e La Vigie).

Figura 7 - Mapa geológico do Haiti



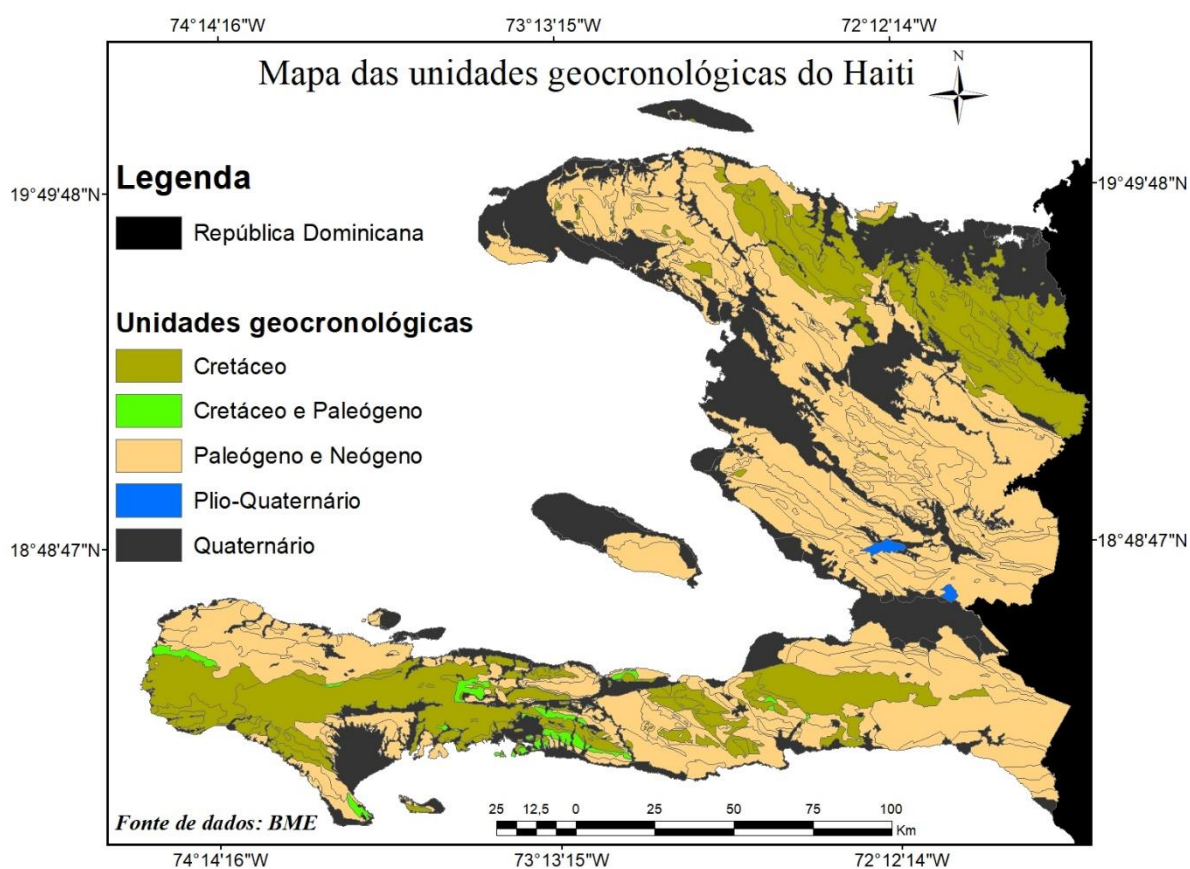
Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

Todos esses conjuntos de rochas estão muito deformados, desde diaclasados a cataclasados até com dobras de grande amplitude (MOMPLAISIR, 2014), devido à intensa atividade tectônica distribuída por vários eventos, com pelo menos cinco fases tectônicas de importância desigual (Figura 8) (BME, 1993):

- No final do Cretáceo, esta fase é marcada pela grande estruturação do embasamento do Maciço Norte do Haiti. Esta fase é menos marcada na parte sul do país, onde apenas conjuntos dispersos dessa idade são relatados.

- Um episódio tectônico ao final do Eoceno levou ao dobramento de depósitos do Paleoceno e Eoceno no norte, acompanhado por vulcanismo basáltico. A sul, este episódio corresponde ao primeiro episódio de movimentação de grandes falhas da Península meridional.
- No Mioceno Médio, uma fase de menor atividade, induzindo uma discordância angular nos depósitos do Planalto Central e Gros Morne.
- No Mio-Plioceno/Plio-Quaternário uma fase distribuída em todo o país e que corresponde à estruturação definitiva das grandes unidades geológicas haitianas. O Plio-Quaternário é especialmente acompanhado por algum vulcanismo na Cadeia Matheux e nas Montanhas Furo de Água.
- No Quaternário, toda a Ilha está sujeita a um soerguimento, mais acentuado a noroeste, e que conduz à formação de terraços recifais. Ao mesmo tempo, vulcanismo fissural controlado tectonicamente é observado ao longo de falhas orientadas nordeste-sudoeste.

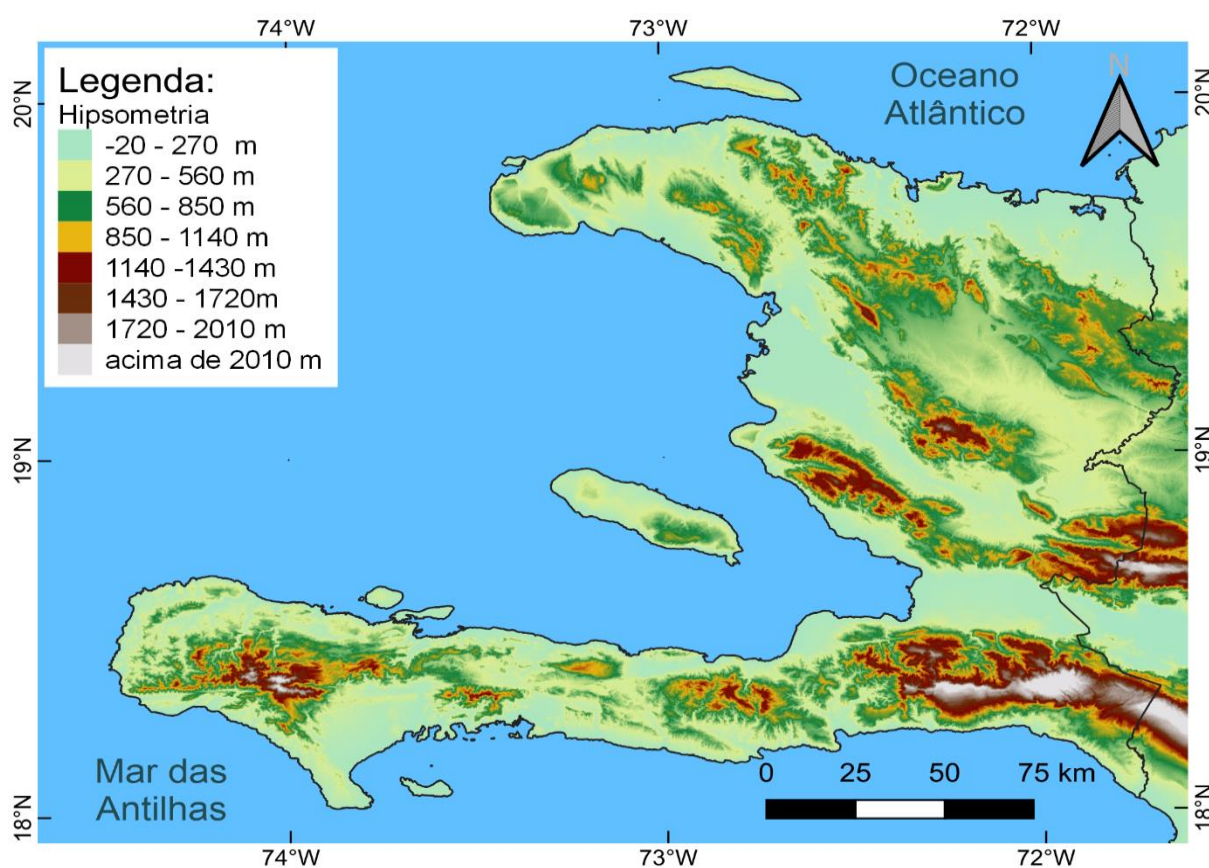
Figura 8 - Mapa das unidades geocronológicas do Haiti



4.1.3 Topografia e Geomorfologia

A configuração do Haiti oriunda de sua história geológica se traduz em dois braços de terra que avançam para o mar, um em direção a Cuba e outro em direção à Jamaica (FRELAT et al., 2012). Por conta disso, a República do Haiti tem a forma de uma pinça com duas hastes voltadas para o oeste. O norte é curto, com base ampla e corresponde à península do Noroeste. O sul, chamado de Península do Sul é, ao contrário, alongado e estreito. Uma das principais características da fisiografia do Haiti é sua topografia acidentada, bem mais do que da República Dominicana que, no entanto, abriga o ponto mais alto das Antilhas: o pico Trujillo (3.175 m de altitude) (BUTTERLIN, 1960). A figura 9 mostra no território da área de estudo, a distribuição altimétrica.

Figura 9 - Mapa hipsométrico do Haiti

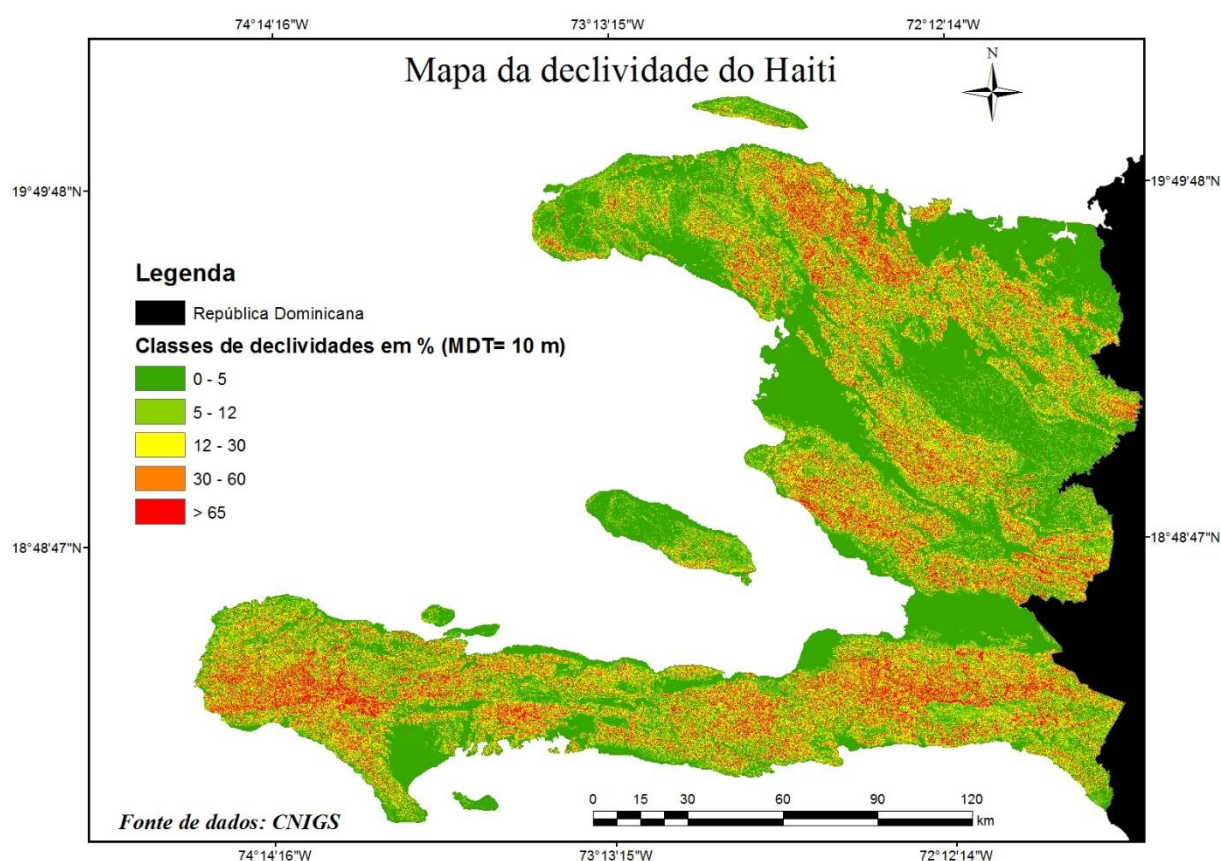


Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

O Haiti é um país topograficamente muito acidentado. O relevo consiste principalmente de montanhas íngremes em cerca de três quartos de sua extensão.

Apenas 20% do território está localizado em zona plana (JOSEPH et al., 2016). Estudos sobre o relevo do território haitiano mostraram que mais de 63% do território tem declividade superior a 20% e que mais de 33% se encontra a uma altitude superior a 400 metros (Figura 10) (JOSEPH et al., 2016). Este terreno acidentado, aliado ao uso agrícola inadequado do solo, mostra-se favorável ao desenvolvimento de fenômenos erosivos. Mais da metade da terra é usada para fins agrícolas, enquanto apenas 20% da terra é considerada arável (JOSEPH et al., 2016). Aproximadamente 42 milhões de m³ de terra arável, equivalentes a 12.000 ha de solo com mais de 20 cm de espessura são lavados anualmente, tendo como principal causa o desmatamento e métodos agrícolas não adaptados ao espaço (culturas não perenes, insuficiência de estruturas de proteção do solo; JOSEPH et al., 2016).

Figura 10 - Classes de declividade do Haiti

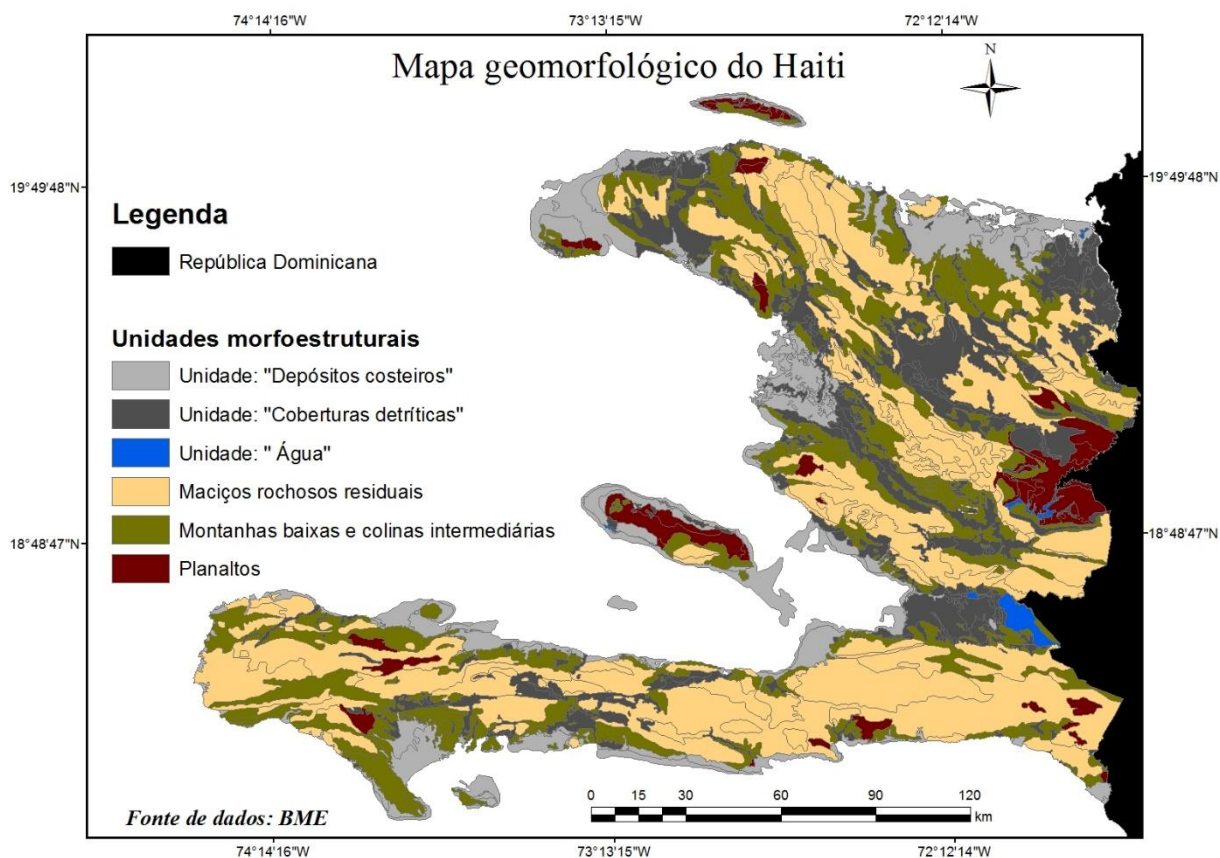


Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

Os diferentes conjuntos morfoestruturais formam o território do Haiti de sul a norte. A leste da península meridional, o maciço da Selle possui o pico mais alto do país, o pico da Selle, a uma altitude de 2.680 m. A oeste da mesma península, o pico

Macaya, no maciço da Hotte, culmina a 2.347 m. O centro e o norte do território são marcados por uma sucessão de relevos e planícies, geralmente orientados Noroeste-Sudeste, de sul para norte: a cadeia de Matheux, a planície e o vale do Artibonite, as Montanhas Negras, o Planalto Central, o maciço do Norte e, finalmente, a planície do Norte que representa a encosta nordeste colapsada do maciço do Norte (ver figura 11) (BRGM; CIAT, 2015). Entre o maciço da Selle e a cadeia de Matheux, encontra-se o Lago Salobra e a planície do Cul-de-Sac, aberta para o Golfo de Gonâve. O Lago Salobra é o maior lago natural do país, com cerca de 181 km². Não tem saída para o mar e, como o próprio nome sugere, contém água salgada. Seu nível da água varia de 12 a 20 metros acima do nível médio do mar (BRGM; CIAT, 2015). Além disso, planícies com uma área total de cerca de 7.000 km² ocupam quase um quarto da superfície do país. São elas: a planície do Norte, a planície do Artibonite, a planície do Cul-de-Sac, a planície de Cayes, a planície de Léogâne e a planície da Árvore (GEO-HAÏTI, 2010).

Figura 11 - Geomorfologia do Haiti

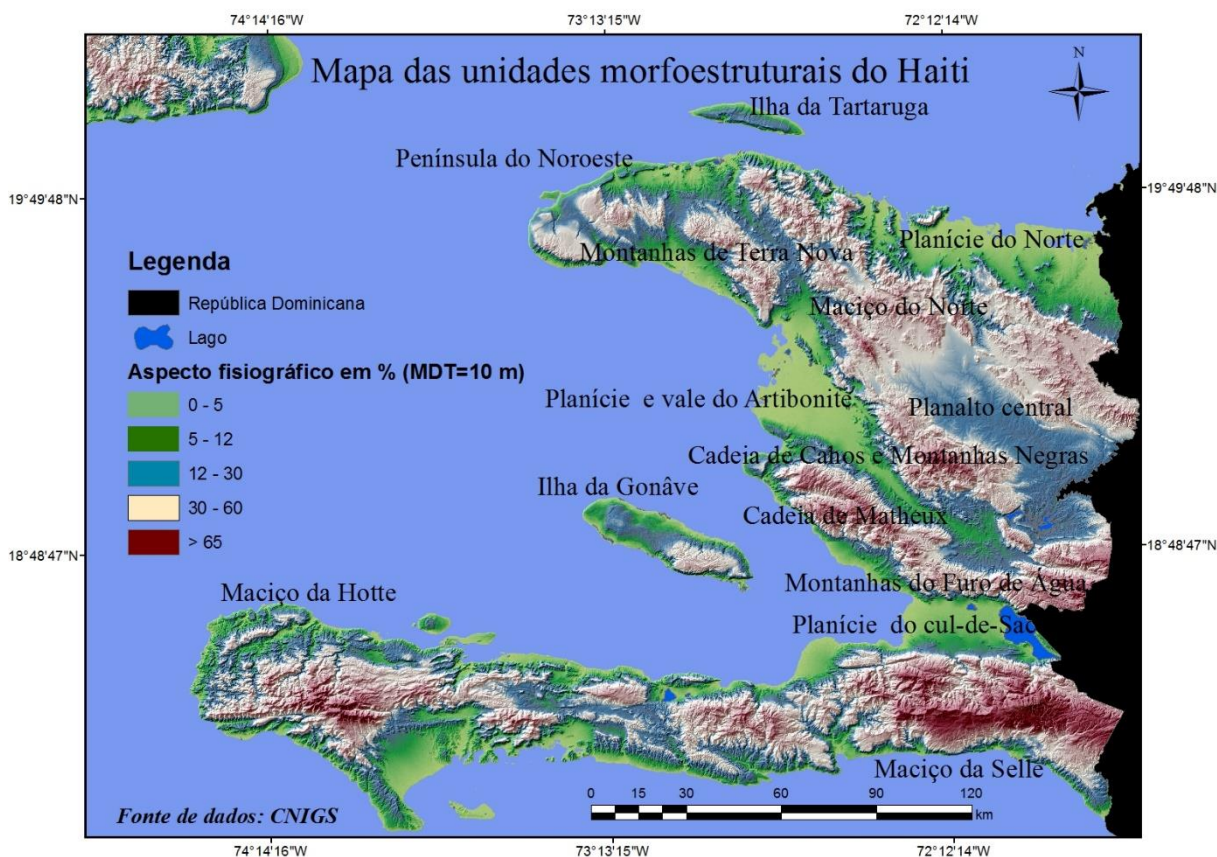


4.1.4 Regiões Fisiográficas

Segundo BME (1993), o contexto geomorfológico e estrutural simplificado da área de estudo é marcado por diversas deformações tectônicas. As principais unidades morfoestruturais da República do Haiti são, de Norte a Sul (Figura 12):

- 1.- Ilha da Tartaruga, zona anticlinal Oeste-Noroeste - Leste-Sudeste.
- 2.- A Planície do Norte que representa a encosta nordeste abatida do Maciço do Norte.
- 3.- O Maciço do Norte, uma complexa zona anticlinal com orientação Noroeste-Sudeste, marcada pela existência de falhas reversas voltadas para Nordeste a Norte e para Sudoeste a Sul.
- 4.- O Planalto Central, depressão sinclinal de direção Noroeste-Sudeste retransmitida para Noroeste pela bacia de Gros Morne.
- 5.- O anticlinório das Montanhas de Terra Nova-Cadeia de Cahos-Montanhas Negras, tendendo Leste-Oeste na península Noroeste e Noroeste-Sudeste nas Montanhas Negras, fortemente afetado por falhas sinistrais transcorrentes.
- 6.- A Planície e o Vale do Artibonite, em direção Noroeste-Sudeste em grande parte mascarada por depósitos recentes.
- 7.- O anticlinório da Cadeia de Matheux-Montanhas do Furo de Água, estendendo para o Sudoeste e para o Sul, em direção Noroeste-Sudeste a Oeste e Leste-Oeste a Leste.
- 8.- A planície do Cul-de-Sac, depressão sinclinal de direção leste-oeste.
- 9.- O anticlinal da ilha de La Gonave, com um grande raio de curvatura e direção geral Oeste-Noroeste a Leste-Sudeste.
- 10.- A península meridional em direção geral Leste-Oeste, composta por uma sucessão de anticlinais falhados que se inclinam para o Norte, desde o Maciço de la Hotte, a Oeste, até o Maciço de la Selle, a Leste. Estes dois maciços são cruzados por um grande acidente geográfico que vai de Tiburon a Pétion-Ville.

Figura 12 - Unidades morfoestruturais do Haiti



Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

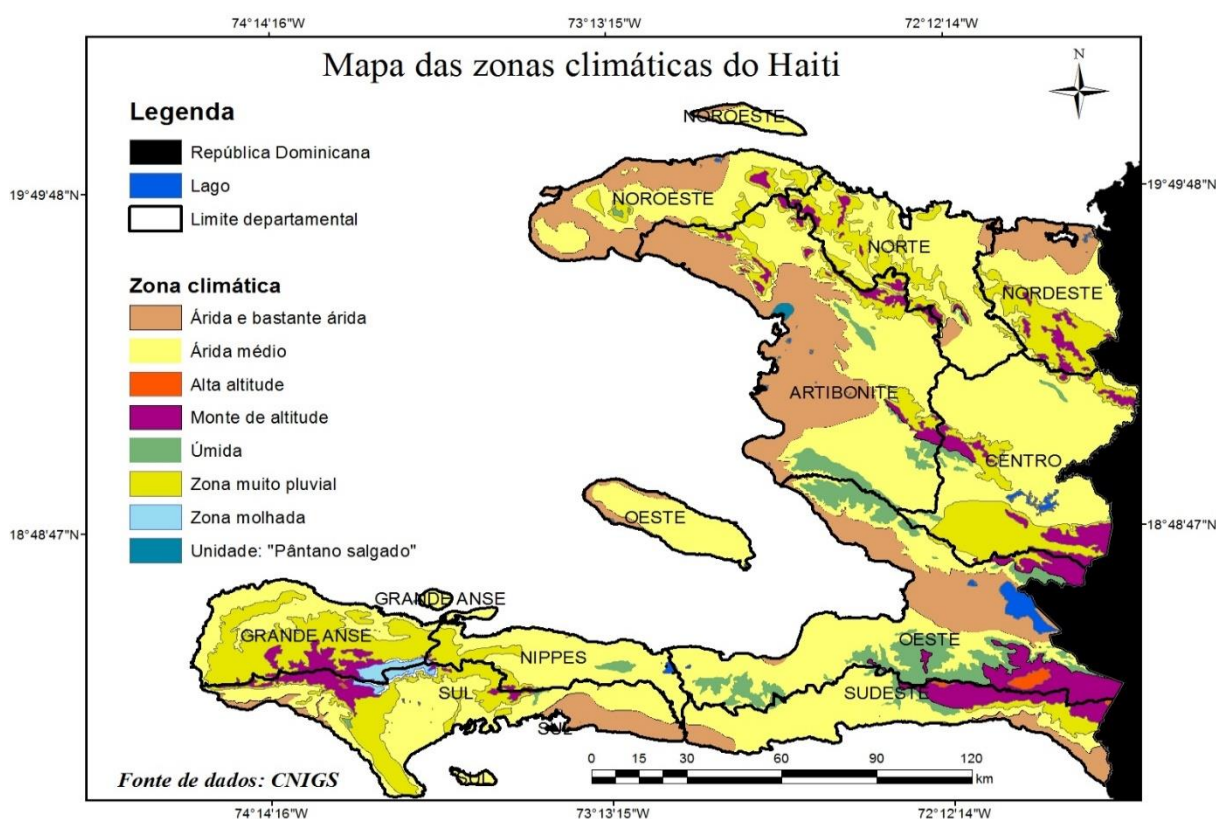
4.1.5 Clima

O Haiti integra o sistema climático da região subtropical inferior (18° a 20° de latitude Norte), mas, devido à sua posição central no Caribe insular e à sua fisiografia montanhosa, observam-se contrastes climáticos significativos dentro do território e, às vezes, entre regiões a apenas alguns quilômetros de distância (Figura 13) (BRGM; CIAT, 2015).

Devido à sua latitude, o país se beneficia de um clima tropical caracterizado pela alternância entre uma estação chuvosa, de maio a novembro, e uma estação seca, de dezembro a maio. Nas planícies, as temperaturas médias variam entre 28°C no inverno e 32°C no verão. No topo das montanhas, a temperatura pode oscilar entre 18°C e 22°C. A precipitação varia não só com a altitude, mas também com a orientação das serras em relação aos ventos alísios de nordeste que, carregados de umidade, atingem os relevos perpendicularmente. As planícies e encostas expostas recebem as chuvas mais abundantes (BRGM; CIAT, 2015). Segundo USSC (1999),

precipitações produzidas pelos ventos alísios são interrompidas pelo cume das montanhas que dividem o Haiti e a República Dominicana. As encostas setentrionais expostas aos ventos nas áreas montanhosas normalmente recebem duas a três vezes mais precipitação do que as encostas de sotavento. A precipitação média anual em áreas montanhosas normalmente excede 1.200 milímetros e pode chegar a 2.700 milímetros. A precipitação média anual nas planícies é geralmente inferior a 1.200 milímetros e pode chegar a 550 milímetros. A Planície do Gonaïves e a parte oriental da Planície do Cul-de-Sac são as áreas mais secas do país, onde a primeira tem uma média de 550 milímetros de precipitação anual e a porção leste da segunda uma média de 850 milímetros. Localmente, a precipitação pode ser altamente contrastada. A península meridional e o departamento norte são os mais úmidos (mais de 2.500 mm/ano). Por outro lado, a face oeste da península norte, localizada a favor do vento, é a região mais seca, com menos de 1.000 mm/ano (500 mm/ano em média em Gonaïves) (BRGM; CIAT, 2015).

Figura 13 - Zonas climáticas do Haiti



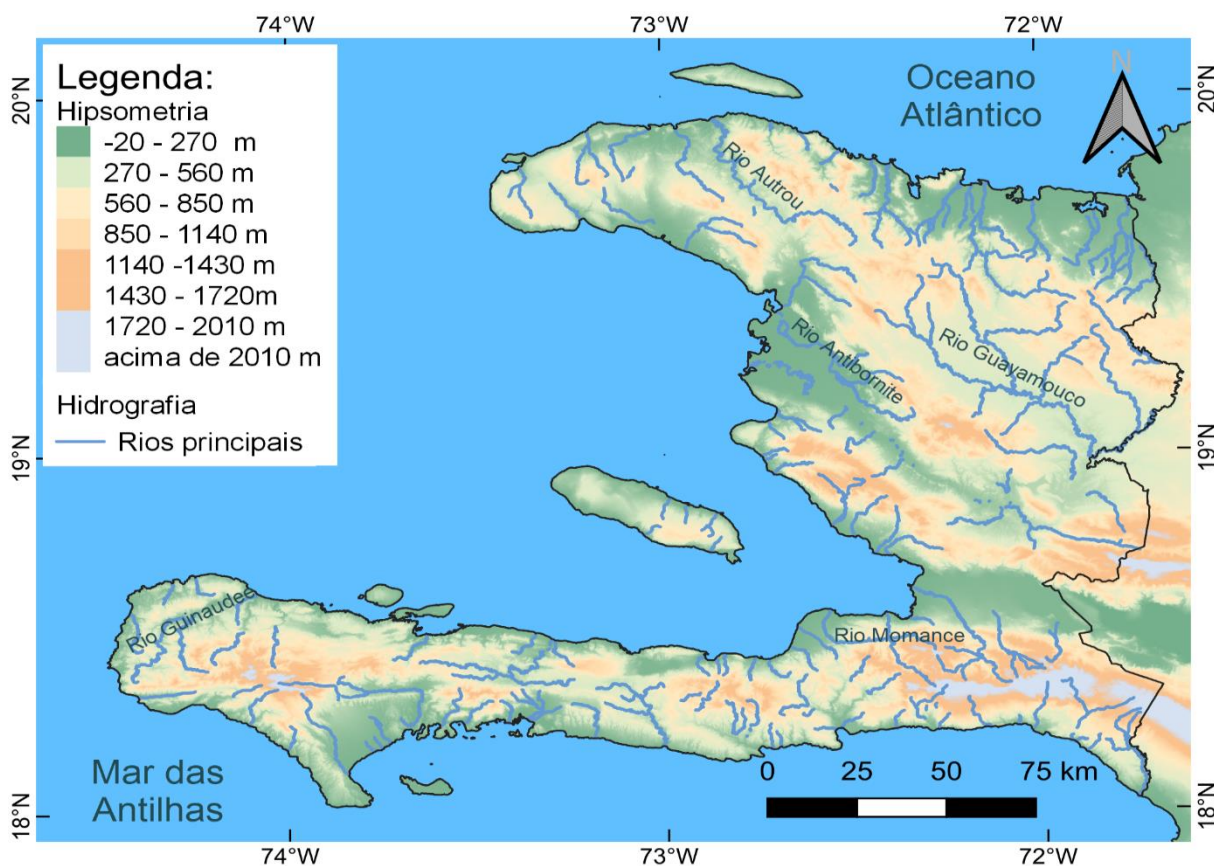
Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

4.1.6 Hidrografia

Os 1.771 km de costa do Haiti representam uma riqueza inestimável para o país. Mais de 70% da zona costeira permanece inexplorada e representa áreas de investimento, especialmente no setor do turismo. Mas essa riqueza ligada à biodiversidade e a geodiversidade costeira está sujeita a muitas ameaças de origem antropogênica (JOSEPH et al., 2016).

Pelas características de seu relevo, o Haiti não possui grandes sistemas fluviais. A principal artéria fluvial do país, a Artibonite, nasce na República Dominicana e dois terços de seu curso atravessam o departamento de mesmo nome no Haiti. O Artibonite é um rio cujo curso é sazonal e irregular, mas continua sendo o rio mais importante da bacia do Caribe (Figura 14) (GEO-HAÏTI, 2010). Segundo BRGM e CIAT (2015), percorre aproximadamente 320 km desde sua nascente, a leste, na Cordilheira Central, até seu estuário próximo à cidade de Grande Saline, ao longo da Golfo de Gonave.

Figura 14 - Hidrografia do Haiti

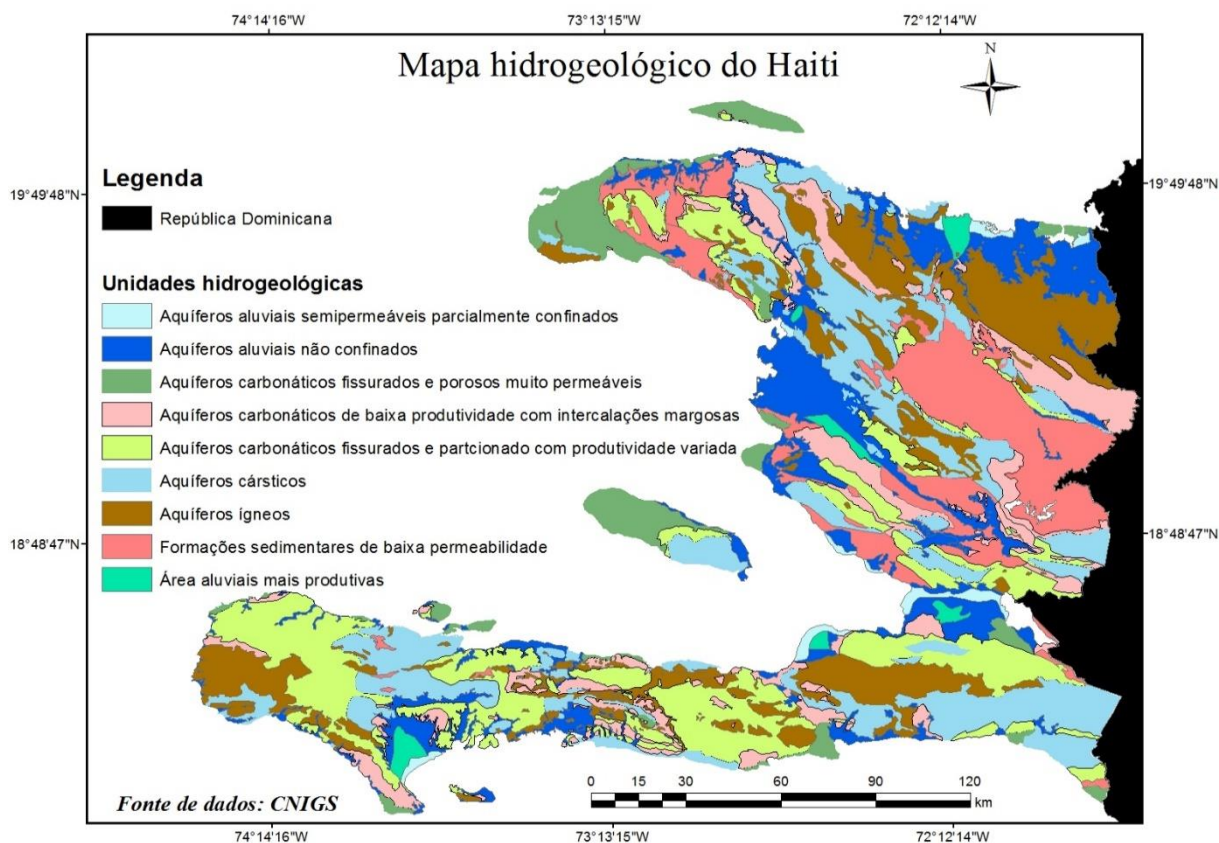


Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

O Haiti é dividido em 30 grandes bacias hidrográficas maiores e outras unidades hidrográficas de diferentes tamanhos. Destas bacias hidrográficas, a maior é a do Rio Artibonite que se estende na zona centra do país numa área de 6.435 km² e a menor é a da Tartaruga, que tem uma área de 179 km². A maioria das bacias hidrográficas ou áreas hidrográficas do país possui área inferior a 1.000 km² (MDE, 2012).

As variações nas estruturas geológicas, geomorfologia, tipos de rochas e precipitação contribuem para as variadas condições das águas subterrâneas em diferentes partes do país (USSC, 1999). Os recursos hídricos subterrâneos para o território haitiano são estimados em cerca de 40 bilhões de m³ (Figura 15). Os aquíferos no Haiti são de dois tipos, os porosos contínuos das planícies costeiras e aluviais (planícies de Les Cayes, Léogâne, Gonaïves e Cul-de-sac) que constituem 45% da água mobilizável e os aquíferos descontínuos localizados nas zonas de relevo movimentado e que são difíceis de explorar, exceto quando conduzem a fontes de água (JOSEPH et al., 2016).

Figura 15 - Mapa hidrogeológico do Haiti



Segundo o USSC (1999), as planícies e vales aluviais formam aproximadamente 17% do país, mas contêm 84% das reservas de água subterrânea disponíveis. As áreas montanhosas contêm muitos tipos de aquíferos, incluindo cársticos, fraturados, de baixa permeabilidade e aquíferos ígneos. As áreas que contêm carste e aquíferos altamente fraturados distribuem-se em quase 15% do país e contemplam 2% das reservas hidrogeológicas. As áreas que contêm aquíferos menos fraturados e descontínuos ocupam perto de 25% do território haitiano, com 12% das reservas de água subterrânea. A fraca permeabilidade de aquíferos ígneos representam aproximadamente 42 por cento do país, mas respondem por menos de 1 por cento do recurso hídrico subterrâneo.

4.1.7 Pedologia

Os solos do Haiti provêm principalmente de dois tipos de material: rochas vulcânicas e rochas sedimentares. Eles podem ser classificados de acordo com seu grau de evolução, em função principalmente da inclinação, da pluviosidade e da natureza do leito rochoso. A evolução pedológica é mais avançada em áreas úmidas e de baixa declividade. Já os solos menos evoluídos se encontram em encostas íngremes, onde o escoamento (com ou sem cobertura permanente) carrega elementos finos do solo, ou mesmo em áreas secas, pois a baixa pluviosidade retarda a velocidade de alteração do solo (MARNDR, 2012).

Mas até hoje os solos da República do Haiti nunca foram objeto de um estudo sistemático geral. Sua distribuição apresenta grande variabilidade, devido à geomorfologia e diferenças significativas nas chuvas. Os solos calcários, de acordo com Bellande (2009), predominam em todo o país e cobrem mais de 80% do território, sendo o restante constituído por materiais de origem vulcânica.

4.1.8 Fauna e Flora

O Haiti é um país rico em biodiversidade com ecossistemas muito variados e, portanto, rico em espécies. Por exemplo, a flora haitiana tem mais de 5.000 plantas vasculares das quais 37% são endêmicas, com aproximadamente 300 espécies de rubiáceas, 300 espécies de orquídeas, 330 espécies de asteráceas, 300 espécies de gramíneas e 3 espécies de coníferas. A fauna contém mais de 2.000 espécies de

vertebrados, 75% dos quais são considerados endêmicos. Existem 54 espécies de rãs endêmicas, 212 espécies de moluscos e 2 espécies de mamíferos terrestres endêmicos (MARNDR, 2012).

A cobertura vegetal do Haiti é composta por savanas, florestas abertas e remanescentes de florestas (GEO-HAÏTI, 2010).

Os ecossistemas no Haiti podem ser classificados em 3 grupos: ecossistemas aquáticos, terrestres e antropogênicos. Ecossistemas aquáticos incluem habitats tipicamente marinhos, transicionais e continentais, tais como plataformas continentais, praias, manguezais, lagos e lagoas, rios, etc. Os ecossistemas terrestres incluem as diferentes zonas fitogeográficas que vão desde a vegetação de baixa altitude até a de montanha. Finalmente, existem ecossistemas antropogênicos ou agrícolas, que incluem campos de arroz, áreas de cultivo intensivo, agrossilvicultura e áreas de cultivo de café (JOSEPH et al., 2016).

Nos ecossistemas marinhos e transicionais existem 17.000 ha de manguezais, recifes de corais e estuários (MARNDR, 2012). Na costa, a maior área de mangue está localizada ao sul de Gonaïves, dispendo-se em um setor de 32 quilômetros de comprimento e até 5 quilômetros de largura. Situa-se nos estuários dos rios Artibonite e Estère. Existem também áreas significativas de mangue na costa norte, entre Bagas do Acul e Forte-Liberdade, ao redor da ilha de Grande Cayemite e na região de Cayes (BRGM; CIAT, 2015).

Infelizmente, seu ambiente natural é caracterizado por baixa cobertura florestal e degradação ambiental acelerada. A vegetação original foi consideravelmente reduzida ao longo do século passado, onde atualmente menos de 2% do seu território pode ser classificado como floresta densa. Cerca de 28% do solo é arável, e a agricultura continua sendo a principal atividade geradora de renda para a população, de acordo com um estudo do IFCR (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies) em 2015.

5 A ANÁLISE DA AMEAÇA SÍSMICA DO HAITI

Para chegar a uma descrição de risco, deve-se levar em consideração a avaliação da ameaça sísmica. Portanto, neste capítulo, será visto o nível de ameaça sísmica no Haiti, porém em uma escala que não considera os efeitos relacionados às configurações topográficas e geológicas locais.

De acordo com Larroque (2010), a avaliação de ameaças é o primeiro passo na prevenção do risco sísmico. Isso é para determinar a probabilidade de que durante um período (a referência é frequentemente 50 anos, que é considerada a vida média de um edifício) o movimento do solo atinja ou exceda uma certa aceleração em um local.

Para o referido autor, para atingir este objetivo, é necessário:

- caracterizar as fontes sísmicas (geometria e cinemática de falhas ativas, localização, magnitude e recorrência de sismos passados, cenários de sismos futuros) para definir "sismos de referência",
- determinar a influência do ambiente atravessado pelos trens de ondas desde a fonte até o local considerado ("leis de atenuação"),
- e por fim definir os movimentos do solo (aceleração, frequência, deslocamento, duração) que resultariam dos elementos anteriores (terremotos de referência e leis de atenuação) mas também da configuração geológica e topográfica dos sítios estudados ("efeitos de sítio").

De acordo com BRGM e CIAT (2015), avaliar a ameaça sísmica é determinar a probabilidade de que durante um período de referência, um choque sísmico atinja ou exceda uma certa intensidade em uma determinada região ou local. O estudo é realizado sem levar em consideração as condições topográficas e geológicas locais. O movimento sísmico (ou vibratório) de referência é considerado "na rocha" e em terreno horizontal. Esta é a avaliação da ameaça sísmica regional.

Ainda segundo BRGM e CIAT (2015), porém, esse movimento vibratório pode variar localmente em função da topografia e/ou da constituição do subsolo; isso é conhecido como efeitos de sítio. As ondas sísmicas podem ficar "presas" no relevo ou nos vales aluviais, causando uma amplificação da sequência de ondas. Além disso, a vibração sísmica pode gerar ou induzir outros fenômenos naturais (efeitos induzidos).

5.1 QUADRO SISMOTECTÔNICO DO HAITI

5.1.1 Contexto Geotectônico: A Placa Caribenha

A maior parte da energia sísmica do planeta é liberada em zonas de subducção por terremotos que ocorrem na interface de placas ou em falhas ativas na placa de controle (SYMITHÉ et al., 2015). Portanto, a Teoria da Tectônica de Placas demonstra que as regiões de encontro entre placas são responsáveis por uma parte expressiva da energia sísmica liberada no planeta (NÓBREGA; NÓBREGA, 2016).

O domínio do Caribe e a América Central forma uma pequena placa litosférica entre a América do Norte e a América do Sul (CALAIS, 2016), denominada de Placa do Caribe, que cobre:

- a maior parte do Mar do Caribe e as ilhas da Jamaica, Hispaniola, Porto Rico e Pequenas Antilhas;

- Honduras, El Salvador, Nicarágua e Norte da Costa Rica.

Esta placa se encontra em contato com 4 grandes placas tectônicas: América do Norte, América do Sul, Nazca e Cocos.

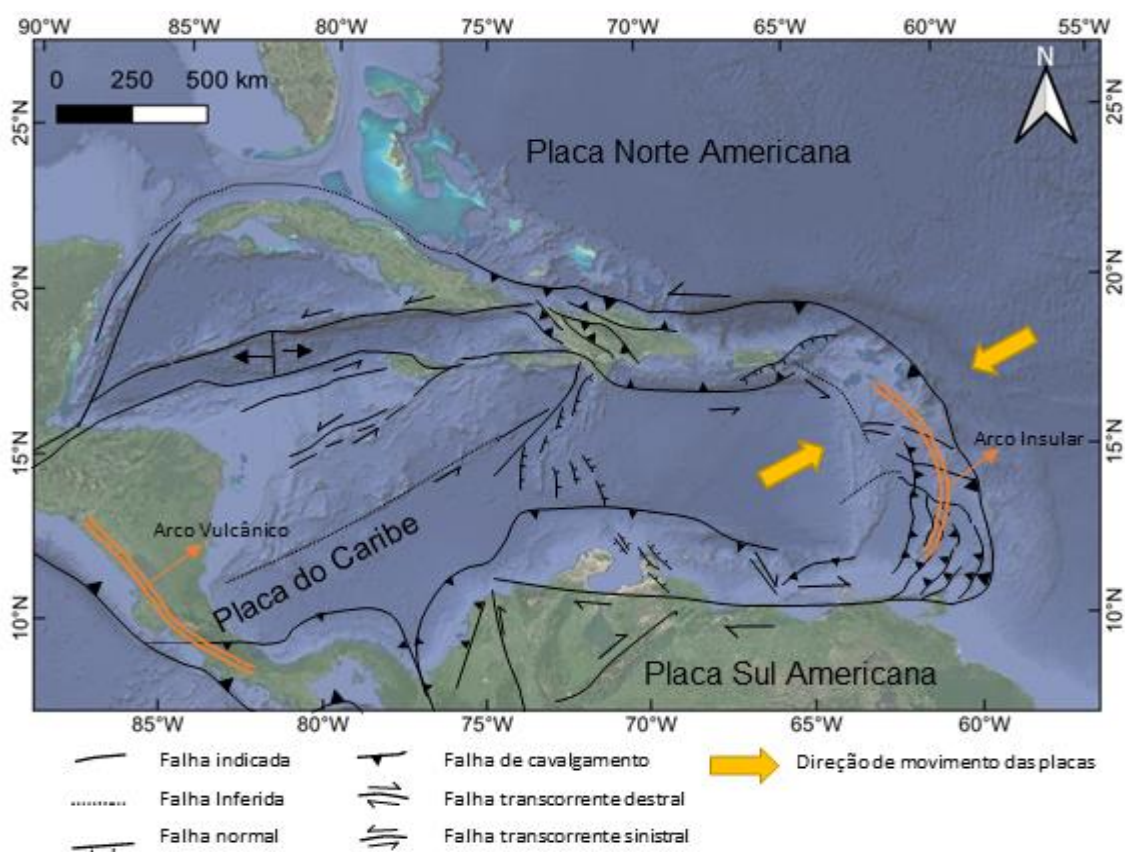
As zonas de contato com as demais placas correspondem a limites transcorrentes e convergentes, com setores de transição complexos de convergência-transcorrência (TERRIER et al., 2007), em contextos de deformação tectônica bem diversificados (SAIMBERTIL, 2016).

A Placa do Caribe tem aproximadamente 3.200 km de comprimento e 1.100 km de largura (SAINT FLEUR, 2014). É limitada a leste pela subducção da Placa Norte-Americana sob as Pequenas Antilhas e a oeste pela zona de subducção das placas Cocos e Nazca sob a América Central. Ao sul, a placa caribenha é delimitada por uma zona direcional dextral, cuja falha principal é a de El Pilar, na fronteira com a costa norte da Venezuela. Ao norte, a placa caribenha é delimitada por um sistema complexo de falhas direcionais sinistrais (SAINT FLEUR, 2014), como pode ser visto na Figura 16. Deve ser especificado que a Placa do Caribe desliza sob a Placa da América do Norte a Leste de Hispaniola, onde o seu limite é marcado por uma zona de subducção e uma cadeia de ilhas vulcânicas (HASHIMOTO, 2016).

De acordo com Mazabraud et al. (2007), o limite de placa Caribe-América do Norte é uma zona sísmica de 100 a 250 km de largura. É caracterizado pelo deslocamento horizontal para o leste da placa tectônica do Caribe em relação à

América do Norte por quase 2.000 km, ao longo da borda norte do Mar do Caribe (Figura 16). O limite da placa é particularmente largo na altura de Hispaniola, onde é constituído por uma rede de falhas ativas que acomodam o movimento de deslizamento e convergência das duas placas.

Figura 16 - Contextualização geotectônica da placa caribenha



Fonte: adaptado de BRGM e CIAT, 2015

5.1.2 Aspectos Tectônicos do Haiti

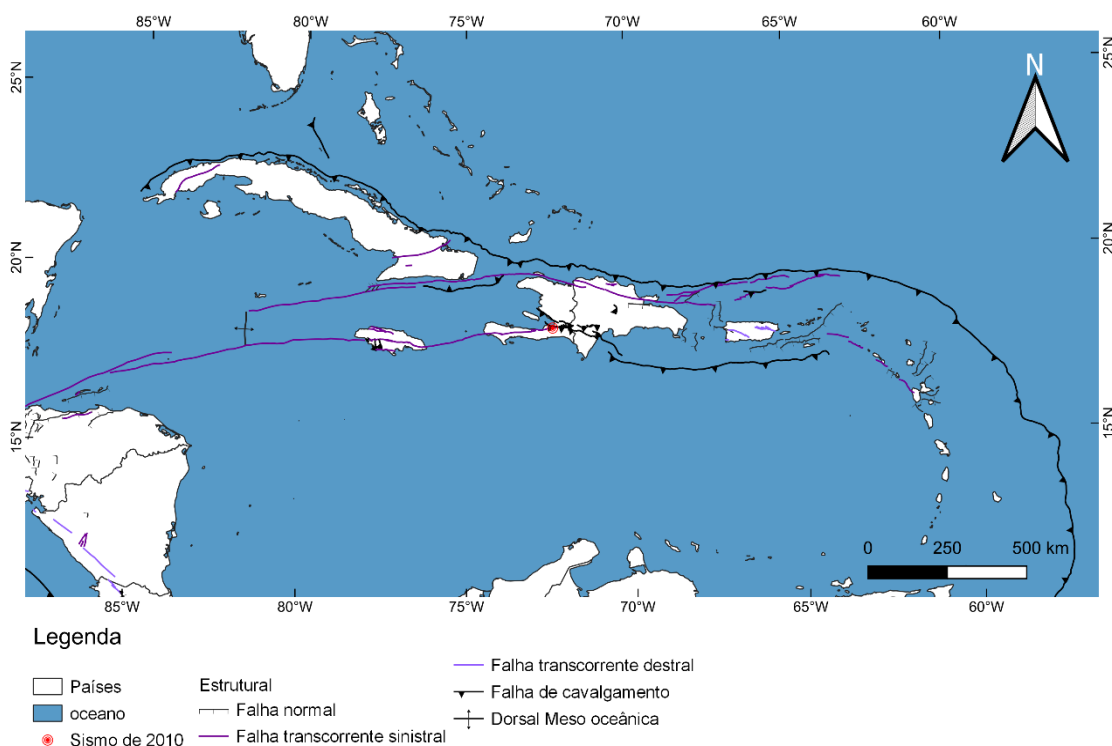
O Haiti, parte ocidental da ilha de Hispaniola, localiza-se na fronteira entre a placa norte-americana e a placa caribenha, em uma zona tectônica muito ativa (Figura 16) (TERRIER et al., 2015). Esta fronteira da placa é transpressiva, onde a deformação é absorvida por falhas transcorrentes, transformantes e zonas compressivas complexas (PROYECTO SISMO-HAITI, 2012). Essas placas movem-se umas em relação às outras a uma velocidade de 2 cm por ano na direção N70°E (SYMITHE et al., 2015; CORBEAU et al., 2017) ao longo de uma fronteira orientada este-oeste (CORBEAU et al., 2017). Esse movimento é acomodado por

deslocamentos ao longo de falhas ativas, ou seja, capazes de gerar terremotos (CALAIS, 2007). O Haiti está, assim, localizado em uma banda de deformação de 250 km de largura, comumente chamada de Zona de Limite de Placa Norte Caribenha (NCPBZ, em inglês) (SAINT FLEUR, 2014). Assim, o Haiti tem um alto potencial sísmogênico (POSSEE et al., 2020), porque os terremotos afetam áreas relativamente grandes (CALAIS, 2002a).

5.1.2.1 Caracterização de falhas ativas em Hispaniola

No contexto de Hispaniola, três grandes sistemas de falhas formam a fronteira entre as duas placas: o sistema de falhas direcionais sinistrais do sul da península do Haiti comumente chamado de EPGFZ (sistema de falhas Enriquillo-Plantain-Garden) ao sul, o sistema SOFZ (Zona de Falha Este/Setentrional) e o NHF (Falha Norte Hispaniola) na parte norte do país, e por último um sistema de compressão composta por diferentes cavalgamentos das cadeias trans-haitianas no centro (Figura 17) (SAINT FLEUR, 2014).

Figura 17 - Principais sistemas de falhas em Hispaniola.



Fonte: adaptado de Mazabraud et al., 2007.

Ao norte, está o sistema de falhas setentrional comumente conhecido como Zona de Falha Este/Setentrional (em inglês, SOFZ) e a Falha Norte Hispaniola (em inglês, NHF), onde o sistema SOFZ possui mais de 800 km de extensão e é visível no nordeste e depois no norte da República Dominicana, correndo ao longo da costa norte do Haiti perto da cidade de Cap-Haitien, seguindo entre a Ilha Tartaruga e Port-de-Paix e finalmente atravessando, a oeste, o canal do Vento para então contornar o sul da ilha de Cuba (Figura 17) (BRGM; CIAT, 2015). Trata-se de uma falha direcional sinistral, essencialmente vertical (MORA-CASTRO et al., 2010), cuja direção que varia de N90°E a N115°E e tem seu desenvolvimento em um trecho no assoalho marinho (SAINT FLEUR, 2014). As medições geodésicas com receptores GPS mais recentes indicam que esta falha acumula tensões elásticas à razão de 12 mm/ano. O último terremoto significativo nesta falha foi o de maio de 1842 ($M \approx 8.0$). A taxa de acumulação de deformação elástica nesta falha e o tempo decorrido desde o último grande terremoto implicam o potencial de um terremoto de magnitude 7,5 (MANAKER et al., 2008; MORA-CASTRO et al., 2010). Neste mesmo sistema de falhas, ramificando-se ao largo da costa norte de Hispaniola, a zona de subducção da Placa Norte-Americana é concretizada pela Falha Norte Hispaniola (BRGM; CIAT, 2015), que corre paralela à costa da ilha cerca de 50 km ao norte. É uma falha reversa, que se conecta a leste com a Fossa de Porto Rico, que marca a subducção da Placa Norte-Americana sob a Placa do Caribe (Figura 17). O controle geodésico indica que esta falha acumula tensões elásticas na razão de 0 (oeste) a 3 mm/ano (leste), onde a ameaça associada permanece mal compreendida (MORA-CASTRO et al., 2010).

Ao sul, o sistema de falhas Enriquillo, com mais de 600 km de extensão, visível a partir do lago Enriquillo, abrange toda a península sul do Haiti, depois passa para o mar e se junta, a oeste, à ilha da Jamaica (Figura 17) (BRGM; CIAT, 2015). A zona de falha Enriquillo-Plantain Garden atravessa a península ao sul do Haiti com uma direção geral N85°E. Na península, tem cerca de 300 km de extensão. Ela ameaça diretamente cinco dos dez departamentos geográficos, incluindo a densa aglomeração de Porto Príncipe (SAINT FLEUR, 2014). Trata-se de uma falha direcional sinistral, aparentemente quase vertical, sobre a qual se ramificam falhas reversas (principalmente sob o mar) (MORA-CASTRO et al., 2010). Calais et al. (2002), Manaker et al. (2008) e Frankel et al. (2010) determinaram uma taxa de movimentação de 7 mm/ano para esta falha a partir de velocidades de ajuste derivadas de medições GPS com um modelo de bloco que leva em consideração o

acúmulo de deformação elástica nas falhas bloqueadas. Os maiores terremotos ao longo desta falha, anteriores ao de janeiro de 2010, são os de novembro de 1751 ($M \approx 7.5$) e junho de 1770 ($M \approx 8.0$), ambos devastando Porto Príncipe. A localização específica das rupturas associadas, no entanto, permanece muito imprecisa (MANAKER et al. 2008; MORA-CASTRO et al., 2010). Antes de 12 de janeiro de 2010, a taxa de acumulação de deformações elásticas nesta falha e o tempo decorrido desde o último grande terremoto implicavam o potencial de um terremoto de magnitude 7,2 (MANAKER et al. 2008; MORA-CASTRO et al., 2010).

De acordo com um estudo de BRGM e CIAT (2015), o quadro sismotectônico em síntese contempla: os dois sistemas (EPGFZ e SOFZ) provocam um movimento horizontal das placas, para leste para a Placa do Caribe e para oeste para a Placa Norte-Americana; os sistemas de falha Setentrional e Enriquillo foram locais de grandes terremotos históricos; o terremoto de 2010 teve origem perto do sistema de falhas Enriquillo.

Para este mesmo estudo (BRGM; CIAT, 2015), o microbloco Hispaniola (Gonâve), preso entre esses dois sistemas (EPGFZ e SOFZ), sofre movimentos compressivos, causando falhas, como a do Matheux, dando lugar a um cavalgamento entre os dois blocos estruturais da cadeia trans-haitiana, a leste, na parte central do país. A microplaca Gonâve é um dos muitos blocos que compõem o limite difuso da placa norte do Caribe, separando a Placa do Caribe ao sul da Placa Norte-Americana ao norte (SYMITHÉ et al., 2015; CALAIS et al., 2016; AIKEN et al., 2020).

O Cinturão Trans-Haitiano (em inglês, THB) é composto por todas as dobras e cavalgamentos do centro da Ilha de Hispaniola ao substrato marinho (PUBELLIER et al., 2000; SAINT-FLEUR, 2014). Essas estruturas de deformação geológica controlam a morfologia da ilha, com os anticlinais orientados de NW-SE a WNW-ESE e separados por grandes vales que são sinclinais ou bacias de rampa (SAINT-FLEUR, 2014). Ainda para Saint-Fleur (2014), o mais importante desses anticlinais é o Maciço do Norte - Cordilheira Central, orientado $\sim N15^\circ E$ e com 300 km de comprimento e 75 km de largura. Este anticlinal sustenta o pico mais alto em Hispaniola e no Caribe: Pico Duarte (~ 3.100 m de altitude) (Figura 17).

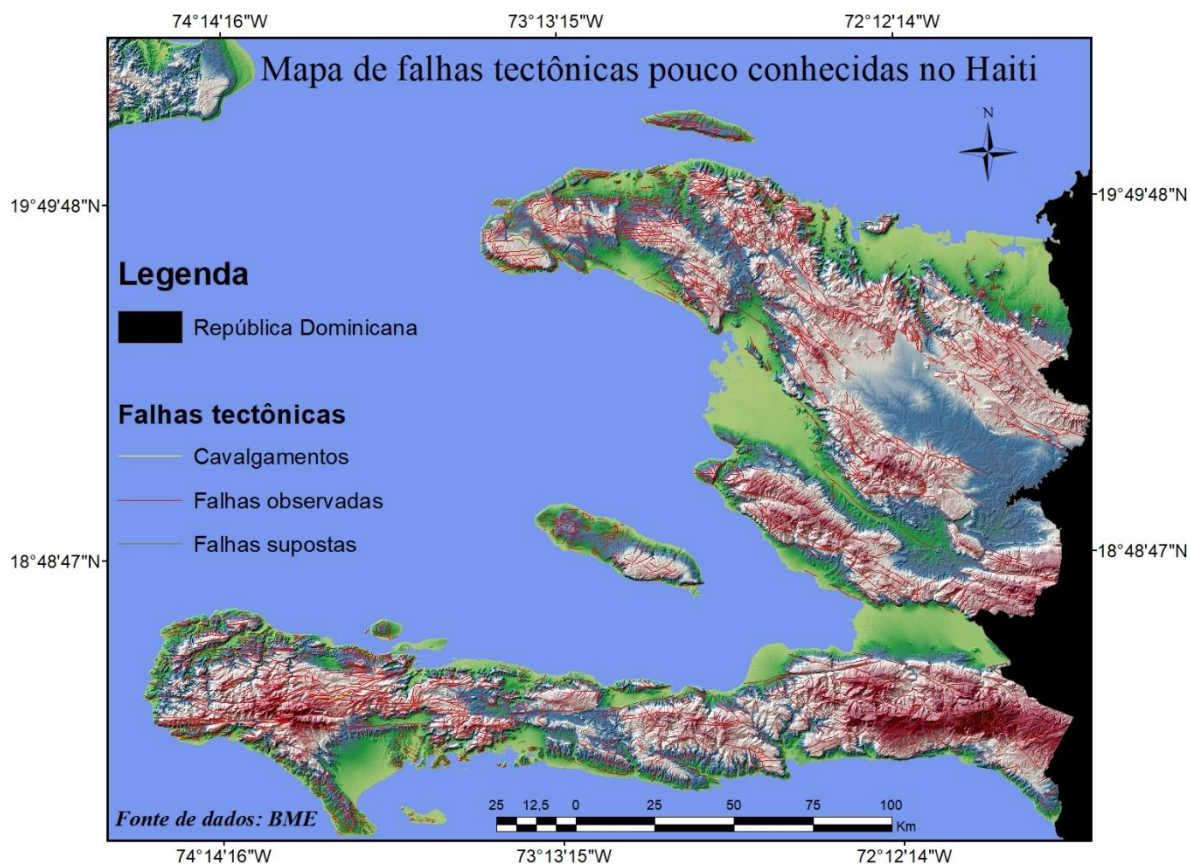
Os dados de GPS sugerem que a taxa de encurtamento ao longo da Ilha de Hispaniola é de $5,2 \pm 2$ mm/ano (CALAIS et al., 2002; SAINT FLEUR, 2014), mas a sua resolução não permite compreender como a deformação atual se distribui na escala das diferentes dobras e cavalgamentos do Cinturão Trans-Haitiano (e.g. Neiba-

Matheux, Maciço do Norte-Cordilheira Central) (SAINT FLEUR, 2014). A falha Muertos-Neiba-Matheux, na verdade, é um sistema de falhas reversas com vergência para sul, cuja atividade sísmica permanece pouco conhecida (MORA-CASTRO et al., 2010).

Finalmente, no sul da República Dominicana, a Falha de Muertos marca o cavalgamento do microbloco Hispaniola na Placa do Caribe (Figura 17) (BRGM; CIAT, 2015). A modelagem de medições de GPS em Hispaniola indica que a falha reversa de Muertos (sob o mar) poderia acumular energia elástica a uma taxa de 7 mm/ano. Este valor é, no entanto, relativamente incerto porque o cavalgamento Muertos é totalmente submarino e, portanto, onde medições de GPS em terra devem ser tomadas com alguma reserva. Dados equivalentes obtidos no Haiti não mostram nenhum movimento significativo ao longo da continuação para oeste da estrutura tectônica de Muertos abaixo da cadeia de Matheux, mas sua expressão na morfologia sugere que é uma falha ativa. É possível atribuir-lhe uma velocidade mínima de 1 mm/ano, compatível com a incerteza dos resultados do GPS (MORA-CASTRO et al., 2010).

O mapa da Figura 18 mostra todas os sistemas de falhas tectônicas pouco conhecidas no Haiti. Existem outros sistemas de falhas considerados potencialmente ativos no Haiti, mas estes ainda são muito mal compreendidos (MORA-CASTRO et al., 2010).

Figura 18 - Mapa de falhas tectônicas pouco conhecidas no Haiti



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

5.1.3 Sismicidade Histórica da Ilha de Hispaniola

O primeiro sismo grave reportado na Ilha de Hispaniola data de 2 de dezembro de 1562, data controversa porque há autores que o atribuem a 2 de novembro de 1564. Este sismo ocorreu a nordeste desta ilha e teve uma magnitude estimada de 7,7, com a destruição completa de Santiago de los Caballeros, na República Dominicana, localizada no traçado da Falha Setentrional. A maior parte da cidade de Concepción de La Vega, localizada 35 km a sudeste da atual Santiago, foi destruída (GILLES et al., 2020) e a cidade foi abandonada.

No século XVII, terremotos de magnitude M_w provavelmente 6,5 a 7,5, localizados no sul da ilha (República Dominicana) foram relatados em 1615, 1665, 1673, 1684 e 1691 (GILLES et al., 2020).

De acordo com CIAT (2015), no Haiti, os relatos históricos dos terremotos abrangem um período de pouco mais de 300 anos. As primeiras observações nesta parte ocidental da Ilha de Hispaniola estão relacionadas aos terremotos de 9 de

novembro de 1701, outubro de 1751, novembro de 1751 (CALAIS, 2016). No sul a ilha poderia ser considerada sismicamente calma, exceto pelos eventos pontuais de 1953 na região de Anse a Vitela. A Falha Setentrional se mostrou ativa em 1842, depois em 1887, causando grandes danos no norte do país. Mas o sul esteve desfrutando de 250 anos de quiescência de acordo com os últimos grandes eventos entre 1751 e 1770, até 12 de janeiro de 2010 (CALAIS, 2010; 2016). Assim, Moreau de Saint-Mary (1750-1819) citado por Dieujuste (2015), relaciona calamidades decorrentes de desastres naturais, principalmente terremotos, enquanto Thomas Madiou (1814-1884) descreveria eventos em 1770. Para este último caso, em menos de 20 anos Porto Príncipe teria experimentado dois grandes terremotos que destruíram a cidade, obrigando sua reconstrução.

Após o período colonial (desde o início do século XIX), na península meridional os grandes terremotos registrados são (GILLES et al., 2020):

- 8 de abril de 1860, de magnitude $6,2 \pm 0,3$ com efeitos localizados na península ocidental de Tiburon, e acompanhado por um tsunami na costa norte da Península.

- 27 de outubro de 1952, terremoto de intensidade IX, magnitude 5,9, localizado a 24 km de profundidade. A maioria das casas construídas na parte baixa da cidade, sobre depósitos aluviais, foi parcial ou totalmente destruída. Na parte superior, as casas de madeira foram as mais danificadas.

- 12 de janeiro de 2010, magnitude 7,0, localizado a 20 km da cidade de Porto Príncipe a uma profundidade de 13 km. Terremoto catastrófico, listado entre os cinco mais mortais do mundo, causando destruição muito severa de edifícios. A maioria dos edifícios públicos é destruída, incluindo o palácio nacional, o tribunal, etc. Além dos efeitos diretos, foram observados efeitos induzidos como liquefação e deslizamentos de terra.

Para voltar ainda mais ao passado, são necessários estudos de paleossismologia. O último grande terremoto associado à Falha Setentrional (na República Dominicana) ocorreu entre 770 e 960 anos atrás, segundo estimativas de Prentice et al. (2003), citado por Mazabraud et al. (2007). Além disso, um grande terremoto estatisticamente ocorreria a cada 800 a 1200 anos (MAZABRAUD et al. 2007). Isso sugere que a falha norte está atualmente no final de seu ciclo sísmico, ou seja, próximo ao estado de ruptura (MAZABRAUD et al. 2007). Relativa quiescência desta falha por 180 anos no Haiti não liberou uma quantidade elevada de energia. Atualmente se estaria em um período intersísmico calmo onde esta falha resiste ao

movimento das duas placas (Placa Caribenha e Placa Norte-Americana), acumulando energia elástica por centenas de anos, antes de liberar sua energia e entrar em um novo ciclo sísmico (MAZABRAUD et al. 2007).

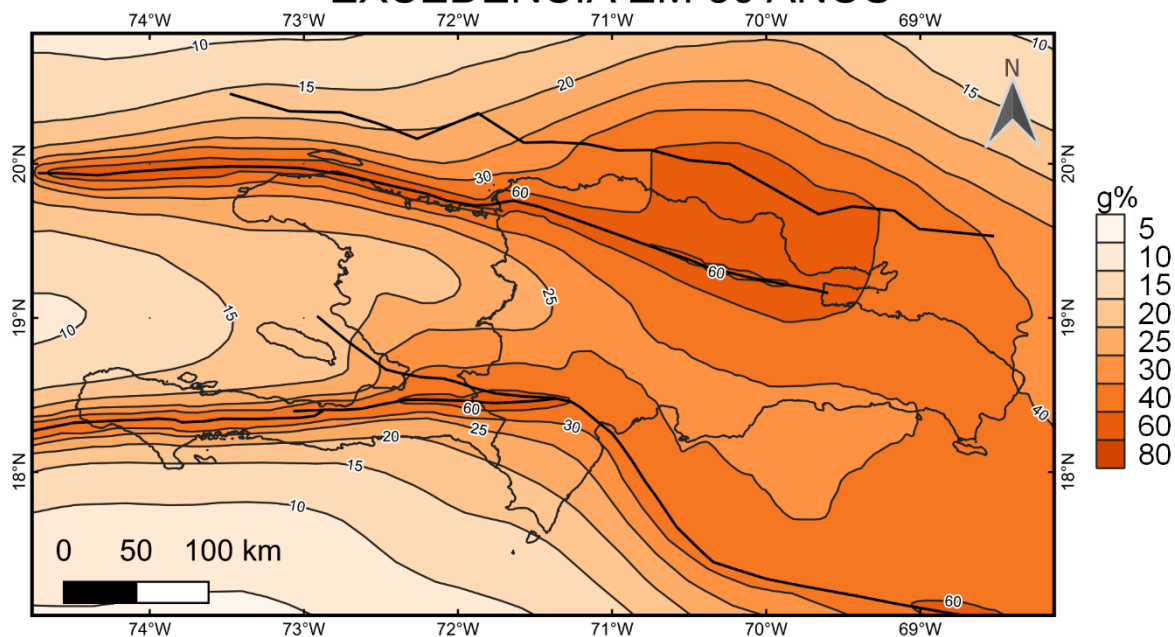
A Falha de Enriquillo e as falhas secundárias associadas na região de Porto Príncipe foram, portanto, reconhecidas como não tendo produzido um grande terremoto desde 1770 e claramente identificadas como fontes potenciais de grandes terremotos (PREPETIT, 2008a; LACASSIN e al., 2013). Na taxa de ~ 7 mm/ano, o tempo decorrido de pelo menos 240 anos foi suficiente para "recarregar" o sistema e acumular tensões para produzir um deslizamento cossísmico de cerca de 2 m sobre a Falha de Enriquillo e, portanto, um terremoto de magnitude em torno de 7,2 (MANAKER et al., 2008; LACASSIN et al., 2013). O risco de um grande desastre sísmico em Porto Príncipe foi anunciado. Deve-se notar, no entanto, que na ausência de estudos paleossismológicos ou análises mais aprofundadas de documentos de arquivo, não é possível descrever com precisão a história sísmica do Haiti ou atribuir terremotos históricos com certeza a segmentos de falhas bem identificadas (LACASSIN et al., 2013).

5.2 ESTIMATIVA DA AMEAÇA SÍSMICA NO HAITI

A partir da estimativa do potencial sismogênico de falhas conhecidas no Haiti, medições geodésicas de GPS e do histórico de terremotos na região, a probabilidade de excedência da aceleração do solo foi obtida pelo método da análise probabilística de ameaça sísmica (PSHA, em inglês) do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, em inglês) (MORA-CASTRO et al., 2010). Foi em 2010 que a ameaça sísmica do Haiti foi reavaliada, onde os mapas produzidos (Figuras 19 e 20) correspondem à aceleração máxima do solo (PGA), à aceleração espectral de 1,0 s (S1 para longo período), à aceleração espectral de 0,2 s (SS para curto período), com probabilidade de excedência (PE) de 10% e 2% em 50 anos, respectivamente (período de retorno 475 e 2.475 anos respectivamente) (FRANKEL et al., 2010). Para BRGM e CIAT (2015), a aceleração é expressa como uma porcentagem da aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). No mapa de ameaça sísmica (Figuras 19 e 20), 3 níveis são indicados: 1) alto ($\text{PGA} > 48\% g$); 2) médio (PGA entre 25 e 48% g); 3) moderado ($\text{PGA} < 25\% g$).

Figura 19 - PGA (%) com 10% de probabilidade de excedência em 50 anos na Ilha Hispaniola.

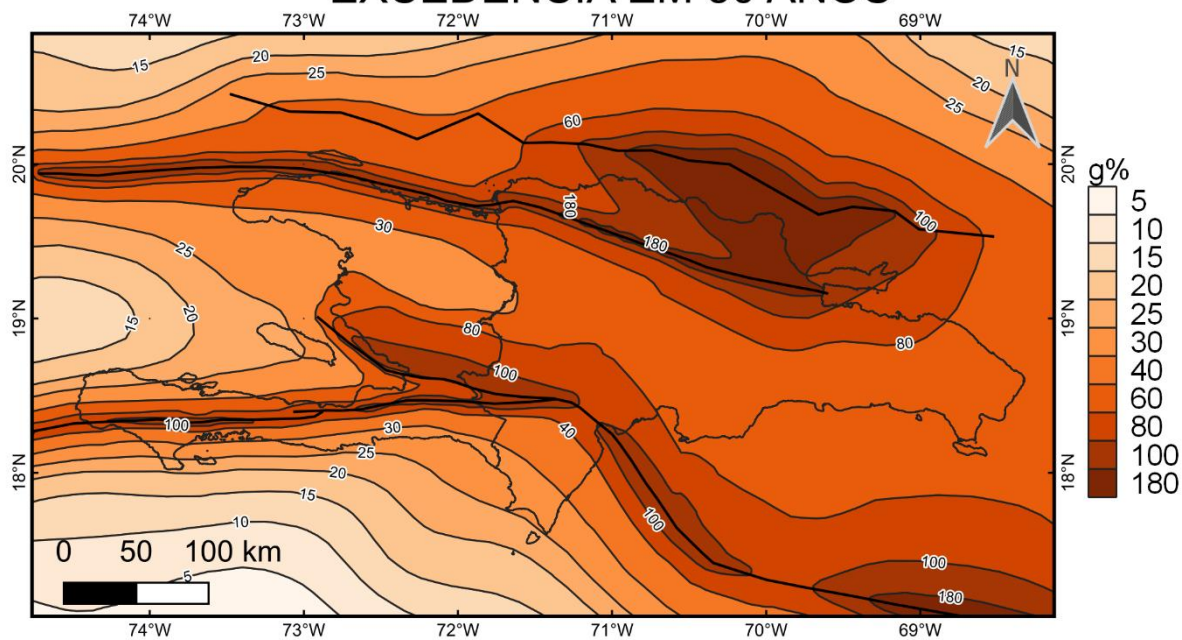
PGA (%g) COM 10% DE PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA EM 50 ANOS



Fonte: adaptado de Frankel et al., 2010

Figura 20 - PGA (%) com 2% probabilidade de excedência em 50 anos na Ilha Hispaniola.

PGA (%g) COM 2% DE PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA EM 50 ANOS



Fonte: adaptado de Frankel et al., 2010.

Os mapas das figuras 19 e 20 mostram que existe uma ameaça significativa de terremoto no Haiti e na República Dominicana. O mapa com 10% de PE em 50 anos apresenta a maior ameaça em torno da zona de subducção Nordeste, a zona de subducção Muertos e as falhas Setentrional e Enriquillo. O mapa com 2% de PE em 50 anos também traz uma alta ameaça ao longo da zona de falha de Matheux Neiba. O perigo desta falha é maior no mapa de 2% PE em 50 anos do que no mapa de 10% PE em 50 anos porque tem um tempo de retorno estimado relativamente longo de cerca de 300 anos para terremotos com $M_w \geq 6,5$ (FRANKEL et al., 2010).

O período de 50 anos corresponde à vida média de um edifício. A probabilidade de 10% em 50 anos equivale a uma probabilidade anual de 1 em 500 e a probabilidade de 2% em 50 anos a uma probabilidade anual de 1 em 2500. É importante entender que a estratégia escolhida em países expostos à ameaça sísmica é que os padrões sísmicos devem protegê-los de eventos de baixa probabilidade e alto impacto. A probabilidade de 2% em 50 anos deve ser utilizada para o projeto de estruturas que preservem a vida de seus ocupantes (as quais não devem desmoronar). A probabilidade de 10% em 50 anos deve ser usada para o projeto de estruturas que devem permanecer operacionais após o terremoto (MORA-CASTRO et al., 2010).

Nesta fase, a avaliação da ameaça é à escala regional, quando se obtém uma ordem de grandeza dos possíveis valores de aceleração em áreas relativamente grandes (FRANKEL et al., 2010).

Nesta representação, a ameaça de alto nível corresponde aos setores localizados próximos aos principais sistemas de falhas ativos: Enriquillo, ao sul, Setentrional, ao norte. Este mesmo estudo também indica um alto nível de ameaça para as falhas da cadeia Matheux ao norte da planície do Cul-de-Sac (BRGM; CIAT, 2015).

Finalmente, um nível moderado de ameaça diz respeito a áreas ao largo do Golfo de Gonâve, bem como na parte sul da península meridional (BRGM; CIAT, 2015). Em última análise, do ponto de vista prático, toda a ilha está exposta à ameaça média e alta.

6 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DO HAITI

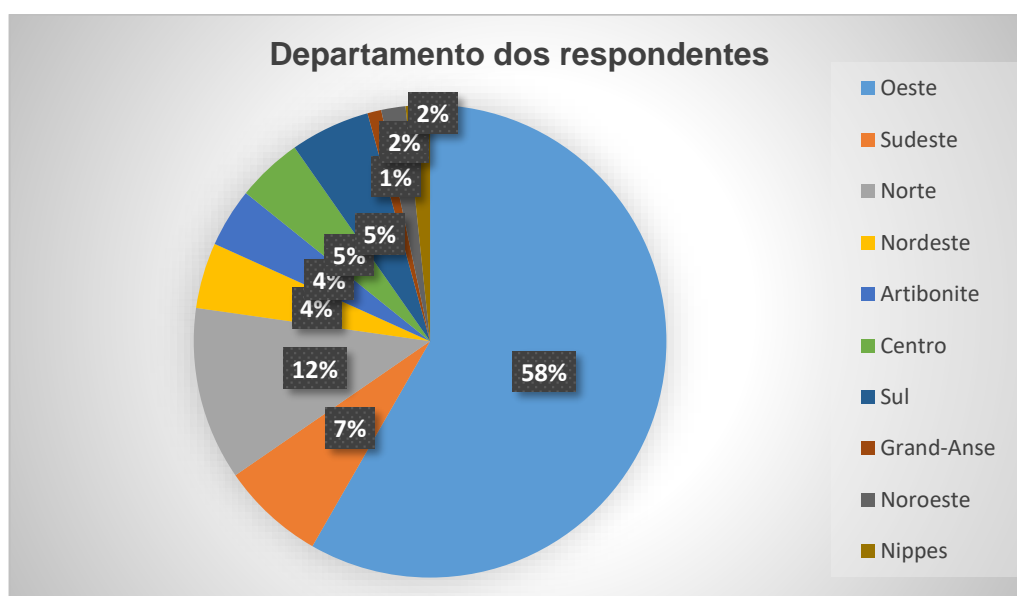
Este capítulo aborda analiticamente a vulnerabilidade sísmica no plano social do Haiti. Neste tópico estão incluídas as observações de pessoas entrevistadas (profissionais das Geociências - atores 1 e 2; ver 2.1.2) como respondentes de questionários *on-line* (ver 2.1.3).

6.1 A REPRESENTAÇÃO DA AREA DE ESTUDO FACE AOS RISCOS SÍSMICOS (OS RESPONDENTES)

Em primeiro lugar, de acordo com os resultados da pesquisa, descobre-se que 58% dos entrevistados estão no departamento do Oeste, o maior da República do Haiti (Figura 21). Dado o ritmo de seu desenvolvimento, o que inclui uma significativa atratividade econômica e social, a cidade de Porto Príncipe (capital do Haiti) torna-se sistematicamente um centro de enorme interesse para todas as pessoas que experimentam o êxodo rural. Miséria, como realidade, e educação adequada até o nível superior, como expectativa, são algumas das causas que explicam essa atração pela cidade de Porto Príncipe.

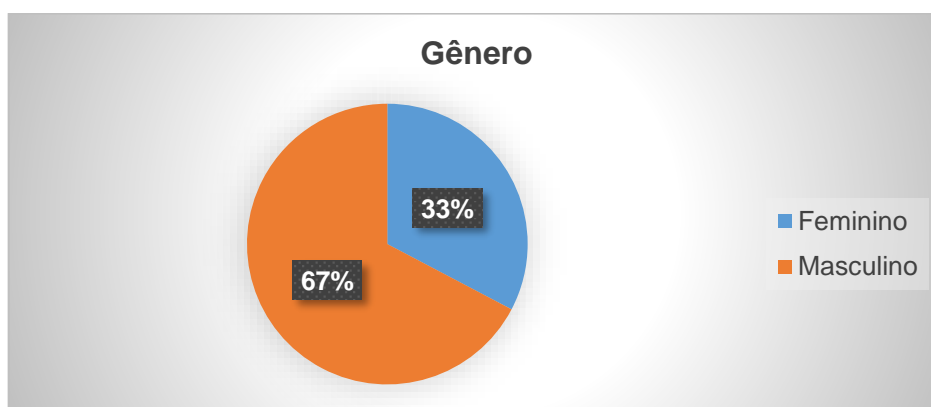
Refira-se que, perante as ameaças sísmicas aqui mencionadas, na sequência do terremoto devastador de 2010, a população deste departamento está mais flexível para participar da aplicação de questionários sobre este tipo de fenômeno.

Figura 21 - Gráfico representando o departamento dos respondentes.



A pesquisa contou com um universo de 422 pessoas, selecionadas aleatoriamente, em formato *on-line* e atingindo todo o território do Haiti, com todos os participantes voluntários. As pessoas que participaram desta pesquisa são mais bem instruídas e de nível econômico mais elevado. A Figura 22 mostra que de cada três participantes pesquisados, dois são do sexo masculino e um do feminino.

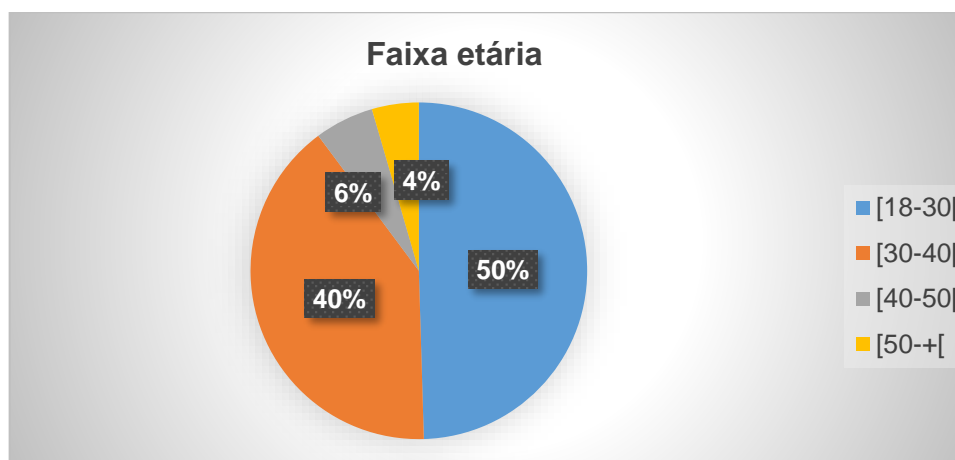
Figura 22 - Gráfico representando o gênero dos respondentes



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

O questionário foi dirigido principalmente a indivíduos com mais de 18 anos (Figura 23), com a população da área de estudo dividida em quatro faixas etárias, 50% das quais no grupo de 18 a 30 anos.

Figura 23 - Gráfico representando a faixa etária dos respondentes



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

6.2 OS FATORES SOCIODEMOGRÁFICOS DA VULNERABILIDADE NO HAITI

Um elemento importante a respeito da vulnerabilidade é a população. De acordo com os dados mais recentes do IHSI (2015), o Haiti é um país pequeno e densamente povoado, com uma população de cerca de 10,9 milhões de pessoas e uma densidade média de 403 habitantes por km². Isso constitui um importante fator de vulnerabilidade. Ainda de acordo com IHSI (2015), 52% da população do Haiti está concentrada em áreas urbanas, em um quadro que vem se acentuando ao longo dos anos. O quadro 4 apresenta dados das diferentes unidades geográficas que permitem ilustrar a situação para cada departamento.

Quadro 4 - Unidade geográfica, população total, área e densidade estimadas em 2015.

Unidade geográfica	População total	Área em km ²	Densidade
Departamento de Oeste	4.029.705	4 982,56	809
Departamento de Sudeste	632.601	2 034,10	311
Departamento de Norte	1.067.177	2 114,91	505
Departamento de Nordeste	393.967	1 622,93	243
Departamento de Artibonite	1.727.524	4 886,94	353
Departamento de Centro	746.236	3 487,41	214
Departamento de Sul	774.976	2 653,60	292
Departamento de Grande Anse	468.301	1 911,97	245
Departamento de Noroeste	728.807	2 102,88	347
Departamento de Nippes	342.525	1 267,77	270

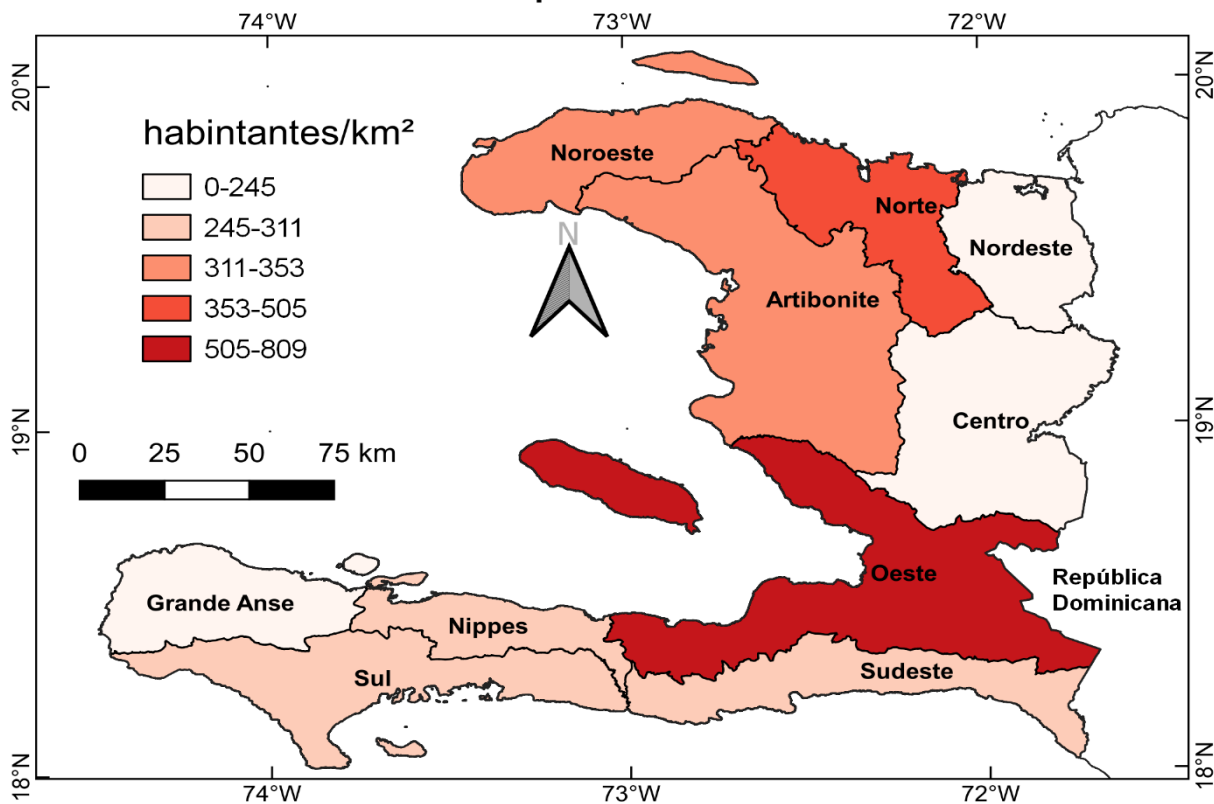
Fonte: IHSI, 2015

Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

Na figura 24, mostra-se que a área de estudo está dividida em dez ambientes sociais, com a maioria da população concentrada nos departamentos Oeste e Norte. Esses ambientes estão cada vez mais vulneráveis aos riscos sísmicos, sabendo-se que no Norte e no Sul da península, a sismicidade é alta (FRANKEL et al., 2010).

Figura 24 - Mapa da densidade populacional por departamento do Haiti

Mapa da densidade populacional do Haiti por departamento



Organizado por: Djimy Dolcin, 2022

A população do Haiti é muito vulnerável aos riscos de terremotos. Na verdade, a maioria das cidades com alta densidade populacional, como a capital do Haiti, com densidade de 38.663 habitantes por km², Cabo-Haitiano com 13.454 habitantes por km², Forte Libertade 11.042 habitantes por km², Cayes 9.664 habitantes por km², a cidade de Porto de Paz 15.501 habitantes por km² (IHSI, 2015). A densidade da população nas várias cidades ameaçadas pela sismicidade no Haiti é o principal fator de vulnerabilidade.

No entanto, o território do Haiti é cortado por quatro sistemas tectônicos rúpteis principais que podem produzir terremotos de forte magnitude (Figura 17). Dos dez departamentos, oito deles, incluindo em particular o oeste (na liderança) e o norte, apresentam um nível alarmante de vulnerabilidade aos riscos sísmicos em relação à sua densidade populacional.

6.3 OS FATORES SOCIOECONÔMICOS DA VULNERABILIDADE DAS POPULAÇÕES NO HAITI

De acordo com Joseph et al. (2016), o Haiti tem uma alta porcentagem de pobres e muito pobres, analfabetos, famílias com muito pouco acesso à terra, famílias com baixa renda e com acesso insuficiente ao consumo alimentar e serviços sociais básicos. A grande maioria da população haitiana, ou seja, 59%, representando 6,3 milhões de pessoas, é estimada como pobre, dos quais 2,5 milhões de pessoas vivem abaixo da linha da pobreza, onde seus meios de subsistência muito frágeis são frequentemente afetados por vários perigos aos quais estão expostos. 80% dos mais vulneráveis vivem em áreas rurais, o que leva estas populações a escolherem a migração interna e externa como forma de acesso a uma vida melhor. Ao mesmo tempo, quase 22% da população geral do país vive na região metropolitana do Departamento Oeste. Isso levou a uma urbanização descontrolada nas principais cidades e, em particular, na área metropolitana de Porto Príncipe. Esses fatores socioeconômicos, entre outros, expõem as famílias a situações muito precárias e limitam suas capacidades de enfrentar e se recuperar de vários choques recorrentes. Além disso, de acordo com o último relatório do PNUD (2020) sobre o Índice de Desenvolvimento Humano da ONU, o Haiti está classificado em 170º lugar no mundo, entre 189 nações consideradas, sendo o único país das Américas na categoria de IDH baixo. Recentemente classificado como o 22º país mais “em risco” no Relatório de Risco Mundial 2020 realizado pela RUB (Ruhr Universität Bochum) (2020), o que significa que o Haiti tem um índice geral de vulnerabilidade muito alto.

6.4 OS FATORES SOCIOAMBIENTAIS: ENTRE APROPRIAÇÃO E ORDENAMENTO

No caso do Haiti, conforme já mencionado, a vulnerabilidade socioeconômica é dominante. Mas, em vista dos danos significativos infligidos às edificações durante o terremoto de 12 de janeiro de 2010, esses eventos constituem um estado de risco permanente e até crescente. Isto se dá em decorrência de que a maior parte das cidades do país, com alta densidade populacional, está localizada em contextos naturais desfavoráveis: planícies de inundação, litoral, áreas declivosas, proximidade de falhas sismicamente ativas (BRGM; CIAT, 2015).

Diante dos modos de apropriação dos espaços, as pessoas dos bairros marginais tornam-se vulneráveis, mas isso não impede que demonstrem um forte apego ao contexto local. Os danos do terremoto de 12 de janeiro de 2010 não resultaram em uma consciência qualificada e mesmo os tomadores de decisão se mostram muito passivos em termos de ações concretas em campo, de acordo com o ator 2. Ainda hoje, as pessoas em bairros precários mantêm seus ritmos e modelos construtivos, práticas destrutivas que aumentaram o peso dos danos sem levar em conta os riscos sísmicos existentes. Uma postura de resignação é visível através da perpetuação da autoconstrução em áreas de risco. Estas são facilitadas pela ausência de medidas regulatórias por parte das autoridades políticas e administrativas devido à sua lentidão na intervenção (ator 2). Segundo este entrevistado, as construções são inadequadas nas áreas de expansão. As estratégias de gestão do espaço levam a crer que, no que diz respeito aos sismos, estes foram apagados da memória coletiva da população.

De acordo com um estudo da IFCR (sigla em inglês para Federação Internacional das Sociedades da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho) em 2015, a vulnerabilidade do Haiti é agravada não apenas pela densidade de sua população urbana, mas também por um grande número de estruturas informais e infraestrutura pública e privada relativamente frágeis.

Nesse contexto de vulnerabilidade, devem ser destacados alguns outros fatores que agravam a situação no Haiti, segundo Lentini (2012):

- Lacuna no conhecimento dos elementos sísmicos: não há conhecimento de todas as falhas ativas no Haiti, nem de seu período de recorrência. O trabalho de campo detalhado ainda precisa ser feito.
- Falta de estudos abrangentes sobre a amplificação local das ondas sísmicas: litologia, tipologia do solo, morfologia e topografia podem causar zonas de amplificação sísmica, que devem ser levadas em consideração no planejamento do uso do solo.

Todos esses fatores de risco, quando presentes, tornam precárias as condições de vida da população.

7 ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO

Este capítulo, trata a questão da análise do risco sísmico do Haiti no plano da apreciação de risco, também incluindo observações dos atores entrevistados.

Segundo BRGM e CIAT (2015), no Haiti, a gestão de riscos e desastres é responsabilidade desde 2001 do Sistema Nacional de Gestão de Riscos e Desastres (SNGRD). O SNGRD tem duas missões principais:

- 1) Agir sobre as causas que geram o estado de risco de forma a reduzir as possibilidades de desastres;
- 2) Reforçar a capacidade de resposta às necessidades em caso de desastres em todos os níveis: central, departamental, municipal e local.

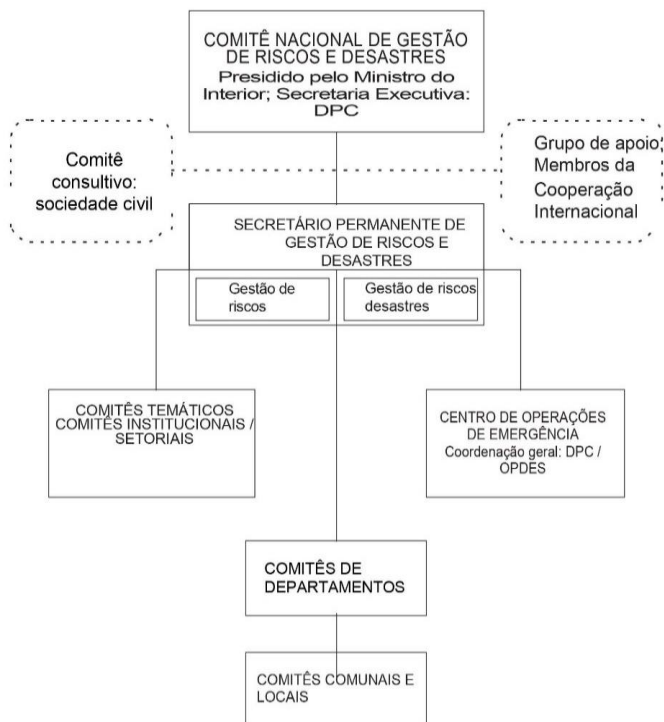
De acordo com Joseph et al. (2016), durante anos a gestão de riscos e desastres esteve sob o controle do SNGRD. Por outro lado, desde que foi instituído, o SNGRD nunca teve um projeto de lei claramente destinado a legalizar seu modo de funcionamento, o que configura uma aberração de estado. Existe um decreto-lei desde 2005 que estabelece as atribuições do MDE (Ministério do Meio Ambiente) em termos de gestão ambiental, apesar dos desafios estruturais que persistem. São artigos sobre riscos relacionados a fenômenos naturais no Haiti (MDE, Decreto-lei de 2005, p. 35):

- Artigo 148.-** O Estado tem a obrigação de preparar e implementar Planos de Prevenção e Resposta a Desastres Ambientais. O Sistema Nacional de Gestão de Riscos e Desastres está sob a supervisão do Ministério do Interior e Comunidades Territoriais.
- Artigo 149.-** As áreas de risco ambiental (climático, sísmico ou hidrológico) serão identificadas, mapeadas e serão objeto de programas de informação pública a cargo do Ministério do Meio Ambiente. Essas informações devem ser levadas em consideração nos planos de ordenamento do território em questão, em qualquer escala.
- Artigo 150.-** Devido à posição da República do Haiti em uma zona ciclônica e sua conformação geológica e morfológica, os riscos climáticos, meteorológicos e sísmicos são grandes nessa zona. O Estado estabelecer padrões para a prevenção e mitigação dos riscos relacionados.
- Artigo 151.-** O Ministério do Meio Ambiente estabelecerá um sistema de controle adequado para cobrir o risco ambiental levando em consideração a especificidade deste último.

7.1 QUADRO INSTITUCIONAL PARA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES NO HAITI

O Sistema Nacional de Gestão de Riscos e Desastres (SNGRD) é supervisionado pelo Comitê Nacional de Gestão de Riscos e Desastres (CNGRD), presidido pelo Primeiro-Ministro e do Ministro do Interior e Comunidades Territoriais (MICT) (Figura 25). Conta com várias instituições públicas haitianas preocupadas com a gestão de riscos e desastres. O DPC (Diretoria de Proteção Civil) coordena as ações da SPGRD (Secretaria Permanente de Gestão de Riscos e Desastres). Localmente, cada departamento é representado por um conselho próprio, bem como por comitês municipais e locais. Esta organização reúne, portanto, atores centrais, departamentais, municipais e locais de gestão de risco. Esses comitês se tornam centros de operações de emergência em caso de um evento potencialmente catastrófico (BRGM; CIAT, 2015). Toda essa estrutura nacional trabalha em colaboração, por meio de uma série de mecanismos de coordenação, com diversas ONGs (Organizações Não Governamentais) e instituições nacionais e internacionais (MATHIEU et al., 2002).

Figura 25 - Diagrama da composição de SNGRD



Fonte: adaptado de MICT/DPC, 2001

7.2 OS DIFERENTES ATORES DA GESTÃO DE RISCOS NATURAIS NO HAITI

Segundo Leone et al. (2010, p. 19),

O homem participa do processo de produção do risco, seja expondo-se (voluntariamente ou não) aos fenômenos naturais, seja não tomando as medidas de proteção ou prevenção necessárias. Quando se instalam em áreas propensas a inundações, sem conhecimento dos padrões de construção relativos aos fenômenos sísmicos, ajudam a se preparar para danos futuros.

A gestão de riscos para Leone et al. (2010) é uma questão de atores, especialistas e políticos / tomadores de decisão, bem como a complexidade de sua relação. Trata-se de um sistema dinâmico em que o comportamento dos atores é central.

A este respeito, para Leone et al. (2010, p. 230), a gestão de riscos é “uma atividade que muitas vezes exige políticas públicas”. Entretanto, para eles, a gestão de riscos e desastres não deve ser reduzida apenas a políticas públicas, sejam elas locais, nacionais ou internacionais. Os primeiros atores na gestão de risco são os cidadãos e os próprios habitantes das áreas expostas.

Muitos participantes estão envolvidos na gestão de riscos em diferentes níveis (cf. quadro 5). Os atores compartilham a pesada tarefa de gestão de riscos no Haiti:

Quadro 5 - Diferentes atores na gestão de riscos naturais no Haiti

(continuação)

Instituição	Missão no âmbito da prevenção de riscos
CIAT	A missão do CIAT é definir a política governamental em termos de ordenamento do território, proteção e gestão de bacias hidrográficas, gestão da água, saneamento, urbanismo e equipamentos.
MDE/ONQEV	Promover mecanismos estruturados e dinâmicos de estímulo ao intercâmbio de informações, produção de dados e análises científicas para a gestão racional do meio ambiente e monitoramento da vulnerabilidade aos desastres naturais no Haiti.
MTPTC /BME/UTS	A missão essencial do UTS é 1) Monitorar a sismicidade local e regional; 2) Centralizar e arquivar dados sismológicos para fins de pesquisa em Ciências da Terra; 3) Informar os órgãos de decisão e a população sobre a atividade sísmica do país enquanto trabalha para levar em consideração o risco sísmico como parte da reconstrução do país.

Quadro 5 - Diferentes atores na gestão de riscos naturais no Haiti

(conclusão)

Instituição	Missão no âmbito da prevenção de riscos
MTPTC /DTP/SPU	Elabora planos de desenvolvimento e planos diretores de centros urbanos e rurais. Estabelece regulamentos de urbanismo e normas técnicas.
MTPTC/LNBTP	Ele controla a qualidade da infraestrutura em construção e a aplicação dos padrões definidos. Também está envolvida em estudos geotécnicos, pesquisa aplicada em materiais de construção e na promoção de normas de engenharia civil.
MTPTC/ SEMANA/CODOMAR	A SEMANAH é responsável pelos faróis e balizas, pelo tráfego marítimo e pelo cumprimento das atividades navais em todo o território. O CODOMAR administra o centro nacional de alerta de tsunami, o qual deve permitir que as autoridades tenham dados em tempo real anunciando um risco de terremoto seguido de tsunami. Ele fornece informações e conscientização sobre o risco de um tsunami.
MPCE/CNIGS	O CNIGS tem como missão produzir e divulgar informação geográfica atualizada e confiável em todo o território nacional através da utilização de tecnologias modernas adequadas, garantindo a disponibilidade de métodos, ferramentas, produtos e formação para apoiar o planejamento das ações de desenvolvimento sustentável do país.
MICT/DPC	Ela se preocupa principalmente com a gestão de riscos e desastres em todo o Haiti. Como tal, o DPC atua como o órgão executor do SNGRD. Coordena o SPGRD e também as entidades sob esta estrutura, incluindo as comissões departamentais, municipais e locais de proteção civil.

Fonte: BRGM e CIAT, 2015

7.3 DADOS INSTITUCIONAIS E POLÍTICOS DE REDUÇÃO DA VULNERABILIDADE FÍSICA DAS POPULAÇÕES NO HAITI E RETORNOS DA EXPERIÊNCIA

A gestão do risco sísmico é antes de tudo uma responsabilidade pública (LEONE et al., 2010). Requer a vontade das autoridades para estabelecer as bases de uma estratégia nacional. De acordo com o ator 1, até agora, o Haiti está desprovido de qualquer legislação específica que preveja uma estrutura institucional formal, bem como as obrigações e responsabilidades do sistema nacional de GRD (referido no Haiti como o “Sistema Nacional de Gestão de Riscos e Desastres” - SNGRD).

Durante a entrevista com atores especialistas (1 e 2), eles mostraram suas preocupações sobre os riscos representados por ameaças sísmicas para o Haiti. De que, em caso de acidente, seria improvável lidar adequadamente com a situação. A

falta de envolvimento das instituições públicas no acompanhamento das novas construções, a ausência de recursos financeiros de algumas outras instituições são as principais causas da perpetuação da vulnerabilidade, segundo o ator 1. Além disso, em suas palavras se destaca a percepção de que inexistente uma política de gerenciamento de riscos ou de controle da execução de obras civis. No que diz respeito à vulnerabilidade sísmica ao ambiente, é evidente a falta de responsabilização do Estado haitiano.

Até o presente momento, teria havido pouca ação significativa para reforçar edifícios existentes ou buscar mecanismos de realocação, a fim de reduzir a vulnerabilidade de certas cidades ameaçadas, argumentou o ator 2. Ele contou que desde 2012 existe um código de construção e um guia para profissionais que lidam com a questão das leis e regulamentos de planejamento urbano no Haiti, os quais não seriam realmente aplicados. O que significa que há falta de informação e treinamento para a aplicação de regulamentos sísmicos.

A situação foi agravada pela interação entre a pressão demográfica e a migração em massa para os centros urbanos. Como resultado, algumas cidades do Haiti são formadas por um anel de favelas distribuídas tanto nas colinas quanto nas áreas pantanosas das planícies. Provavelmente a maioria da população hoje vive em seus bairros. De acordo com o ator 1, a urbanização dessas cidades continuou de forma difusa e não planejada, sem respeitar normas de planejamento e construtivas.

Diante da amplitude desse risco sísmico e levando em conta a pouca articulação das políticas públicas de meio ambiente nos municípios atingidos, algumas ONGs, associações de moradores e municípios têm formado redes para tentar trazer melhorias para a situação, como seria o caso do PNUD, de acordo com os 2 atores.

Desde 12 de janeiro de 2010, a pesquisa na área de risco sísmico avançou significativamente (especialmente conhecimentos sobre as ameaças sísmicas), com destaque para:

- Estudo de microzoneamento sísmico (Haiti);
- Diagnósticos de vulnerabilidade de infraestrutura em 4 cidades do Norte do Haiti;
- Estimativa de Risco Sísmico no Norte do Haiti;
- Avaliação dos riscos ligados a tsunamis no Norte de Hispaniola;
- Guia metodológico para redução de riscos naturais em áreas urbanas do Haiti;
- Exercício de simulação;

- Formação de alguns técnicos em construção sísmica (engenheiros civis, mestres de obras, pedreiros);
- Algumas campanhas de conscientização;
- Um plano de desenvolvimento para o norte/nordeste - corredor Cap-Ouanaminthe;
- Leis e regulamentos de planejamento urbano no Haiti;
- Um mareógrafo localizado no porto de Cap-Haitien;
- Estações sismológicas;
- Um código de construção;
- Um plano de contingência sísmica departamental para o departamento Norte;
- Um plano de evacuação de tsunami para a cidade de Cap-Haitien;
- Um programa de mestrado em geociências, opção georriscos, na Faculdade de Ciências da Universidade do Haiti (URGéo-FDS-UEH);
- Um programa de mestrado em planejamento urbano resiliente e desenvolvimento de territórios em risco na Faculdade de Ciências da Universidade do Haiti (URBARTeR-FDS-UEH).

Desde o terremoto de 2010, progressos interessantes foram feitos para reduzir a vulnerabilidade da população haitiana aos riscos sísmicos que ela enfrenta. Esta dinâmica inclui um conjunto de importantes trabalhos implementados, nomeadamente na temática da compreensão do risco. Em conexão com o tema, foi proposta a instalação de uma rede de monitoramento sísmico com protocolo adequado para a produção e distribuição de informações relacionadas à sismicidade local. Assim nasceu a Unidade Técnica em Sismologia (UTS) da Secretaria de Minas e Energia (BME) que mantém desde o final de 2010 uma rede de monitoramento sísmico, composta por um conjunto de sismômetros instalados em diferentes regiões do país (JOSEPH et al., 2016).

Apesar de todas as conquistas em termos de ação, os atores especializados estão muito preocupados com o óbvio estado de ameaça. Consideram que o Estado central deve fornecer os meios necessários às instituições envolvidas na gestão dos riscos sísmicos para fazer cumprir as medidas preventivas em vigor. Acreditam que, no Haiti, é a política que tem precedência sobre tudo. Ainda hoje, não se alcançou nem 30% do patamar necessário para responder ao resgate de moradores expostos aos perigos dos riscos sísmicos. Por outro lado, desde o terremoto de 12 de janeiro de 2010, notou-se que o trabalho científico avançou consideravelmente, com o apoio

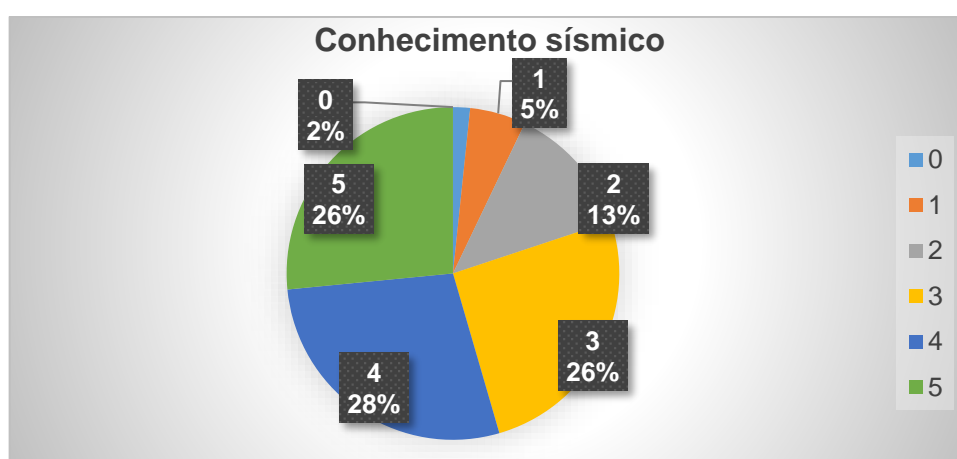
de algumas ONGs internacionais de prevenção, de modo que se houver boa vontade e compromisso com conhecimento técnico-científico robusto, pode-se esperar uma situação melhor. No Haiti, embora haja um PPRS (Plano de Prevenção de Risco Sísmico) para algumas cidades ameaçadas por terremotos, não há cumprimento de suas normas.

No contexto atual, segundo estes especialistas, embora a falta de meios financeiros pareça ser a principal causa no campo da gestão de riscos, uma melhor política é essencial para estabelecer o papel de todos os atores em campo. O estabelecimento de objetivos, a implementação de estratégias para alcançá-los e o seu controle deve ser o objeto desta política. Para evitar tais danos em caso de novos sismos, torna-se necessário levar em consideração a gestão do território em caso de terremotos nas áreas urbanas do Haiti.

7.4 INFORMAÇÕES SOBRE O CONHECIMENTO DO FENÔMENO SÍSMICO

Como você classificaria seu conhecimento sobre terremotos? O zero representa ignorância total e cinco representa conhecimento pleno. Sobre essa questão, o conhecimento do grupo entrevistado é muito alto, pois 80% possuem um conhecimento médio a pleno sobre o assunto (Figura 26).

Figura 26 - Gráfico representando o conhecimento sísmico dos respondentes

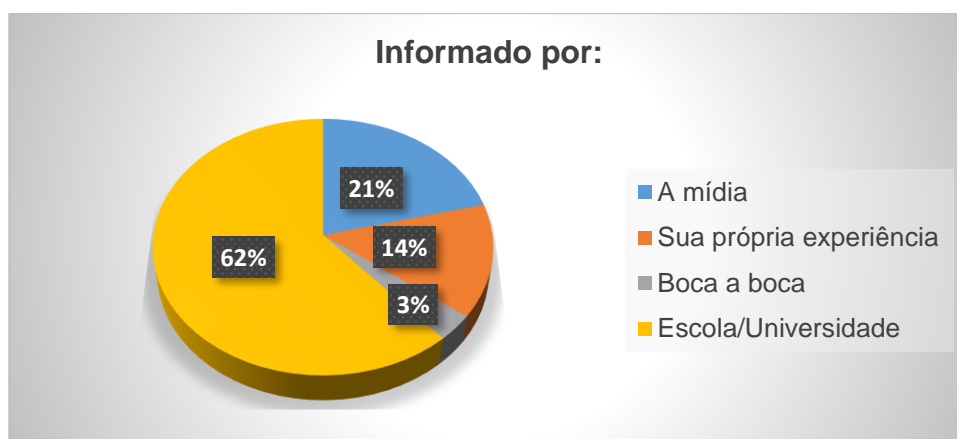


Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

Da mesma forma, 62% dos que participaram desta pesquisa declararam ter aprendido algumas noções sobre o fenômeno por meio da escola/universidade (Figura

27). Por outro lado, os restantes 38% das pessoas têm outras fontes de informação sobre este fenômeno sísmico do Haiti.

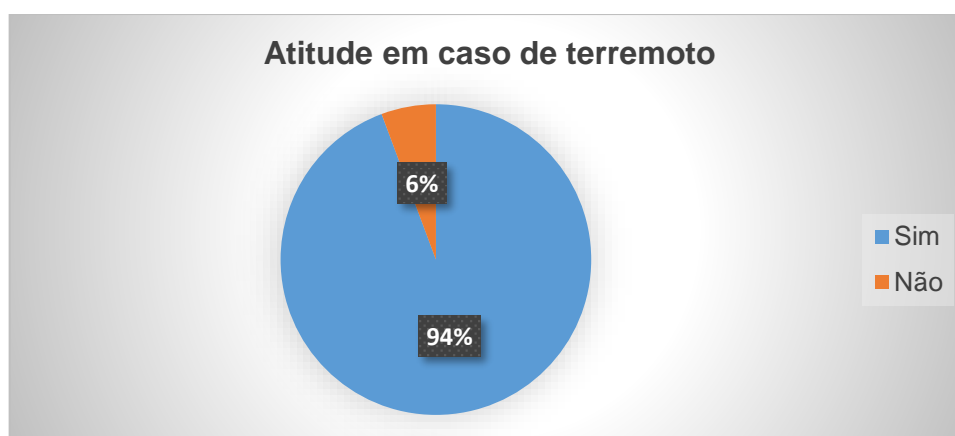
Figura 27 - Gráfico representando a fonte da informação dos respondentes



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

Quanto à atitude da população em relação ao fenômeno, a maioria (94%) sabe como se comportar em caso de tremor, com a mesma quantidade alegando um conhecimento realista dos fenômenos e um conhecimento razoável dos meios individuais de proteção (Figura 28).

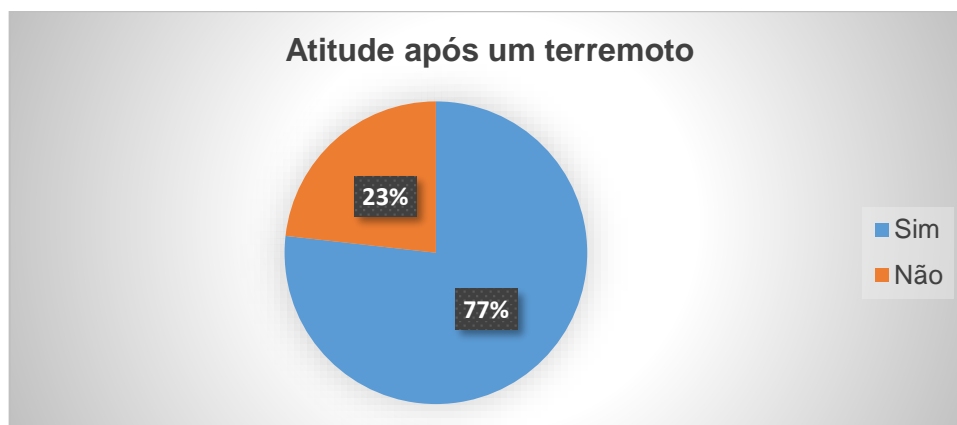
Figura 28 - Gráfico representando a atitude durante de terremoto



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

Da mesma forma, nesta mesma perspectiva, 77% declaram saber como se comportar após um terremoto (Figura 29).

Figura 29 - Gráfico representando a atitude após um terremoto

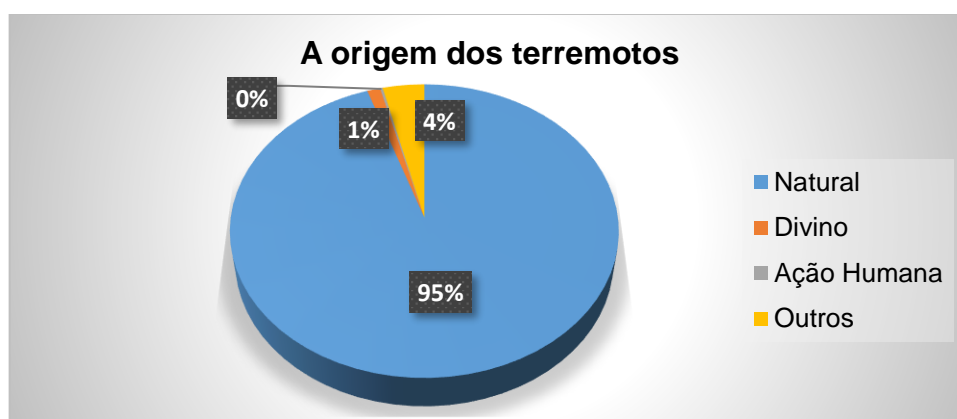


Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

7.5 PERCEPÇÃO DAS PESSOAS SOBRE OS RISCOS SÍSMICOS

Em relação ao conhecimento dos entrevistados sobre a origem do fenômeno sísmico, um percentual de 95% das pessoas acredita que é natural, 1% divino, 0% antrópico e 4% neutro (Figura 30). De fato, nenhum dos entrevistados acredita no envolvimento das atividades humanas como agente causador do fenômeno sísmico, enquanto 1% associa a uma força externa. Como resultado, para esse conjunto de pessoas há pouco que possa ser feito para reduzir o risco sísmico. Apesar de haver uma evolução na percepção dos habitantes em relação aos sismos, segundo os atores (1 e 2) a forma com que a sociedade continua a se apropriar dos espaços naturais não tem se modificado. Isso explicaria em grande parte a vulnerabilidade do Haiti.

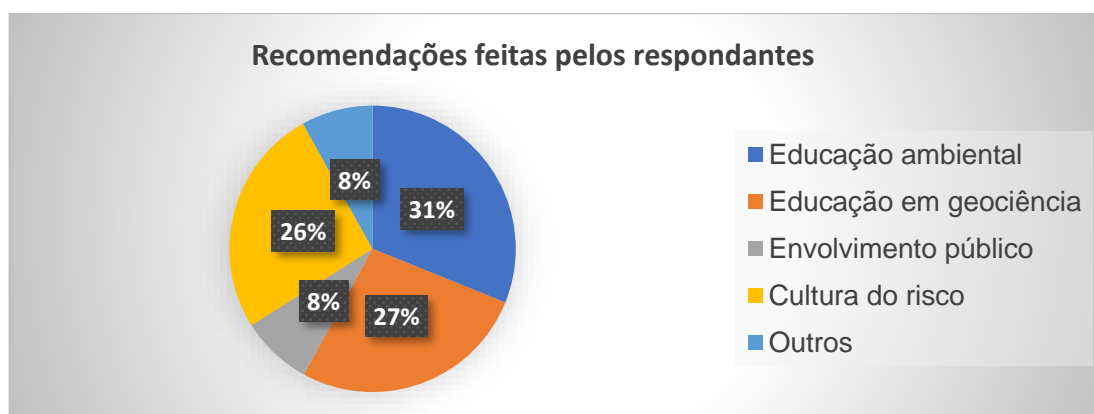
Figura 30 - Gráfico representando a origem dos terremotos



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

Durante a investigação, o grupo de respondentes fez uma recomendação sobre o assunto, baseada em suas deficiências diante desse fenômeno natural, ligada à própria falta de percepção de sua existência ou probabilidade de ocorrência. Somente após o desastre de 12 de janeiro de 2010, em Porto Príncipe, que eles começaram a ter um pouco de consciência da ameaça sísmica e também tristemente de seu destino se não tomarem as medidas adequadas (Figura 31). A maioria dos entrevistados, 84%, acha que a educação ambiental, a educação em geociências e a cultura do risco são os primeiros fatores a serem destacados.

Figura 31 - Gráfico representando as recomendações feitas pelos respondentes



Organizado por: Djimy Dolcin, 2021

Os resultados da pesquisa realizada sobre o conhecimento e a percepção do fenômeno sísmico no Haiti mostram que os moradores das cidades têm alguma consciência do risco sísmico. Isso explica em parte o esforço de alguns atores especializados para reduzir a vulnerabilidade psicossociológica da população haitiana aos riscos sísmicos. Como apontaram os entrevistados, o grande problema da gestão de riscos sísmicos no Haiti está na falta de conhecimento do território e de cultura nos métodos de construção por causa da pobreza. Nesse contexto de sismicidade do Haiti, o que fazer? Para eles, a adoção de práticas em sintonia com o conceito de geoética se apresenta como uma alternativa necessária na gestão de riscos sísmicos no Haiti. Sobre este assunto, o ator 1 declarou ser necessária uma abordagem geoética também para os atores decisores, pois muitas vezes recomendações que os atores especialistas fizeram às autoridades envolvidas não foram levadas em consideração.

8 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCOS SÍSMICOS NO HAITI: O PAPEL DOS CONCEITOS DE GEOÉTICA E GEODIVERSIDADE

Para introduzir o papel dos conceitos de geoética e geodiversidade dentro das geociências, usam-se as palavras de Bohle et al. (2017), em que:

Uma compreensão completa da dinâmica do sistema terrestre requer uma visão das interações pessoas-pessoas e pessoas-Terra. Interações robustas do sistema humano-Terra exigem conhecimentos científicos e técnicos confiáveis, bem como considerações valiosas sobre as implicações éticas, sociais e culturais das atividades humanas (BOHLE et al., 2017, p. 1).

O "pensamento geoético" é uma reflexão sobre as implicações e aplicações da geoética que podem estar dentro de preocupações sociais mais amplas sobre a conduta responsável da ciência e a interface ciência-sociedade (DI CAPUA; PEPOLONI 2019). Isso implica no dever dos geocientistas de se comportarem com responsabilidade e se tornarem mais conscientes é algo urgente. Peppoloni et al. (2012) apontam que:

Os danos causados por ameaças geológicas, com frequentes perdas de vidas, não são totalmente evitáveis, mas podem ser bastante reduzidos através de um uso adequado do solo que respeite os processos naturais, através de esforços de prevenção e mitigação, graças à informação eficaz e correta à população. Comportamentos muitas vezes irresponsáveis por parte dos políticos, assim como a necessidade de grandes investimentos e a falta de informação, dificultam a resolução de problemas e retardam o caminho para uma boa gestão ambiental, única forma de proporcionar uma mitigação significativa dos danos causados por desastres geológicos (PEPPOLONI et al., 2012).

Existem vários fenômenos naturais que podem causar enormes danos (desastres). Entre eles, o terremoto implica em um risco natural com elevado potencial de perdas de vidas, tanto em termos de seus efeitos diretos quanto dos fenômenos que podem causar (GONÇALVES, 2004). Até agora, continua sendo um fenômeno imprevisível. Para limitar os danos de um terremoto, é necessário adotar abordagens na ausência de poder prever um terremoto, tais como o desenvolvimento de uma memória do risco, além de conhecimento científico e técnico.

Segundo Prepetit (2008), a prevenção de riscos envolve dois eixos estratégicos prioritários: conscientização e educação do público e das instituições; aplicação de normas sísmicas na construção. No contexto do primeiro eixo, está a educação,

valorização e divulgação do conhecimento geocientífico. Assim, buscando-se promover os conhecimentos vinculados às Ciências da Terra, ao mesmo tempo que se atua para a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento de um turismo sustentável, discute-se o uso dos conceitos de geodiversidade, geossítios, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo, os quais podem integrar uma estratégia de fortalecimento da gestão de riscos sísmicos no Haiti numa abordagem geoética.

8.1 GEODIVERSIDADE DO HAITI E SEU POTENCIAL PARA A COMPREENSÃO DOS RISCOS SÍSMICOS

Segundo Guimarães (2014), a sociedade ainda se depara com a questão do reconhecimento de dois aspectos dos ditos “fenômenos temporais”, a recorrência e o caráter direcional de alguns eventos, ambos fartamente ilustrados na análise da geodiversidade. Nesse sentido, a geodiversidade, em especial sua tradução ao amplo público, pode se converter em um suporte na gestão de riscos sísmicos no Haiti.

Por seu relevo, seu clima e sua insularidade, o Haiti se beneficia de uma geodiversidade variada e de recursos naturais diversificados. Foram apontados nos capítulos 4 e 5 alguns aspectos da geodiversidade do Haiti. O Haiti tem um potencial significativo em recursos minerais que, infelizmente, é subexplorado. Assim, a geodiversidade do Haiti pode ser expressa principalmente em sua geologia, suas formas de relevo, sua topografia, seus solos e seus corpos d’água.

Os efeitos que os diferentes tipos de rochas, estruturas geológicas, fisiografia, dentre outros elementos da geodiversidade, têm na repercussão dos fenômenos sísmicos precisam ser mais bem considerados para educar a população. Portanto, a geodiversidade é um ponto de entrada privilegiado para a conscientização à gestão de riscos sísmicos, para tanto a caracterização dos aspectos físicos ambientais deve ser aprimorada para limitar os danos. Para Dieujuste (2015), os principais efeitos de um terremoto se devem à condição dos solos que estão sujeitos às oscilações das ondas sísmicas. Dependendo das características do substrato (solo/rocha), a possibilidade de movimentação do solo é intensificada durante a passagem da onda sísmica, e os danos materiais poderão ser catastróficos em comparação com o fenômeno de liquefação que afetará as casas ali construídas.

8.2 GEOÉTICA: RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E SOCIAL DA COMUNIDADE GEOCIENTÍFICA E CRITÉRIO ÉTICO

Para Mogk (2017),

A responsabilidade é um atributo-chave do profissionalismo. Os cientistas terão responsabilidades profissionais em muitos níveis, para: ciência, profissão, colegas, estudantes, empregadores e empregados, clientes e usuários finais, o público e a humanidade. A responsabilidade implica um dever ou obrigação pessoal de desempenhar satisfatoriamente de acordo com o compromisso pessoal ou as normas profissionais/sociais (MOGK, 2017, p. 3).

No campo das geociências, uma vez que a atuação dos geocientistas têm implicações éticas e sociais (BOBROWSKY et al., 2017; PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017), a geoética deveria se tornar um requisito fundamental na composição dos currículos de formação destes profissionais. Para atingir este objetivo, a geoética deve, acima de tudo, ganhar dignidade e credibilidade dentro da comunidade científica (BOBROWSKY et al., 2017; PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017). Assim, as implicações éticas e sociais na pesquisa e prática em geociências tornam-se aspectos-chave da profissão de geociências (DI CAPUA et al., 2017). Nessa perspectiva, a geoética refina as categorias para lidar com as diversas questões que envolvem tanto as comunidades científicas quanto as sociedades: liberdade e honestidade intelectual, responsabilidade, respeito, prevenção, adaptação e sustentabilidade (PEPPOLONI et al., 2015; DI CAPUA et al., 2017). Da mesma forma, qualidades como precisão, exatidão, confiabilidade, pontualidade, atenção, auto-sacrifício, abnegação, paciência, entusiasmo e intuição são pré-requisitos para um geocientista qualificado. No entanto, os geocientistas só podem ser responsáveis e conscientes das implicações éticas, sociais e culturais de suas atividades se eles também possuem virtudes adicionais, como integridade, honestidade, transparência, atitude colaborativa, humildade e respeito por valores, ideias e hipóteses científicas de outros (BOBROWSKY et al., 2017).

Em relação às responsabilidades dos geocientistas, a Declaração da Cidade do Cabo sobre Geoética afirma que: “Os geocientistas possuem conhecimentos e habilidades específicos, necessários para investigar, gerenciar e intervir em vários componentes do sistema terrestre para apoiar a vida e o bem-estar humanos, defender as pessoas contra riscos geológicos e garantir que os recursos naturais

sejam gerenciados e usados de forma sustentável. Isso implica obrigações éticas. Portanto, os geocientistas devem adotar valores éticos para melhor servir o bem público” (DI CAPUA et al., 2016). Mas, além de todos os conhecimentos específicos que os geocientistas possuem, há a questão da responsabilidade individual e social em suas atividades (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017). É importante distinguir entre responsabilidade individual e responsabilidade social (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2012; PEPPOLONI et al., 2015). A primeira é fundamental para qualquer ação social (PEPPOLONI et al., 2015). Em outras palavras, o significado mais profundo da palavra “geoética” chama os geocientistas a assumirem a responsabilidade pelo comportamento ético tanto no nível social quanto no individual. Essas duas dimensões estão estritamente ligadas. De fato, uma atitude ética em um indivíduo se reflete em seu comportamento social (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2015).

Nesse contexto, o geocientista está no centro de um quadro ético de referência em que coexistem valores individuais, profissionais, sociais e ambientais (BOBROWSKY et al., 2017). Portanto, de acordo com Bobrowsky et al. (2017; CASTRO, 2021), na perspectiva dos geocientistas, há quatro níveis de responsabilidade a serem considerados na geoética: (1) na condução individual do trabalho de cada geocientista; (2) em cooperação multidisciplinar com outros colegas; (3) com a sociedade, visando minimizar os impactos ambientais e respeitar as dinâmicas naturais; e (4) com o sistema terrestre, que deve ser preservado para as gerações futuras.

Nós, colegas, a sociedade e o sistema terrestre somos ambições fundamentais para a análise geoética, a ser considerada em ordem hierárquica. De fato, perante as nossas responsabilidades perante a sociedade e o sistema terrestre, remetemos para a nossa consciência individual e identificamos os nossos próprios valores de referência, tanto éticos como profissionais. Na base da geoética está definitivamente uma relação honesta conosco e com nossos colegas, a sociedade e o sistema terrestre (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017).

Os geocientistas são parte ativa e responsável da sociedade, servindo ao bem comum. Sua responsabilidade social consiste em (PEPPOLONI et al., 2015):

- assegurar competências e formação;
- trabalhar com o melhor de suas habilidades de forma honesta e ética;
- compartilhar os dados e resultados obtidos de suas pesquisas com outros colegas, a fim de verificar a precisão das análises;

- atentar para a adequada comunicação desses resultados ao público;
- nutrir o prazer de um "trabalho bem feito".

Portanto, os geocientistas responsáveis entendem a importância de comunicar adequadamente os resultados de suas pesquisas e valorizam a importância de transferir seus conhecimentos científicos para a sociedade. Compartilhar dados e ideias com colegas, tomadores de decisão e cidadãos para abrir caminho para relacionamentos úteis e funcionais que beneficiarão o planeta e a humanidade. A geoética oferece essa possibilidade (BOBROWSKY et al., 2017). Mas ao lado dessa dimensão social, há também a ética intimamente ligada à dimensão individual do geocientista, fazendo o melhor trabalho possível, com base em suas capacidades e habilidades (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2018).

De acordo com Peppoloni e Di Capua (2012; DI CAPUA; PEPPOLONI, 2014), os geocientistas têm uma responsabilidade ética para com os cidadãos e a comunidade geocientífica a que pertencem e assim devem:

- Tornar públicos os dados e resultados de suas pesquisas, facilmente acessíveis e de fácil utilização;
- Transferir conhecimentos avançados para a indústria e autoridades;
- Participar da realização de campanhas educativas para a população, atentando para a comunicação científica, simplificando conceitos, sem banalizá-los;
- Colaborar na formação de competências de técnicos e profissionais;
- Proporcionar sua própria educação profissional continuada;
- Desenvolver suas pesquisas, sem depender muito de seus próprios resultados, verificar as fontes de informação e a aderência dos resultados às observações;
- Aceitar um debate justo com várias hipóteses e teorias que possam discordar;
- Avaliar incertezas e erros nos resultados de seus estudos.

Ao final, sem uma abordagem ética, as geociências correm o risco de se tornar um corpo de conhecimento convencional, não orientado para o bem comum e o progresso humano (PEPPOLONI; DI CAPUA 2012; DI CAPUA; PEPPOLONI, 2014). Deste ponto de vista, o comportamento responsável dos geocientistas é um ponto chave da geoética (BOBROWSKY et al., 2017). Mas um comportamento responsável requer uma decisão consciente. Uma escolha só é possível quando existe a liberdade de escolha. Em outras palavras, a liberdade de ação é um valor fundador da geoética. Geoética e liberdade estão intimamente ligadas. Não se pode agir com responsabilidade e ética se o indivíduo não for livre para escolher entre as alternativas

possíveis. Portanto, na condução de suas atividades, os geocientistas devem considerar se estão livres de compromissos e/ou conflitos de interesse, incluindo pressões políticas, sociais e psicológicas (BOBROWSKY et al., 2017).

A liberdade individual é o pré-requisito fundamental para a prática ética da própria profissão. Possibilita a ação intencional (vontade) para a busca do bem e/ou lucro. Assim, sua ausência prejudica a possibilidade de tomar decisões éticas. A ferramenta analítica para avaliar e ponderar detalhadamente possíveis situações e decisões é o pensamento crítico, ou seja, a capacidade de questionar um problema na complexidade de suas variáveis, avaliar interações, incertezas, as probabilidades de ocorrência, mas também os métodos, modelos e ferramentas para resolver o problema em si (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2018, p. 2).

Um problema ético pressupõe a existência de uma escolha entre duas alternativas, sendo uma delas a melhor opção, levando em conta o quadro de referência de valores sociais, científicos, econômicos e culturais em que se atua, garantindo o conhecimento preciso do problema para ser confrontado e competência adequada para sua resolução. Se uma opção é claramente melhor que outra, a decisão a ser tomada pode ser relativamente simples. Mas quando as duas opções podem produzir consequências negativas (dilema ético), a melhor decisão (do ponto de vista ético) a ser tomada é problemática (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2018). Nesse contexto, o critério ético que deve orientar os geocientistas deve estar ancorado em sua esfera individual, ou seja, na fonte de qualquer ação, mesmo que ocorra em sua esfera social. Com base nisso, sua atividade de pesquisa pode se tornar um verdadeiro serviço para os outros (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2012; PEPPOLONI et al., 2015). O critério ético para uma cientista deve ser que a liberdade intelectual é o principal requisito (PEPPOLONI et al., 2015). Isso inclui:

- Respeito pela verdade na busca das próprias ideias e dos outros;
- Reconhecimento do valor dos outros;
- Um espírito de colaboração e reciprocidade;
- Identificação de um objetivo comum, apesar da diversidade de pontos de vista;
- Responsabilidade decorrente do próprio conhecimento técnico-cultural;
- Abertura a críticas e estar pronto para questionar as próprias certezas;
- Reflexão sobre a reciprocidade de saberes e papéis;
- Conscientizar-se de que a transmissão do conhecimento científico a outras pessoas é valiosa.

A geoética implica um modo de agir consciente e racional. Uma decisão ética só pode surgir de uma escolha responsável. A liberdade intelectual é um pré-requisito fundamental para agir eticamente. Para serem dignos de crédito, os geocientistas devem aderir a metodologias científicas. Eles devem usar seus conhecimentos de geociências de forma imparcial, sem serem influenciados em seus métodos ou conclusões por pressões ou interesses conflitantes. Em particular, seus esforços profissionais não devem ser motivados por oportunismo, pressão política ou interesses econômicos (PEPPOLONI et al., 2019).

Na visão de Di Capua e Peppoloni (2018, p. 4),

A geoética enfoca a responsabilidade como critério ético dos geocientistas na tomada de decisões, independentemente de seu setor de atuação (acadêmico, profissional, pesquisa, ensino, indústria, governo, etc.). Assumir a responsabilidade por uma escolha profissional significa agir racionalmente em relação ao objetivo que se almeja, mas também considerar o impacto de suas escolhas nas gerações futuras, avaliando o trinômio “situação/decisão/consequências” e submetê-lo ao julgamento técnico-científico dos colegas e da sociedade. Responsabilização, portanto, significa que respondemos por nossas ações, devido à nossa competência sobre o problema que precisa ser abordado e resolvido.

Os mesmos autores argumentam que “certamente nossas decisões devem levar em conta os aspectos científicos e técnicos, bem como as implicações econômicas e temporais” (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2018, p. 4). Para Peppoloni e Di Capua (2017), a partir dessas considerações, é óbvio que o papel dos geocientistas tem um valor não apenas técnico-científico, mas também sociocultural.

A geoética tem sido percebida nas geociências como uma escola de pensamento há pouco mais de uma década. A prática geoética deriva sua força de estar enraizada nas geociências, as ciências do funcionamento de um planeta habitável (BOHLE; MARONE, 2021). Nesse sentido, a definição do conceito geoética expõe a responsabilidade ética dos geocientistas. Para descrever essas responsabilidades éticas e perspectivas, o compromisso ético de um geocientista ou, na falta disso, uma promessa pode ser útil (Promessa Geoética, da declaração da Cidade do Cabo sobre geoética):

Eu prometo que...

... Praticarei as geociências com plena consciência das implicações sociais e farei o meu melhor para proteger o Sistema Terra em benefício da humanidade.

... Compreendo minhas responsabilidades para com a sociedade, as gerações futuras e a Terra para o desenvolvimento sustentável.

... Vou colocar o interesse da sociedade em primeiro lugar no meu trabalho.

... Jamais abusarei do meu conhecimento geocientífico, resistindo ao estresse ou à coerção.

... Estarei sempre disponível para prestar a minha assistência profissional quando necessário e colocarei sempre os meus conhecimentos à disposição dos tomadores de decisão.

... Continuarei desenvolvendo meus conhecimentos geocientíficos ao longo da minha vida.

... Sempre mantereí a honestidade intelectual em meu trabalho, estando ciente dos limites de minhas habilidades e capacidades.

... Atuarei para promover o progresso das geociências, o compartilhamento do conhecimento geocientífico e a disseminação da abordagem geoética.

... Eu sempre serei totalmente respeitoso com os processos da Terra em meu trabalho como geocientista

Eu prometo! (DI CAPUA et al., 2016; BOHLE; ERLE, 2017)

Atualmente, o Haiti enfrenta sérios problemas ambientais. A maioria da população constrói suas casas em áreas de risco. Há uma necessidade urgente de fortalecer os esforços locais para conter a degradação ambiental e reduzir ao mínimo os danos causados por desastres naturais, em especial os sísmicos. O meio ambiente do Haiti exige atenção constante, pois o desequilíbrio ambiental parece exacerbar os problemas que enfrenta.

Para atuar em prol da prevenção e mitigação dos grandes perigos dos riscos sísmicos no Haiti, os profissionais de geociências devem desempenhar suas responsabilidades éticas, como honestidade, integridade, conscientização, precisão, cooperação, inclusão, cortesia e justiça. Algo que estará em sintonia com os conceitos, valores e visões sobre as responsabilidades individuais dos geocientistas, expressos na “Declaração da Cidade do Cabo sobre geoética” (IAGP, 2017). A declaração visa captar a atenção de geocientistas e organizações, e estimulá-los a melhorar suas políticas, diretrizes, estratégias e ferramentas para que adotem conscientemente uma conduta profissional geoética em seu trabalho (DI CAPUA; PEPOLONI; BOBROWSKY, 2017).

Uma gestão ótima dos riscos sísmicos no Haiti, além dos parâmetros de bom planejamento territorial, boa educação e outros, requer uma forte dimensão ética. O que leva, por extensão, ao conceito de geoética. Este deve ser expresso através de uma postura muito sincera entre os diversos geocientistas e atores políticos na gestão de riscos e desastres perante a população que são responsáveis por proteger. Eles devem dizer-lhes a verdade, nada além da verdade. Em outras palavras, os cientistas, movidos pelo senso de fazer bem, devem poder apresentar sem reservas e sem mesquinhas o resultado integral de seus estudos e pesquisas a dignitários políticos que, por sua vez, estão sob a obrigação de expor as recomendações feitas por cientistas para os diversos estratos da sociedade. Em outras palavras, as informações a serem compartilhadas com a população não devem ser distorcidas ou reservadas a um determinado grupo, mas devem ser simples, claras, precisas e compreensíveis por todos, independentemente de sua posição social. Daí a importância da geoética na gestão eficaz dos riscos associados a eventos sísmicos, tanto no Haiti como em outras partes do mundo.

Segundo as palavras dos entrevistados (1 e 2), no Haiti os geocientistas, para servir sua comunidade e deixar sua marca em seu campo de pesquisa, muitas vezes obtêm dados confiáveis e verificáveis sobre eventos sísmicos para benefício de todos os segmentos da população. Mas, este trabalho de investigação é negligenciado por membros da esfera política que, no entanto, juraram prestar nobres serviços a esta mesma comunidade. A atitude desses líderes deve ser denunciada, pois segue na contramão da garantia do bem-estar da sociedade. No entanto, se começarem a aplicar as recomendações dos geocientistas, isso pode ajudar a limitar os danos resultantes de desastres.

8.3 VALORES DA GEODIVERSIDADE E GEOÉTICA NO RECONHECIMENTO DO RISCO SÍSMICO NO HAITI

Muitos geocientistas reconhecem a geoética como um assunto transversal nas geociências (BOBROWSKY et al., 2017; DI CAPUA et al., 2017). Peppoloni e Di Capua (2012) explicam que:

entre as suas intenções está também a promoção do papel sociocultural das geociências, de envolver a comunidade na ideia de um patrimônio “geológico” comum e partilhado, considerado de valor cultural, educativo e científico, bem como de capital

social. Assim, o objetivo das geociências é orientar a sociedade na escolha de comportamentos adequados aos problemas reais da vida humana, para tentar encontrar soluções compatíveis com a proteção da Natureza e do território. (p. 336)

O Haiti é um país rico em belezas naturais vinculadas à sua geodiversidade, indo de cachoeiras a falhas, dobras e um amplo conjunto de formações rochosas, que retratam a evolução de sua situação geodinâmica. Muitas dessas áreas são sítios naturais com elevado potencial para o desenvolvimento de atividades didáticas e turísticas no campo das Ciências da Terra. No entanto, não existe no país um programa específico de valorização e divulgação de informações sobre o ambiente físico local para habitantes, que teria um forte alinhamento geoético e que poderia contemplar uma série de potenciais geossítios.

Gray (2004; 2013) classificou a geodiversidade em alguns valores, em uma abordagem que tem sido adotada por diversos autores (por ex., GUIMARÃES et al., 2009; MOCHIUTTI et al., 2011; MOCHIUTTI et al., 2012). Sobre o valor científico/educativo, fundamental para uma abordagem geoética aqui defendida, Brilha (2016) aponta que o valor científico dos elementos da geodiversidade está diretamente ligado ao entendimento atual e futuro da dinâmica da Terra. Nesse sentido, baseia-se no acesso e posterior estudo da geodiversidade, relacionando-se com a educação em Ciências da Terra, como atividades (não) formais (BRILHA, 2005). Além disso, o valor científico e educacional reforça a importância e utilidade da geodiversidade como laboratório de pesquisa, servindo para a compreensão da história da Terra, monitoramento ambiental, educação e formação (GRAY, 2004; MOCHIUTTI; GUIMARÃES; MELO, 2011).

No que diz respeito à sua importância didática e científica, a geodiversidade encontrada no Haiti revela-se um campo interessante para a abordagem geoética no sentido de aplicar valores culturais para incentivar a preparação para desastres sísmicos. Portanto, a importância da geodiversidade deve ser reconhecida pela sociedade, sendo necessário mostrar os valores informacionais que ela possui (NIKITINA, 2012), a fim de influenciar a população em diferentes aspectos na educação sobre os riscos sísmicos. Ainda de acordo com Nikitina (2012), cada objeto geológico possui suas próprias informações únicas e sua complexidade depende diretamente do nível hierárquico do objeto geológico.

A cada ano, dezenas de milhares de condutores geológicos de longo prazo são removidos do meio geológico. Como resultado, objetos da hierarquia geologicamente complexa, sistemas geológicos sofisticados e os processos que os acompanham são privados de seu futuro (depósitos minerais, concentrações de minério). São criados novos mecanismos de estabilização dos processos crustais, que levam à ativação de falhas profundas. Essa remoção de objetos hierárquicos complexos e sistemas geológicos sofisticados da litosfera sem explicar sua relevância para a evolução geológica e geofísica da Terra pode ser vista como o início da desorganização planetária (NIKITINA, 2012).

O Haiti possui um terreno montanhoso, constituído por formações geológicas variadas, de origem vulcânica (basaltos, andesitos...), plutônica (granitos...), metamórfica (xistos, mármore, gnaisses...) ou sedimentar (calcários, margas, arenitos, conglomerados...) (BRGM; CIAT, 2015). Marcos na história geológica, herdados de diferentes contextos geodinâmicos (antigo arco de ilha vulcânica, frente de subducção, zona de colisão orogênica, bacia de retroarco, rift oceânico, etc.), estes materiais rochosos foram submetidos a fases tectônicas posteriores e hoje apresentam-se muito deformados (dobrados e falhados). Essa evolução levou notavelmente à formação do bloco continentalizado de Hispaniola (BRGM; CIAT, 2015). Além disso, principalmente de natureza calcária, o Haiti é composto por uma série de anticlinais e sinclinais cuja estrutura é complicada pela existência de inúmeras falhas, muitas vezes paralelas às linhas estruturais. Estas características conferem ao país o seu relevo movimentado e uma dinâmica tectônica muito ativa que explicam os numerosos deslizamentos de terra e aumentam o impacto dos sismos (MATHIEU et al., 2002).

O potencial hídrico considerável do Haiti (por ex., cachoeiras, corredeiras) ilustra uma ótima situação para se explorar a compreensão do funcionamento de processos geológicos, mediante a aproximação da sociedade aos elementos da geodiversidade, utilizando-se instrumentos não formais de tradução de seu significado e seus valores (painéis interpretativos, folhetos, treinamento de guias locais, etc.). Do ponto de vista hidrogeológico, os recursos hídricos do Haiti totalizam 56,2 bilhões de m³ alojados em extensas formações geológicas permeáveis que constituem reservatórios naturais de armazenamento (GEO-HAÏTI, 2010).

A informação sobre detalhes do meio abiótico deve se converter em uma ferramenta para ajudar a população a reconhecer seu ambiente natural. O objetivo geral dessa estratégia é permitir aos habitantes compreender os processos físicos e o funcionamento dos elementos abióticos dos ambientes naturais, conduzindo a uma

relação qualificada e responsável dos cidadãos para com o contexto em que residem e de onde tiram seu sustento.

No caso do Haiti, a sensibilização da população sobre os riscos sísmicos através de escolas, igrejas, associações e grupos de proteção do meio abiótico para um melhor ambiente de vida é um fator-chave para a implementação na base, o acento no critério ético da ação humana responsável para com a Terra.

8.4 GEOCONSERVAÇÃO E GEOÉTICA: CONSCIÊNCIA DO RISCO SÍSMICO NO HAITI

A geoética é um caminho para a redução e gestão de riscos sísmicos. Assim, os geocientistas têm uma grande responsabilidade para com a sociedade, que tem que lidar com os riscos naturais (sísmicos). Estes profissionais têm o dever de transferir conhecimentos e métodos, de comunicar informações e erros, de despertar nas pessoas o interesse pelos fenômenos e sua evolução. Em última análise, os geocientistas podem ajudar a trazer a ciência para mais perto da sociedade (PEPPOLONI, 2013).

Di Capua e Peppoloni (2014) destacam que,

Entre suas questões, a geoética trata de questões relacionadas à gestão e mitigação de riscos geológicos e informações prestadas ao público; promove a divulgação adequada e correta dos resultados dos estudos científicos; visa melhorar as relações entre a comunidade científica, os meios de comunicação social, os tomadores de decisão e os cidadãos. (p. 60)

Concorda-se com Peppoloni (2013) de que a falta de envolvimento no conhecimento científico dos diferentes componentes da sociedade (cidadãos, políticos, mídias de massa) pode ter duas consequências negativas:

- a marginalização cultural e social dos cientistas, associada à perda do sentido do papel que podem desempenhar na proteção da sociedade contra os riscos naturais;
- a tendência das pessoas de adotarem ideias preconcebidas de forma não crítica, veiculadas por uma mídia muitas vezes mal informada, a ponto de desenvolverem atitudes deístas com base em evidências frágeis ou mesmo inexistentes.

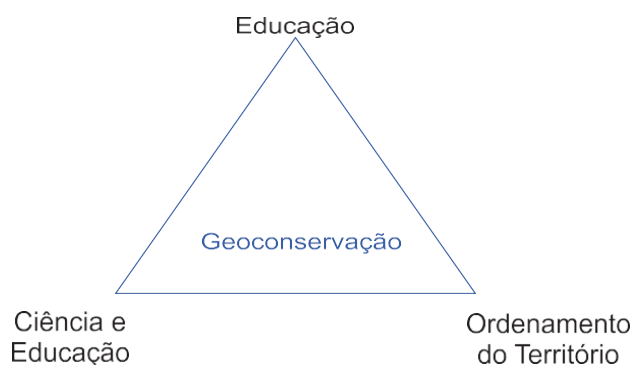
No contexto acima, a “prevenção” envolve desenvolver um pensamento ético para a proteção das populações contra danos de georriscos. Uma abordagem

preventiva deve substituir uma centrada em emergência, a fim de melhorar a resiliência da comunidade; trataria assim da capacidade de lidar e se recuperar de um desastre. Finalmente, "geoeducação", ou seja, a transferência de conhecimento geológico para o público, pode dar às geociências um papel fundamental na contribuição para a construção de uma sociedade bem informada por meio da conscientização sobre o funcionamento e evolução do sistema terrestre (PEPPOLONI; DI CAPUA, 2017). De acordo com PEPPOLONI (2013), a informação da população sobre os ricos naturais (sísmicos) deve ser uma prioridade para os geocientistas, seu compromisso ético com a minimização do sofrimento do ser humano e com a gestão do meio ambiente de forma razoável e responsável.

Apesar do Haiti ser um pequeno país em extensão territorial, apresenta grande diversidade de elementos abióticos, de modo que o patrimônio geológico haitiano deveria ser destacado na interpretação do ambiente natural, tendo em vista sua grande relevância tanto nacional como local. Por isso, dentro das etapas de uma estratégia de geoconservação (Figura 32) de Brilha (2005), a valorização e a divulgação podem contribuir na educação do público no Haiti sobre a geodiversidade.

As propostas aqui apresentadas poderão servir de base para a implementação do conceito de geoética (aspecto da geoconservação e sociedade) no Haiti e foram agrupadas em seis grupos específicos, a saber: ordenamento do território, educação, ciência, valorização e divulgação de patrimônio geológico e geoturismo, para fazer a conexão do conhecimento do território e da sociedade no contexto de sensibilização do público.

Figura 32 - Estratégias de geoconservação



Fonte: Brilha, 2005; Guimarães, Melo e Mochiutti, 2009.

8.4.1 Estratégias de Ordenamento do Território para a Redução de Desafios

É mais do que óbvio que um território cujo ordenamento é bem considerado confere a todos os seus ocupantes um ótimo bem-estar físico e mental. Isso geralmente se estabelece quando as autoridades locais e políticas que administram o território em questão sabem bem o que devem fazer em termos da definição de diretrizes de uso e ocupação do solo, assim como de sua aplicação. Todas as boas ações realizadas por esses tomadores de decisão do Estado, devem levar em consideração a situação geográfica e, entre outras coisas, a constituição geológica do solo característica do território. Estando devidamente abastecidos sobre os detalhes que caracterizam um território, fica então mais fácil mapeá-lo e, na sequência, indicar o modo de uso de cada centímetro quadrado do espaço em que se vive. Com isso, o nível de vulnerabilidade da população que ali vive será reduzido significativamente. Por outro lado, se o território for utilizado de forma desordenada, a população estará cada vez menos protegida, sujeita a níveis muito elevados de ameaças quando a probabilidade de ocorrência de desastres naturais for acentuada. Em outras palavras, a ausência de um patamar mínimo de organização em nada favorece a aplicação de medidas preventivas efetivas. Daí a necessidade de apostar numa boa política de ordenamento do território de forma a limitar determinados danos que podem ser reduzidos ou mesmo evitados. Por isso, a expressa recomendação de que os atores interessados no Haiti e em outros Estados do Caribe sejam capazes de assumir seriamente a sua responsabilidade em termos de garantir uma boa organização territorial.

8.4.2 Estratégias de Educação para a Redução da Vulnerabilidade

A educação dos ocupantes de um território continua a ser um dos meios eficazes a valorizar na gestão de riscos sísmicos. Em outras palavras, uma população instruída, em âmbito formal e não formal, com maior probabilidade saberá as atitudes corretas a adotar antes, durante e depois da ocorrência de um fenômeno natural usual, como um terremoto. A população informada compreende os seus direitos de construir seu lar, ainda que seja obrigada a reconhecer os seus deveres de respeitar as normas relativas aos códigos de construção estabelecidos pelas autoridades locais competentes. Em outras palavras, graças à educação recebida, a população em todos

os seus componentes e seus campos de atuação profissional saberá o que fazer, como proceder para estar em conformidade com as regras estabelecidas, caso contrário estará sujeita às sanções cabíveis. Assim, diante de tal realidade, a gestão do risco sísmico torna-se mais fácil, pois é participativa.

8.4.3 O Papel da Ciência no Conhecimento do Risco Sísmico

Dada a complexidade que caracteriza a maioria dos fenômenos sísmicos, não se trata de uma figura de linguagem afirmar que é vital atribuir um papel preponderante à ciência. Esta, em sua essência, busca sempre estabelecer a causalidade de um fenômeno e estudar suas consequências para melhor compreendê-lo e limitar os possíveis efeitos negativos. Neste ponto, deve ser dada prioridade à ciência capaz de explicar em profundidade os detalhes que acompanham a existência de um sismo. No entanto, esta ciência deve compreender as implicações sociais, econômicas e mesmo políticas de seu diagnóstico. Com certeza não é uma tarefa simples, mas deve se afastar de interesses oportunistas, credices e posturas fantasiosas, atuando na esperança de manter a população informada sobre os riscos diários incorridos.

8.4.4 Estratégias de Valorização

Além das várias estratégias mencionadas acima, com potencial de garantir uma boa gestão do risco sísmico no Haiti, também é importante destacar a valorização do patrimônio geológico como um dos métodos eficazes a serem utilizados. Com efeito, locais geológicos especiais, atrativos turísticos ou não, que se beneficiam de uma atenção especial por parte dos dirigentes estatais, podem servir para recordar aos cidadãos todos os acontecimentos naturais que estão na base da sua existência. Estes constituiriam uma espécie de memória de fenômenos para toda a população que assim seria sensibilizada. Esta consciência, através de espaços naturais de valor científico, educativo e cultural, será fruto de uma boa dinâmica de valorização envolvendo os diversos setores da nação. Dito isto, a sociedade deve ser constantemente lembrada do como e porque da existência destes sítios (por exemplo, falhas, cascatas, etc.), sejam eles resultantes de um fenômeno geológico permanente ou recorrente, além da necessidade de protegê-los (medidas de geoconservação).

8.4.5 Estratégias de Divulgação

O reconhecimento de locais representativos do patrimônio geológico é uma etapa positiva, ainda por ser realizada com bases científicas, mediante inventários (BRILHA, 2005). E que deve ser acompanhada da compreensão da origem e distribuição dos elementos da geodiversidade nacional. Para que todos os estratos sociais da população estejam bem informados sobre essas marcas da história geológica, é necessário colocar em prática uma boa política de disseminação do conhecimento sobre os fenômenos que levam à sua formação. A divulgação requer, portanto, o envolvimento de vários atores-chave, particularmente no campo dos meios de comunicação em massa (por exemplo, entrevistas, rodas de debates, etc.), escolares, universitários e eclesiásticos. A expectativa é que a população seja de fato sensibilizada e informada e assim menos suscetível se tais fenômenos voltarem a ocorrer.

8.4.6 Geoturismo

No que diz respeito ao "geoturismo", é de salientar que este conceito tem uma dupla importância no quadro dos meios de gestão do risco sísmico. Por um lado, do ponto de vista econômico, o turismo em ambientes naturais é um dos pilares do desenvolvimento capaz de gerar renda que pode ser usada para preservar o meio ambiente e investir na manutenção regular dos sítios geológicos. Por outro lado, do ponto de vista educacional, o turista fica assim exposto a informações de cautela e prevenção sobre os lugares naturais que visitam. Ou seja, durante a sua visita de entretenimento, são também convidados a conhecer informação estritamente geológica sobre o local turístico em causa, tais como a origem do local, a sua gênese, a sua posição no tempo, na história e no espaço, para finalmente refletir sobre os riscos vinculados a se estar em um local específico. Deste modo, o geoturismo, como forma de sensibilização, assume um papel preponderante entre as várias estratégias de gestão do risco sísmico.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trouxe uma análise sobre a gestão de riscos sísmicos no Haiti em termos geotécnicos que, apesar da sua abordagem qualitativa e algo subjetiva, mostrou a importância dos atores socioambientais (especialmente os geocientistas), os quais devem ser considerados de modo a se avaliar a capacidade de uma população para enfrentar eventos desta natureza.

O terremoto de 12 de janeiro de 2010 resultou em grandes perdas de vidas humanas e bens materiais em várias cidades do Haiti. Para mitigar tais danos em caso de novos terremotos, torna-se necessário compreender a natureza e prever o comportamento dos solos em caso de terremoto em áreas urbanas do Haiti (JEUDY et al., 2015).

Após o desastre de 12 de janeiro de 2010, seria importante que o Estado haitiano atuasse mais efetivamente em campo, de modo a evitar o pior quando de um futuro terremoto no Haiti. Considerando que os terremotos tendem a se repetir nos mesmos locais, com intervalos de tempo de 100 anos ou mais (CALAIS, 2002b), quanto mais distanciados no tempo do último terremoto, mais próximo se está de um novo terremoto (CALAIS, 2002b). Também o distanciamento gera o esquecimento e consequente perda da verdadeira dimensão de um desastre desta envergadura.

Abordar a dimensão sociológica do risco coloca mais ênfase nos atores da sociedade civil, capazes tanto de alertar rapidamente (a partir de suas próprias observações informadas pelo conhecimento vernacular) ou de lidar localmente com o desastre, do que de suscitar debates públicos, buscar responsabilidades por responsabilização de gestores privados ou autoridades públicas (LEONE et al., 2010, p. 269).

De acordo com Leone et al. (2010), os riscos são expressões de complexidade.

Como as causalidades naturais e sociais se cruzam, porque todas as áreas da sociedade estão envolvidas, porque um evento natural banal pode degenerar em desastre, os riscos naturais são a própria expressão da complexidade. Abordar a questão dos riscos naturais obriga a considerar a complexidade dos territórios e sociedades, sua evolução, relação com o ambiente natural. No sistema sócio-natural de produção de risco, as causas se somam, se cruzam; os fenômenos se amplificam ou se atenuam uns aos outros (LEONE et al., 2010).

No contexto acima, a educação preventiva da população deve ser sempre colocada em prática, pois o nível de conscientização do risco sísmico depende muito

da disponibilidade de informações e da percepção das pessoas (LEONE et al., 2010). Para além da aplicação de regras de construção sísmica e da implementação de planos de prevenção de riscos, uma política eficaz de prevenção de riscos sísmicos assenta também na informação dinâmica para os cidadãos, tornando o público sensível e ciente ao tema.

Segundo Wagner (2012), para reduzir o risco, é necessário analisar os elementos que o constituem. No caso do risco sísmico, uma vez que não se pode agir sobre o perigo, toda a atenção é dada à redução da vulnerabilidade, a qual se mostra complexa por ser formada por diversos componentes, sendo os principais deles o social, o económico, o ambiental, o físico e o estrutural. Todos não são prontamente quantificáveis para uma avaliação numérica do risco, porém sua consideração qualitativa permite direcionar as ações necessárias para reduzi-lo.

Esta reflexão conduz à cultura de risco, articulada em torno de informação e educação da população à cultura de prevenção em relação aos elementos da geodiversidade e ordenamento do território, incorporando uma abordagem geoética. Assim, os conceitos seguintes: território, espaço, meio ambiente, paisagem e natureza são de grande importância no que se refere ao conhecimento, à consciência⁵ e à cultura⁶ de risco no âmbito da educação pública para um melhor conhecimento das ameaças, limitação dos desafios e redução das vulnerabilidades.

Portanto, a gestão de risco requer um sistema organizacional que seja parte integrante da gestão do território. Neste contexto, este trabalho lança um apelo para a implementação de uma abordagem geoética de riscos sísmicos ao nível nacional, no Haiti.

Todos os intervenientes na gestão de risco precisariam de capacidade financeira e de pessoal, particularmente no domínio da prevenção e da cooptação social e sensibilização do público. Lemas como “A gestão do risco de terremotos é responsabilidade de todos”, uma vez que se trata de um problema concreto do Haiti, vinculado a fenômenos naturais que têm seu início fora do alcance do ser humano,

⁵ Para Leone et al. (2010) "consciência de risco" pode ser definida como o conhecimento e a percepção de uma ameaça comum a um grupo social. Mas o conhecimento científico e técnico não é suficiente para perceber o risco.

⁶ A cultura de risco é uma das primeiras leis a mencionar a segurança da população contra desastres naturais. Porque ela é uma consciência em nível individual e coletivo nos modos de uso de espaços (DIEUJUSTE, 2015, p. 43). Isso quer dizer, são práticas comportamentais que devem ser incorporadas, tais como o conhecimento dos padrões de construção relativos aos fenômenos naturais.

devem o mais rapidamente possível ser internalizados por indivíduos e a coletividade, tanto na esfera pública como privada.

Assim, em sintonia com o compromisso ético de levar o máximo do conhecimento geocientífico associado à compreensão dos fenômenos sísmicos do Haiti, recomendam-se alguns caminhos para a tomada de decisões que possam levar a um melhor desenvolvimento de planos de gestão do risco sísmico, envolvendo medidas básicas de curto, médio e longo prazo:

- Elaboração de um plano de ordenamento e urbanismo local;
- Aplicação rigorosa do código de construção vigente, o qual deverá continuamente passar por avaliação com base no avanço tecnológico e metodológico (por exemplo, novos materiais e/ou arranjos para edificação);
- Integração da gestão de riscos sísmicos no plano de ordenamento do território, através da aplicação de diretrizes dimensionadas à realidade de áreas sísmicas, preconizando o reforço ou realocação dos edifícios existentes;
- Integração da gestão de risco nos currículos escolares;
- Envolvimento da sociedade (informando as populações das áreas de riscos);
- Estabelecimento de um programa de pós-graduação em ciências do ambiente terrestre (riscos e ambiente), com ênfase em dinâmicas naturais e análise sociambiental.

Com base nas análises já realizadas, é evidente que não haverá gestão total dos riscos sísmicos se as autoridades não tiverem em conta a existência desses riscos. Caso contrário, será um investimento em futuros desastres, algo indesejável.

A resposta à pergunta de partida deste trabalho é:

- 1) A geoética permite o desenvolvimento de uma atitude responsável da comunidade geocientífica na condução de suas atividades.
- 2) A geoética ajuda a evolução da consciência e percepção do risco sísmico com mais conhecimento (geoeducação).
- 3) A geoética facilita a divulgação de informações geocientíficas (comunicação geocientífica) para um melhor conhecimento do território face ao risco sísmico (planificação territorial com foco no componente abiótico do ambiente).
- 4) A geoética se entrelaça com o desenvolvimento do geoturismo, de forma a criar uma consciência social e coletiva do valor do patrimônio geológico e da geodiversidade.

- 5) A geoética abre um caminho pedagógico e de políticas públicas para a gestão de riscos sísmicos no Haiti para uma futura sociedade sustentável e resiliente.

Este trabalho permite uma melhor consideração dos riscos sísmicos no Haiti, pois a gestão de riscos sísmicos deve ser uma preocupação não só das autoridades públicas e dos atores especializados em geociências, mas também da população.

Finalmente, apesar da importância do objeto de estudo, não se afirma que se tenha produzido um trabalho exaustivo sobre a gestão de riscos sísmicos no Haiti. Além disso, a fim de continuar a promover o pensamento geoético na gestão de riscos sísmicos, resta a outros pesquisadores realizar outros estudos sobre este assunto, a fim de expandir a literatura sobre o tema no Haiti. É por isso que a gestão do risco de terremotos no Haiti é de extrema importância. A partir desta linha de pensamento, a cultura geológica seria uma oportunidade para influenciar a geoética e estimular a valorização da geodiversidade e do geopatrimônio na compreensão dos riscos sísmicos no Haiti.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, David M. Jr. Natural Resources and Sustainability: Geoethics Fundamentals and Reality. **The Professional Geologist**, v. 57, n. 4, p. 19-25, 2020. Disponível em: <https://www.geoethics.org/articles>. Acesso em: 23 jan. 2021.
- AIKEN, Chastity et al. Haiti-Drill: an amphibious drilling project workshop. **Sci. Dril**, v. 28, p. 49–62, 2020.
- BELLANDE, Alex. **Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé**. 2009. Disponível em: www.cepal.org. Acesso em: 28 jan. 2021.
- BERTIL et al. Microzonage sismique de Cap-Haïtien (Haïti): **rapport de synthèse**. **BRGM/RC-63513-FR**. Rapport final, 2014.
- BILHAM, Roger. Lessons from the Haiti earthquake. **NATURE**, v. 463, p. 878-879, 2010.
- BME. **Notice explicative de la carte géologique d’Haïti au 1/250 000ème**. 1993. Disponível em: www.bme.gouv.ht. Acesso em: 30 jan. 2021.
- BOBROWSKY P.; CRONIN, V.S.; DI CAPUA, G.; KIEFFER, S.W.; PEPPOLONI, S. The Emerging Field of Geoethics. *In*: GUNDERSEN, L.C (Ed.). **Scientific Integrity and Ethics with Applications to the Geosciences**. Washington, D.C., John Wiley and Sons, 2017, p. 175-212.
- BOHLE, Martin; ERLE, Ellis C. Furthering Ethical Requirements for Applied Earth Science. **Annals of Geophysics**, v. 60, n. 7, p. 1-6, 2017.
- BOHLE, Martin et al. A Concept of Society-Earth-Centric Narratives. **Annals of Geophysics**, v. 60, n. 7, p. 1-5, 2017.
- BOHLE, Martin et al. Ethics to Intersect Civic Participation and Formal Guidance. **Sustainability**, v. 11, n. 773, p. 1-17, 2019.
- BOHLE, Martin et al. Viewing earth and world through the geoethical lens. **IAPG – International Association for Promoting Geoethics**, 2020. Disponível em: <https://www.geoethics.org/articles>. Acesso em: 23 dez. 2021.

BOHLE, Martin; MARONE, Eduardo. Geoethics, a Branding for Sustainable Practices. **Sustainability**, v. 13, n. 895, p. 1-12, 2021.

BRENNETOT, Arnaud. **Géoéthique du territoire. Le débat public territorial à travers la presse magazine d'opinion en France**. 2011. Thèse (Doctorat en Géographie) - Université de Rouen. Rouen, 2011, 1048 p.

BRENNETOT, Arnaud. Géoéthique professionnelle, géoéthique prescriptive et géoéthique analytique. Pour une approche constructiviste de la dimension éthique de l'espace des sociétés. **Cybergeogeo: Politique, Culture, Représentations**. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.35653>. Acesso em: 05 out. 2021.

BRET, Bernard. A noção de justiça espacial - uma abordagem inspirada na filosofia de John Rawls. **Revista: Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais, Recife**, v. 06, n. 01, p. 109-120, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistamseu/article/view/229931/24133>. Acesso em: 05 out. 2020.

BRGM; BME. **La synthèse géologique de la République d'Haïti**, 1988, 1182 p.

BRGM; CIAT. **Atlas des Menaces Naturelles en Haïti**, 2015, 114 p. Disponível em: ciat.gouv.ht/articles/atlas-des-menaces-naturelles-en-haiti. Acesso em: 05 jun. 2020.

BRGM; LNBTP; BME. Microzonage sismique de Port-au-Prince (Haïti): **BRGM/RC-63100-FR**. Rapport final, 2013, 70 p.

BRILHA, José. **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review**. *Geoheritage*, v. 8, n. 2, p. 119-134. 2016.

BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da Natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage editora, 2005, 190 p.

BUTTERLIN, Jacques. **Géologie générale et régionale de la République d'Haïti**. 1960. Thèse (Doctorat en Géologie) – Université de Paris. Paris, 1960, 234 p.

CALAIS, Eric. **L'aléa sismique en Haïti: cadre géographique et temporel**, 2002a, 26 p.

CALAIS, Eric et al. Plate boundary segmentation in the northeastern Caribbean from geodetic measurements and Neogene geological observations. **Tectonics**,

Tectonophysics. C. R. Geoscience, 348, p. 42–51, 2016. DOI: 10.1016/j.crte.2015.10.007

CALAIS, Eric. Mesures GPS en Haiti Application à l'Alea Sismique. **Rapport d'Etape**, 2007, 16 p.

CALAIS, Eric. **Projet identification de la menace sismique en Haïti**, 2002b, 13 p.

CALAIS, Eric. **Science et conscience dans la post-urgence du séisme d'Haïti**. 2017, 100 p.

CALAIS, Eric. Science et société dans la post-urgence du séisme du 12 janvier 2010 en Haïti. **Géologues**, n.188, p. 105 – 109, 2016. Disponível em: www.geologie.ens.fr/~ecalais/publications/geologues_2016.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

CALAIS, Eric. Strain partitioning and fault slip rates in the northeastern Caribbean from GPS measurements: **Geophysical Research Letters**, v. 29, p. 1-4, 2002, doi:10.1029/2002GL015397

CALAIS, Eric. Transpressional rupture of an unmapped fault during the 2010 Haiti earthquake. **NATURE GEOSCIENCE**, v. 3, p. 794 – 799, 2010.

CASTILLO, Hilda Stephanny Santos. **Análise do risco sísmico para estruturas de uso essencial no Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018, 165 p.

CASTRO, Paulo de Tarso Amorim et al. Geoethics and geoconservation: integrated approaches. **Journal of the Geological Survey of Brazil**, v.4, Special Issue 1, p. 1 - 7, 2021.

CHARLOTTE, Benson; JOHN, Twigg. **Outils d'intégration de la réduction des risques de catastrophes**, 2007, 200 p.

CIAT. Caractérisation et cartographie du risque inondation et de submersion marine sur l'agglomération du Cap-Haïtien - **Rapport n° REP-CIAT-04.15.001V3**, 2015.

COLÉGIO Vasco da Gama: **Biologia e Geologia**. 2022. Disponível em: <http://www.colegiovascodagama.pt/ciencias3c/decimo/temalllu101.html>. Acesso em: 06 mar. 2022.

COMFORT, Louise K.; SICILIANO, Michael D.; OKADA, Aya. Risque, résilience et reconstruction: le tremblement de terre haïtien du 12 janvier 2010. **Télescope**, v. 16, n. 2, p. 37-58, 2010.

CORBEAU, Jordane et al. Crustal structure of western Hispaniola (Haiti) from a teleseismic receiver function study. **Tectonophysics** **709**, p. 9-19, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316531527>. Acesso em: 05 dez. 2020.

CORBEAU, Jordane et al. Is the local seismicity in western Hispaniola. **GEOSPHERE**, v. 15, n. 10, p. 1-13, 2019.

CORTELETTI, Rosyelle Cristina. **Proposta de metodologia para análise de riscos geológico -geotécnicos em ferrovias. Estudo de caso: Estrada de Ferro Carajás (EFC)**. 2014. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014, 202 p.

DEMIGUEL, Daniel et al. Linking geological heritage and geoethics with a particular emphasis on palaeontological heritage: the new concept of 'palaeontoethics'. **Geoheritage** v. 13, n. 69, p. 1-16, 2021.

DI CAPUA, Giuseppe; PEPPOLONI Silvia. Geoethical Aspects in the Natural Hazards Management. *In*: Lollino G., Arattano M., Giardino M., Oliveira R., Peppoloni S. (Eds.). **Engineering Geology for Society and Territory - Volume 7, Education, Professional Ethics and Public Recognition of Engineering Geology**. XVII, Springer, 2014, 274 p.

DI CAPUA, G.; PEPPOLONI, S.; BOBROWSKY, P. **The Cape Town Statement on Geoethics**. International Association for Promoting Geoethics (IAPG), 2016. Disponível em: <http://www.geoethics.org/ctsq>. Acesso em: 12 jun. 2021.

DI CAPUA, Giuseppe; PEPPOLONI Silvia; BOBROWSKY, Peter. The Cape Town Statement on Geoethics. **Annals of Geophysics**, v. 60, n. 7, p. 1-6, 2017.

DI CAPUA, G.; PEPPOLONI, S. Defining geoethics. Website of the IAPG - International Association for Promoting Geoethics. p. 1-3, 2019. Disponível em: <http://www.geoethics.org/definition>. Acesso em: 05 jan. 2021.

DIEUJUSTE, Wisly. **Dynamiques Urbaines et la Vulnérabilité sismique de la ville du Cap-Haïtien**. Thèse (Maîtrise em Géographie) - Paris 8, Université Vincennes - Saint-Denis. Saint-Denis, 2015, 101 p.

DUBOIS-MAURY, Jocelyne; CHALINE, Claude. **Les risques urbains**, 2002, 208 p.

ESPINAL, Juan Felipe Suescun. **A construção estratégica e participativa do direito à cidade – desenvolvimento urbano e gestão do risco em Medellín e o Vale de Aburrá**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2019, 323 p.

FRANKEL, Arthur et al. **Documentation for Initial Seismic Hazard Maps for Haiti**. United States Geological Survey Open-File Report 2010-1067, 2010, 20 p.

FREITAS et al. Socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência-lições de terremoto no Haiti e das chuvas fortes na região Serrana, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1-14, 2012.

FRELAT, Romain et al. **Projet bassins versants en Haïti**. BVH – Phase I, 2012, 86 p.

FRITZ, Hermann M. et al. Twin Tsunamis Triggered by the 12 January 2010 Haiti Earthquake. **Pure and Applied Geophysics**, v. 170, p. 1463–1474, 2013. DOI: 10.1007/s00024-012-0479-3

GEO-HAÏTI 2010. **État et Perspectives de l'Environnement**, 2010, 200 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002, 176 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª. Edição, São Paulo: Atlas S.A., 2008, 202 p.

GILLES, R.; JEAN-PHILIPPE, J.; DORIVAL, V.; GÉNÉA, S. Microzonage sismique du secteur v - **Rapport des effets de site et liquefaction**, 2020, 195 p.

GONÇALVES, Carmen Diego. Actas dos ateliers do Vº Congresso Português de Sociologia Sociedades Contemporâneas: Reflexividade e Acção. **Atelier: Modernidade, Incerteza e Risco**, p. 8-13, 2004. Disponível em: https://www.academia.edu/976701/Incerteza_gest%C3%A3o_e_decis%C3%A3o_O_caso_do_risco_s%C3%ADsmico. Acesso em: 15 dez. 2020.

GRAY, John M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: Wiley, 2004, 434 p.

GRAY, John M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2. ed., Chichester, John Wiley & Sons, 2013, 495 p.

GUÉGUEN, Phillipe et al. **Analyse de la vulnérabilité sismique dans un pays à sismicité modérée: le cas de Grenoble**. p. 1–15. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=publication&query=Analyse%20de%20la%20vuln%C3%A9rabilit%C3%A9%20sismique%20dans%20un%20pays%20%C3%A0%20sismicit%C3%A9%20mod%C3%A9r%C3%A9e%20:%20le%20cas%20de%20Grenoble>. Acesso em: 05 jan. 2021.

GUIMARÃES, Gilson Burigo. Geoética e geoconservação nos campos gerais do PARANÁ. *In*: PONTES Henrique Simão et al. (Org). **Anais [...] IV SIMPOSIO BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOLÓGICO. II ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO** p. 142-146, 2017.

GUIMARÃES, Gilson Burigo. Tempo geológico. *In*: LICCARDO, Antonio; GUIMARÃES Gilson Burigo (Orgs.). **Geodiversidade na educação**. 2014, p.27-40.

GUIMARÃES, Gilson Burigo; MELO, Mário Sérgio de; MOCHIUTTI, Nair Fernanda. Desafios da Geoconservação nos Campos Gerais do Paraná. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. São Paulo, v. 5, p. 47-61, 2009.

HAESBAERT, Rogério. Desterritorialização: entre as redes e os aglomerados de exclusão. *In*: CASTRO, Iná Elias de et al. (Orgs). **Geografia: Conceitos e Temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, 354 p.

HAJJI, Hicham. **Gestion des risques naturels: Une approche fondée sur l'intégration des données**. 2005. Thèse (Doctorat en Informatique et Information pour la Société) - L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. Lyon, 2005, 183 p.

HASHIMOTO, Miyamoto H. **Estimation de l'Alea Sismique au Nord d'Haiti**, 2016, 144 p.

HOUGH, Susan E. et al. Localized damage caused by topographic amplification during the 2010M 7.0 Haiti earthquake. **NATURE GEOSCIENCE**, v. 3, p. 778-782, 2014. DOI: 10.1038/NGEO988

IAPG: International Association for Promoting Geoethics. 2017. Disponível em: <http://www.geoethics.org>. Acesso em: 05 agost. 2020.

IFCR: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Comment la loi et la réglementation contribuent à la réduction des risques de catastrophe. Haïti: rapport d'étude de cas. 2015, 176 p.

IHSI - Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique. **Estimation de la population totale, population de 18 ans et plus ménages et densités en 2015**, 2015, 131 p.

IMBERNON, Rosely Aparecida Liguori; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; MANSUR, Kátia Leite. Geoethics in the Scenario of the Geological Society in Brazil. **Geosciences**. p. 1-11, 2021. doi.org/10.3390/geosciences11110462

JEUDY, Betegard et al. **Microzonage sismique de la ville des Cayes à Haïti**. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282133291>. Acesso em: 18 dez. 2020.

JOSEPH, Claudine et al. **Country document for disaster risk reduction: Haiti**, 2016, 116 p.

LACASSIN, Robin. Les tremblements de terre d'Haïti (Mw 7 - janvier 2010) et du Chili (Mw 8, 8 - février-mars 2010). **Géochronique** n. 115, p. 25-27, 2010.

LACASSIN, Robin et al. **Sismotectonique du tremblement de terre du 12 janvier 2010 en Haïti**. p. 1-22, 2013. Disponible em: <http://www.cairn.info/revue-outre-terre-2013-1-page-163.htm>. Acesso em: 05 out. 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científico**. 2003, 311 p.

LARROQUE, Christophe. **Alea sismique dans une région intraplaque à sismicité modérée: la jonction Alpes - Bassin Ligure**. 2010. Thèse (Doctorat en Géosciences) - Université Nice Sophia Antipolis. Sophia Antipolis, 2010, 187 p.

LEMAIRE, Jean. **Évaluation de la vulnérabilité sismique du bâti existant selon l'Eurocode: Essai méthodologique et application au cas de Mulhouse, Bâle**. Thèse (Doctorat en Génie informatique, mécanique, génie civil) - Université Paris Nanterre. Paris Nanterre, 2018, 264 p.

LENTINI, Azzurra. Évaluation technique des menaces naturelles des communes de Jacmel, Petit Goâve, Grand Goâve (Haïti). **Rapport technique**. 2012, 112 p.

LEONE, Frédéric et al. **Aléas naturels et gestion des risques**. 1ère édition. Paris (France): Presse universitaire de France, 2010, 284 p. ISBN: 978-2-13-057432-3.

LEONE Frédéric, VINET Freddy. La vulnérabilité, un concept fondamental au coeur des méthodes d'évaluation des risques naturels. *In*: LEONE Frédéric; VINET, Freddy. **La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles: analyses géographiques**, Geo-risques no 1, Université Montpellier III Paul Valéry, p. 9-25, 2006. ISBN: 2-84269-727-8.

LICCARDO, A.; PIEKARZ, G.; SALAMUNI, E. **Geoturismo em Curitiba**. Curitiba: MINEROPAR, 2008.122 p.

MACHADO, Ricardo Matos. **Potencialidades para o desenvolvimento do geoturismo no município de Itapipoca (CE)**. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019, 183 p.

MANAKER, D.M et al. Interseismic plate coupling and strain partitioning in the northeastern Caribbean: **Geophysical Journal International**, v. 174, p. 889 – 903, 2008. doi:10.1111/j.1365 – 246X.2008.03819x

MARCHEZINI, Victor; LONDE, Luciana de Resende. Sistemas de alerta centrados nas pessoas: desafios para os cidadãos, cientistas e gestores públicos. **Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis**, v. 7, n. esp p. 525-558, 2018.

MARNDR. **Projet de renforcement des services publics agricoles (projet resepag)**. 2012, 109 p.

MARONE, Eduardo; PEPPOLONI, Silvia. Ethical Dilemmas in Geosciences. We Can Ask, but, Can We Answer? **Annals of Geophysics**, v. 60, n. 7, p. 1-6, 2017.

MARONE, Eduardo; BOHLE, Martin. Geoethics for Nudging Human Practices in Times of Pandemics. **Sustainability**, 12, 7271, p.1-15, 2020.

MATHIEU et al. **Cartes et étude de risques, de la vulnérabilité et des capacités de réponse en Haiti**. 2002, 213 p. Disponível em: <http://www.docplayer.fr/8328468-Cartes-et-etude-de-risques-de-la-vulnerabilite-et-des-capacites-de-reponse-en-haiti.html>. Acesso em: 6 fev. 2020.

MAZABRAUD, Yves et al. Ressources en géologie caribéenne: les apports de l’outil GPS pour l’étude des séismes et failles majeures de république dominicaine. **RECHERCHES ET RESSOURCES EN ÉDUCATION ET EN FORMATION**, n. 1, p. 73 – 78, 2007.

MENANT, Marion. **L'éducation aux risques naturels à l'école primaire**. Thèse (Master en Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation - Université de Rouen. Rouen, 2018, 79 p.

MDE. **Décret-loi de l'environnement**, 2005, 39 p.

MDE. **Unité hydrographique Aquin-Saint Louis du sud**, 2012, 73 p.

MEDDE/França. **Prévention des risques naturels: Les séismes**, 2012, 58 p.

MICT/DPC. **Plan national de gestion des risques et desastres**, 2001, 32 p.

MINERVINO, Aline Costa; DUARTE, Elisabeth Carmen. Danos materiais causados à Saúde Pública e à sociedade decorrentes de inundações e enxurradas no Brasil, 2010-2014: dados originados dos sistemas de informação global e nacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 685-694, 2016. DOI: 10.1590/1413-81232015213.19922015

MOCHIUTTI, Nair Fernanda; GUIMARÃES, Gilson Burigo; MELO, Mário Sérgio de. Os valores da geodiversidade da região de piraí da serra, paraná. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 30, n. 4, p. 651-668, 2011.

MOCHIUTTI, Nair Fernanda; GUIMARÃES, Gilson Burigo; Moreira, Jasmine Cardozo. Os Valores da Geodiversidade: Geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 – v. 35 n. 1, p.173-189, 2012.

MOGK, David W. Geoethics and Professionalism: The Responsible Conduct of Scientists. **Annals of Geophysics**, v. 60, n. 7, p. 1-12, 2017.

MOMPLAISIR, Roberte. Héritage géologique et risques naturels en Haïti. *In*: PNUD; MPCE. **Actes d'atelier de formation "Réduction des risques urbaines en Haïti"**, 2014, 38p.

MORA CASTRO, Sergio et al. Analyse des menaces naturelles multiples (multimenhas-2) en Haïti étape 2: reconstruction des quartiers. Volume I: Étude régionale sur les menaces naturelles en Haïti. **Technical Report - January 2010**, 2010, p. 78. DOI: 10.13140/RG.2.1.1584.2728

MORA CASTRO, Sergio et al. Slope instability hazard in Haiti: Emergency assessment for a safe reconstruction. **Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society through**, p. 153-172, 2012.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. Ponta Grossa: UEPG, 2014 157 p.

MOREIRA, Jasmine Cardozo; MANSUR, Kátia Leite; NASCIMENTO, Marcos. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Revista Equador**, v. 04, n. 03, p. 1-23, 2015.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 350 p.

MTPTC. **Guide de Renforcement Parasismique et Para-cyclonique des Bâtiments**. 2013, 134 p.

NASCIMENTO, Marcos. A. L; RUCHKYS, Úrsula A; MANTESSO NETO, VIRGINIO. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. SBGeo, 2008, 84 p.

NIKITINA, Nataliya. Geodiversity, and the geoethical principles for its preservation. **Annals of Geophysics**, v. 55, n. 3, p. 497-500, 2012.

NÓBREGA P. G. B. e NÓBREGA S. H. S. Perigo sísmico no Brasil e a responsabilidade da engenharia de estruturas. **HOLOS**, Ano 32, v. 4, p. 162-175, 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.4703 Acesso em: 15 nov. 2020.

PEPPOLONI, Silvia; DI CAPUA, Giuseppe. Geoethics and geological culture: awareness, responsibility and challenges. **Annals of Geophysics**, v. 55, n. 3, p. 335-341, 2012.

PEPPOLONI, Silvia et al. Geoethics: the responsibility of geoscientists in making society more aware of natural hazards. **Geophysical Research Abstracts**, v. 14, p. 1, 2012.

PEPPOLONI, Silvia. **Geoethics and natural hazards: general reflections on the relationship between geoscientists and society**, p. 1-2, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/258778125>. Acesso em: 30 set. 2020.

PEPPOLONI S.; DI CAPUA G. The meaning of Geoethics. *In*: WYSS, M. and PEPPOLONI, S. (Eds.). **Geoethics: Ethical Challenges and Case Studies in Earth Sciences**. Elsevier, Waltham, Massachusetts. 2015, 450 p.

PEPPOLONI, S.; BOBROWSKY, P.; DI CAPUA, G. Geoethics: A Challenge for Research Integrity in Geosciences. *In*: STENECK, N.; ANDERSON, M.; KLEINERT, S.; MAYER, T. (Eds.). **Integrity in the Global Research Arena, World Scientific**, p. 287-294, 2015.

PEPPOLONI, Silvia. Geoethics: a new perspective for geosciences. **Conference Paper**, p. 106-108, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308902647>. Acesso em: 30 set. 2020.

PEPPOLONI, Silvia; DI CAPUA, Giuseppe. Geoethics: ethical, social and cultural implications in geosciences. **Annals of Geophysics**, v. 60, n. 7, p. 1-8, 2017.

PEPPOLONI, S.; DI CAPUA, G. Ethics. *In*: Bobrowsky P.T. and Marker B. (Eds.). Earth Sciences Series. **Encyclopedia of Engineering Geology**. Springer International Publishing, p. 1-10, 2018.

PEPPOLONI, S.; BILHAM, N., DI CAPUA G. Contemporary Geoethics Within the Geosciences. *In*: BOHLE, M. (Ed.). **Exploring Geoethics: Ethical Implications**,

Societal Contexts, and Professional Obligations of the Geosciences. 2019, 52 p. Palgrave Pivot, Cham, XIV + 214. ISBN 978-3030120092. Doi: 10.1007/978-3-030-12010-8_2

PEPPOLONI, S.; DI CAPUA. Geoethics to Start Up a Pedagogical and Political Path towards Future Sustainable Societies. **Sustainability**, 13, 10024, p. 1-19, 2021b.

PEPPOLONI, S.; DI CAPUA, G. Current Definition and Vision of Geoethics. *In*: Bohle M. and Marone E. (Eds). **Geo-societal Narratives - Contextualising geosciences**. 2021a, 17-28 p. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-79028-8_2. Acesso em: 30 jul. 2021a.

PERRAULT, Matthieu. **Évaluation de la vulnérabilité sismique de bâtiment à partir de mesures in situ**. 2014. Thèse (Doctorat en Sciences de la Terre et de l'Environnement) - Université de Grenoble. Grenoble, 2014, 223 p. Disponível em: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00934454>. Acesso em: 30 set. 2020.

PIEKARZ, Gil F. **Geoturismo no karst**. 2011, 121 p.

PNUD. **Guide Méthodologique Nationale de Réduction des Risques Naturels en Haïti**. 2014, 80 p.

PNUD. **Rapport sur le développement humain 2020**. 2020, 412 p.

POSSEE, Daniel et al. Spatial Variations in Crustal and Mantle Anisotropy Across the North American-Caribbean Boundary on Haiti. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, p. 1-17, 2020. DOI: 10.1029/2019JB018438

PREPETIT, Claude. **Tremblement de terre en Haiti: Mythe ou réalité**. 2008a, 7 p.

PREPETIT, Claude. **Alea et risque sismique en Haiti**. 2008b, 5 p. Disponível em: <http://www.bme.gouv.ht/alea%20sismique/AI%C3%A9a%20et%20risque%20sismique%20en%20Ha%C3%Afti%20VF.pdf> >. Acesso em: 15 nov. 2020.

PRESS, Frank et al. **Para entender a Terra**. 4ª edição. 2008, 656 p.

PRIETO, Carla Corrêa. **Previsão de deslizamentos em encostas por meio de modelagem numérica: estudo de caso na bacia piracuama, município de campos do Jordão, sp**. 2018. Tese (Doutorado em em Ciência do Sistema Terrestre). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, 2018, 211 p.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª edição, Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul, Brasil, 2013, 277 p.

PROYECTO SISMO-HAITI - Informe Final. **Evaluación de la peligrosidad y el riesgo sísmico en Haití y aplicación al diseño sismorresistente**. 2012, 108 p.

PUBELLIER, M. et al. Plate boundary readjustment in oblique convergence: Example of the Neogene of Hispaniola, Greater Antilles: **Tectonics**, v. 19, n. 4, p. 630–648, 2000.

RUB (Ruhr Universität Bochum). **World Risk Report 2020**. 2020, 73 p. Disponível em: https://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2020/12/WRR_2020_online_.pdf. Acesso em 17 abr. 2021.

RUCHKYS, Úrsula A.; MACHADO, Maria Márcia Magela. Patrimônio geológico e mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – caracterização e iniciativas de uso para educação e geoturismo. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 120 – 136, 2013.

RUCHKYS, Úrsula de Azevedo; CASTRO Paulo de Tarso Amorim; MARCOS, Paulo Souza Miranda. Mineração em Geossistemas Ferruginosos e Questões de Geoética o Caso do Rompimento da Barragem de Córrego do Feijão, Minas Gerais – Brasil. **Confins - Revista franco-brasileira de geografia**, n. 40, p. 1-15, 2019.

SAIMBERTIL, Michael. **Les sources sismiques potentielles dans le golfe de la (Gonâve, Haïti): analyse de données bathymétriques et sismiques**. Rapport de stage de Recherche Master 2 - Parcours Géologie M2R. Université nice Sophia Antipolis, 2016, 42 p.

SAINT FLEUR, Newdeskari. **Sismotectonique du système de failles d'Enriquillo et du séisme du 12 janvier 2010 (Mw 7.0) en Haïti**. 2014. Thèse (Doctorat en Physique du Globe) - L'Institut de Physique du Globe de Paris. Paris, 2014, 277 p.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Tasmanian Parks & Wildlife Service. 2002, 81 p.

SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro** / editor: Cassio Roberto da Silva. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, 264 p.

SOUZA, Carlos Eduardo Silva; ALVIM, Victor Lucas. A responsabilidade civil pelos danos oriundos de desastres naturais no estado socioambiental de direito. **Cadernos do Programa Pós-Graduação em Direito/UFRGS**, v. 11, n. 2, 2016, p. 180-206.

SYMITHÉ, Steeve J. et al. Current Block Motions and Strain Accumulation on Active Faults in the Caribbean. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, 2015, 73 p. DOI: 10.1002/2014JB011779.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2^a ed., 2003, 559 p.

TERRIER, M. et al. Réalisation d'un zonage sismique de la plaque caraïbe préalable aux choix de scénarios de tsunamis aux Antilles françaises. **Rapport intermédiaire**. BRGM/RP-55376-FR, 2007, 77 p.

TERRIER, M. et al. Apport des images pléiades au microzonage sismique de Port-au-Prince (Haïti): application à l'étude géologique. **Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection**, n. 209, p. 59-64, 2015.

THÉODAT, J. M. Haïti 2010: les leçons d'une catastrophe. **EchoGéo**, p. 1–5, 2010. Doi:10.4000/echogeo.11682.

THOURET, J.-C.; D'ERCOLE, R. Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain: effets, facteurs et réponses sociales. **Cahier des Sciences Humaines, ORSTOM**, v. 2, n. 32, p. 407-422, 1996.

UNITED STATES SOUTHERN COMMAND (USSC). **L'évaluation des ressources d'eau d'Haïti**. 1999, 89 p.

VARET, Jacques. Pour une vision géologique et géoéthique du développement durable. **Cairn.info**, v. 3, n. 198, p. 18-22. 2008.

VASCONCELOS C.; TORRES, J.; VASCONCELOS, L.; MOUTINHO, S. **Sustainable Development and its Connection to Teaching Geo-ethics**. Episodes, v. 39, n. 3, p. 509-517, 2016.

VEYRET, Yvette; REGHEZZA, Magali. Aléas et risques dans l'analyse Géographique. **Annale des mines**, p. 61-69, 2005.

VEYRET, Yvette; REGHEZZA, Magali. Vulnérabilité et risques: L'approche récente de la vulnérabilité. **Responsabilité e environnement**, n. 43, p. 9-14, 2006.

WAGNER, Jean-Jacques. Le tremblement de terre du 12 janvier 2010 : un désastre prévisible ? *In*: Rainhorn, Jean-Daniel. **Haïti, réinventer l'avenir**. p. 67-76, 2012. DOI:10.4000/books.editionsmsh.8319.

ZAMBRANO, Fernando et al. Campo et al. Gestão de risco de desastres naturais na Colômbia: Estudo de caso, desastre hidrológico no município de Mocoa – Putumayo. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. esp p. 135-151, 2018. DOI: 10.19177/rgsa.v7e02018135-151

APÊNDICE A – GUIA DE ENTREVISTA

Objetivo: fazer um balanço da abordagem geoética na gestão de riscos sísmicos no Haiti.

Do (a) entrevistado (a)

Sobrenome:

nome:

Posição de responsabilidade:

Estrutura:

Os temas

- 1) O que você acha da abordagem geoética na gestão de risco sísmico para fortalecer uma melhor gestão no Haiti?

.....

- 2) Dado que o risco na geografia é uma questão de espaço e território, o que você acha da gestão do risco sísmico com foco na redução da vulnerabilidade de uma perspectiva geoética?

.....

- 3) O que você acha da comunicação de informação e educação ambiental em geociências (riscos de terremotos no Haiti) de uma perspectiva geoética?

.....

- 4) O que você acha da cultura de risco relacionada aos riscos sísmicos no Haiti de uma perspectiva geoética?

.....

- 5) O que você acha da valorização dos elementos da geodiversidade (rochas, fósseis, mimerais, cachoeiras, etc.) como conhecimento geocientífico para conscientizar a população de uma perspectiva geoética?

.....

- 6) A sociedade haitiana cada vez mais sensível aos riscos sísmicos, o que você acha do envolvimento do público na gestão de riscos no Haiti de uma perspectiva geoética?

.....

- 7) Em sua opinião, qual é o seu entendimento sobre gestão de risco sísmico no Haiti?

.....

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Objetivo: estudar a percepção e compreensão das pessoas sobre os riscos de terremotos

Identificação

1) Do entrevistado

a) De onde você é (departamento)

- Oeste Sudeste Norte Nordeste Artibonite
 Centro Sul Grand-Anse Noroeste Nippes

b) Gênero: Masculino Feminino

c) Qual é a sua faixa etária:

- 18-30 anos 30-40 anos 40-50 anos 50 anos e mais

2) Informação sobre o conhecimento do fenômeno sísmico

1- Como você classifica seu conhecimento a respeito do tema terremotos? Zero representaria um total desconhecimento e cinco conhecimento pleno.

- 0 1 2 3 4 5

2- Você informou por

- A mídia Sua própria experiência Boca a boca Escola/universidade

3- Você sabe que atitude ter em caso de um terremoto?

- sim Não

4- Você sabe o que fazer depois de um terremoto

- sim Não

3) Da percepção e da compreensão das pessoas sobre

1- Para você qual é a origem de um terremoto?

- Natural Divino Ação humana Outro

2- Que recomendações você gostaria de fazer às autoridades para uma melhor gestão?

- Educação ambiental Educação em geociência Envolvimento público
 Cultura do risco Outros