

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BRENDA ABREU BISPO
DÉBORA SOUSA CALIXTO
GISELA ALLIANO
MELISSA DIAS DA SILVA

**POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RISCO NAS ENCOSTAS – ESTUDO
DE CASO VILA SAHY, LITORAL NORTE DE SÃO PAULO**

São Paulo

2023

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BRENDA ABREU BISPO
DÉBORA SOUSA CALIXTO
GISELA ALLIANO
MELISSA DIAS DA SILVA

**POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RISCO NAS ENCOSTAS – ESTUDO
DE CASO VILA SAHY, LITORAL NORTE DE SÃO PAULO**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil, na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mariana de Almeida Motta Rezende.

São Paulo

2023

AGRADECIMENTOS

Preliminarmente, agradecemos à nossa orientadora Dra. Mariana de Almeida Motta Rezende, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, pela sua disponibilidade, salientamos o apoio prestado, a forma interessada, construtiva extraordinária, fundamental ao longo de todo o percurso e pertinente como acompanhou a realização deste trabalho. Não podemos esquecer a sua grande contribuição por ter dado todas as ferramentas necessárias para que pudesse aprender e crescer enquanto aluno e pessoa, eternamente gratos por todo o apoio.

Gostaríamos de agradecer também ao Marcelo Gramani, geólogo e pesquisador integrante do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), por toda ajuda e tempo disponibilizado para nos dar um caminho para nossas pesquisas.

Gostaríamos de expressar nossos agradecimentos:

A todos os professores do curso de Engenharia Civil com os quais nos proporcionou aprendizado e conhecimento na área.

E finalmente, agradecemos à nossa família por estarem ao nosso lado, apoiando e dando forças

RESUMO

A vulnerabilidade dos cidadãos brasileiros aos acidentes naturais está intimamente ligada à falta de moradia adequada para as camadas populares e à falta de um ordenamento territorial que priorize o interesse social sobre o interesse privado dos proprietários de terras. A ausência de acesso à moradia e à regularização fundiária levou as classes populares a recorrerem à autoconstrução e ocupação de terrenos públicos ou privados de menor valor de mercado, muitas vezes em áreas de risco, preservação ambiental ou proteção aos mananciais, onde o mercado imobiliário não tem interesse ou atuação viável. Esse histórico de ocupação resultou em impactos adversos tanto pela ação da natureza sobre o espaço construído, como pelos efeitos do espaço sobre a natureza, manifestando-se em desastres naturais, poluição das fontes de água e falta de áreas verdes, que afetam toda a população. A ocupação irregular em assentamentos precários no Brasil aumenta e amplifica os cenários de risco ambiental. Nesse contexto, cabe aos estados e à União apoiar a implementação de políticas públicas que articulem a produção habitacional, a provisão de infraestrutura e a execução de obras de segurança em encostas e macrodrenagem. Com base nesses dados, o presente trabalho teve como objetivo estudar a política de gerenciamento de risco e o mapeamento realizado pela Defesa Civil junto ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) na Vila Sahy, localizada em São Sebastião, no litoral norte de São Paulo. Assim, foi realizada uma pesquisa de campo na região para avaliar se a população entrevistada conhece a política de gerenciamento de riscos e se possuem conhecimento sobre as plataformas do governo que indicam essas situações. Espera-se que o presente projeto possa contribuir para o melhoramento do trabalho já realizado pela Defesa Civil para evitar possíveis tragédias em áreas de vulnerabilidade. Após o levantamento dos dados, percebe-se que além de analisar o método de ação da Defesa civil, também seria necessária uma estruturação do local com rotas de fuga e palestras para conscientizar a população local, principalmente.

Palavras-chave: deslizamentos, desastres naturais, Defesa Civil e Vila Sahy.

ABSTRACT

The vulnerability of Brazilian citizens to natural disasters is closely linked to the lack of adequate housing for the working classes and the lack of land-use planning that prioritizes the social interest over the private interest of landowners. The lack of access to housing and land regularization has led the lower classes to resort to self-building and occupying public or private land with lower market value, often in areas of risk, environmental preservation or protection of water sources, where the real estate market has no interest or viable action. This history of occupation has resulted in adverse impacts both from the action of nature on the built space and from the effects of space on nature, manifested in natural disasters, pollution of water sources and lack of green areas, which affect the entire population. Irregular occupation in precarious settlements in Brazil increases and amplifies environmental risk scenarios. In this context, it is up to the states and the federal government to support the implementation of public policies that link housing production, the provision of infrastructure and the execution of safety works on slopes and macro-drainage. Based on this data, the aim of this paper was to study the risk management policy and the mapping carried out by Civil Defense together with the Institute for Technological Research (IPT) in Vila Sahy, located in São Sebastião, on the north coast of São Paulo. A field survey was therefore carried out in the region to assess whether the population interviewed is aware of the risk management policy and whether they are aware of the government platforms that indicate these situations. It is hoped that this project can contribute to improving the work already carried out by Civil Defense to prevent possible tragedies in areas of vulnerability. After surveying the data, it is evident that in addition to analyzing the Civil Defense's method of action, it would also be necessary to structure the site with escape routes and lectures to raise awareness among the local population.

Keywords: landslides, natural disasters, Civil Defense and Vila Sahy.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- CRESCIMENTO POPULACIONAL - SÃO SEBASTIÃO	17
Figura 2- Índice de Chuvas em SP pela Estação Meteorológica IAG USP	19
Figura 3 - Índice de Chuvas em SP pela Estação Meteorológica Mirante Santana 20	
Figura 4 – Localização das Estações Meteorológicas	20
Figura 5- Perfil Esquemático do Processo de Rastejo	23
Figura 6- Micro Escorregamento e “Caminhos De Vaca” Indicando Processos de Rastejo	23
Figura 7- Vista Parcial do Depósito de Tálus Existente no Bairro De Juquehy, em São Sebastião, SP, que está em Movimento, Afetando A Rodovia	24
Figura 8- Perfil Esquemático de Escorregamentos Planares	25
Figura 9- Escorregamento Planar com Blocos de Rocha Imersos na Massa de Solo no Bairro de Juquehy, São Sebastião, SP	25
Figura 10- Escorregamento Planar Afetando Moradias no Bairro Cambury, São Sebastião, SP	26
Figura 11 - Perfil Esquemático do Processo de Queda de Blocos	27
Figura 12- Bloco de Rocha Parcialmente Imerso na Matriz de Solo, com Obra de Contenção, no Bairro Itatinga, São Sebastião (SP)	27
Figura 13 - Vista de Paredão Rochoso com Blocos Individualizados, no Alto do Bairro Itatinga, São Sebastião (SP)	28
Figura 14 - Moradia Atingida por Bloco que Rolou na Encosta, no Bairro Morro do Abrigo, São Sebastião (SP)	29
Figura 15 - Processos Erosivos em Evolução Sobre as Escarpas E seus Respetivos Depósitos Correlatos	31
Figura 16 - Mapa de Solos do Brasil	32
Figura 17 – Biomas do Brasil	34
Figura 18 - Projeções do Clima por Região no ano, Indicando Mudanças Projetadas em Níveis de Confiança	38
Figura 19 - Mapa Geológico: Classes de Principais Formações Rochosas na Região do Litoral Norte de São Paulo	43
Figura 20- Mapa Geomorfológico: Domínios Geomorfológicos na Região do Litoral Norte de São Paulo	44
Figura 21- Mapa de solos. Tipos de solo: (i) Espodosolos – Grupo 1 (G1); (ii) Cambissolos – Grupo 2 (G2); (iii) Latossolos (Vermelhos-Amarelos) – Grupo 3 (G3)	45
Figura 22- Perigo de Escorregamento	46
Figura 23 - Perigo de Inundação	47
Figura 24 - Área “Congelada” na Vila Sahy	50
Figura 25 - Formas de Atuação em relação a áreas de risco de deslizamentos	51
Figura 26 - Muro de concreto ciclópico	54
Figura 27- Muro de alvenaria de pedra	55
Figura 28 - Muro de alvenaria de pedra argamassada	55
Figura 29 - Contenção em solo cimento	56
Figura 30 - Cortina cravada	57
Figura 31 - Muro com reforço geossintético	58
Figura 32 - Muro gabião	59

Figura 33 - Drenagem Superficial	60
Figura 34 - Sistema de drenagem profunda	61
Figura 35 - Previsão de risco geológico	66
Figura 36 - Previsão de risco hidrológico	67
Figura 37- Mapa com a previsão de chuva para a Região Sudeste no domingo (19)	68
Figura 38 – Local dos anexos no site da Defesa Civil	70
Figura 39 - Mapeamento de Área de Risco	70
Figura 40 – Legenda do Mapeamento de Área de Risco da Vila Sahy	71
Figura 41 – Mapeamento de Área de Risco zoom na Vila do Sahy	72
Figura 42– Mapeamento de Área de Risco zoom na Vila do Sahy	72
Figura 43 - Principais meios de comunicação usados pelos moradores da Vila Sahy	73
Figura 44 – Conhecimento do trabalho da Defesa Civil	74
Figura 45 – Conhecimento da política de gerenciamento de risco e alertas de prevenção de acidentes da Defesa Civil	74
Figura 46 – Percepção da população sobre alertas da Defesa Civil enviados por SMS e redes sociais em relação a chuvas intensas e risco de deslizamentos em São Sebastião em 19 de fevereiro de 2023	75
Figura 47 – Capacidade da população em reconhecer área de risco	75
Figura 48 – Conhecimento ou residência em alguma área de risco no litoral norte de São Paulo	76
Figura 49 – Se a população já recebeu alertas climáticos e de deslizamentos na região da Vila Sahy por algum meio de comunicação	76
Figura 50 - Se a população já participou de algum treinamento geral realizados por órgãos governamentais para preparação em situações de emergências	77
Figura 51– Interesse da população em participar de treinamentos gerais para preparação em situações de emergência	77
Figura 52 - Plano para rota de fuga	79
Figura 53 - Exemplo rota de fuga	79
Figura 54 - Placa Branca da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano	81
Figura 55 - Residência com a placa laranja	82
Figura 56 - Residência em processo de demolição	82
Figura 57 - Residência demolida	83
Figura 58 - Residência demolida	83
Figura 59 - Área do deslizamento vista de baixo para cima	84
Figura 60 - Local do Deslizamento	85
Figura 61 - Local do Deslizamento	85
Figura 62 - Casas em bom estado	86
Figura 63 - Residência em estágio avançado de construção interdita pela Prefeitura	86
Figura 64 - Focos de Deslizamentos	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
BATER	Base Territorial Estatística de Áreas de Risco
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de Escorregamento/Processo	22
Tabela 2 - População em Área de Risco por Unidade da Federação em 2010 - Região Sudeste	39
Tabela 3 - Tipos de grupos de rochas formadoras de solos e percentual na região do Litoral Norte de São Paulo	42
Tabela 4 - Tipos de relevo (domínio geomorfológico) e percentual na região do Litoral Norte de São Paulo	44
Tabela 5 - Perigo de escorregamento e de inundação	47
Tabela 6 - Lista das áreas selecionadas para mapeamento de movimentos de massa e inundação no município de São Sebastião – IPT	69
Tabela 7– Tabela de Delimitação de setores de São Sebastião	69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 HISTÓRICO DE CRESCIMENTO POPULACIONAL EM ÁREAS DE RISCO	15
2.1.1 DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS	17
2.1.2 PRINCIPAIS CAUSAS DE DESLIZAMENTOS	18
2.1.3 TIPOS DE DESLIZAMENTOS.....	21
2.1.4 TIPOLOGIA GEOGRÁFICA DA REGIÃO LITORÂNEA	29
2.2 MOTIVAÇÕES DO CLIMA QUE PROPICIAM O ACONTECIMENTO DE DESLIZAMENTOS.....	31
2.2.1 TIPOS DE SOLO DAS ENCOSTAS.....	31
2.2.2 VEGETAÇÃO	34
2.2.3 VOLUME DE CHUVA.....	35
2.3 AQUECIMENTO GLOBAL E SUA INFLUÊNCIA EM DESLIZAMENTOS	36
2.4 REGIÕES QUE SÃO MAIS AFETADAS PELOS DESLIZAMENTOS NO SUDESTE.....	38
2.5 CARACTERÍSTICAS DA HIDROGRAFIA, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA TERRESTRE NA REGIÃO LITORÂNEA DO ESTADO DE SÃO PAULO	40
2.5.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA.....	40
2.5.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA	40
2.5.3 CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICAS.....	45
2.5.4 PROCESSOS GEODINÂMICOS: PERIGOS DE ESCORREGAMENTO E INUNDAÇÃO	45

2.6	HISTÓRIA DA VILA SAHY	48
2.6.1	TRAGÉDIA NO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO: DESLIZAMENTO NA VILA SAHY.....	49
2.6.2	TRABALHO DA DEFESA CIVIL JUNTO AO IPT.....	50
2.6.3	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS.....	52
2.6.4	PREVENÇÃO DE DESLIZAMENTOS	52
2.7	ESTRATÉGIAS/PLANOS DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAL OU NÃO ESTRUTURAL	53
2.7.1	TIPOS DE ESTRURAS DE CONTENÇÃO.....	53
2.7.2	DRENAGEM	60
3.	MÉTODO	61
3.1	ANÁLISE DA POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RISCO.....	61
3.2	ESTUDO DE CAMPOS DA REGIÃO DA VILA SAHY PÓS TRÁGEDIA 62	
4.	RESULTADOS	62
4.1	FUNCIONAMENTO DA POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RISCO	63
4.1.1	CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO APRESENTADO NO DESASTRE NA REGIÃO DA VILA SAHY	65
4.1.2	ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA ÁREA DE RISCO, REGIÃO LITORÂNEA DA VILA SAHY E PROXIMIDADES (SÃO SEBASTIÃO)...	68
4.2	PESQUISA DE CAMPO – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	73
4.2.1	PLANOS DE ROTAS DE FUGA, PONTOS ESTRATÉGICOS E DE APOIO PARA A POPULAÇÃO AFETADA	78
4.2.2	TECNOLOGIAS QUE CONTRIBUAM PARA MONITORAMENTO DAS REGIÕES COM MAIOR ÍNDICE DE RISCO	80
4.2.3	REGIÃO DA VILA SAHY PÓS TRAGÉDIA.....	81
5.	CONCLUSÃO	88
6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	90

ANEXOS	97
ANEXO A.....	97
ANEXO B	98
APÊNDICE	99
APÊNDICE A	99

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tem enfrentado uma série de deslizamentos de terra em várias regiões do país. Esses deslizamentos são mais comuns durante as estações chuvosas, quando ocorrem grandes volumes de precipitação, especialmente em áreas com encostas íngremes e solo propenso a deslizamentos. Segundo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), uma das regiões mais propensa a deslizamentos é a região metropolitana de São Paulo, onde há várias encostas e morros. Em março de 2020, por exemplo, fortes chuvas resultaram em deslizamentos em diferentes partes da cidade, causando mortes e destruição de residências.

As comunidades de baixa renda são frequentemente as mais afetadas, pois muitas vezes são forçadas a se estabelecer em áreas de risco devido à falta de opções de moradia mais seguras e acessíveis financeiramente. Essas pessoas, muitas vezes enfrentam dificuldades para acessar serviços básicos, como água potável, saneamento adequado e assistência médica, o que agrava ainda mais os impactos de deslizamentos (Kobiyama, 2006).

A ocupação em áreas de risco, como encostas íngremes e margens de rios, por famílias de baixa renda é uma realidade enfrentada em muitas regiões. A falta de recursos financeiros muitas vezes leva essas famílias a não terem opções viáveis de moradia e, conseqüentemente, acabam ocupando terras de forma irregular (Nobre, 2011).

Segundo o Camarinha (2018) as áreas de risco, por sua natureza geográfica, são mais propensas a desastres naturais, como deslizamentos de terra, especialmente durante chuvas intensas. Esses eventos podem resultar em perdas de vidas humanas, danos materiais e impactos socioeconômicos significativos. Infelizmente, as famílias de baixa renda que ocupam essas áreas ficam expostas a um maior perigo durante esses eventos.

Segundo o Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC), a chuva desempenha um papel fundamental nos deslizamentos de terra, sendo um dos principais fatores desencadeantes desses eventos. É importante ressaltar que os deslizamentos de terra podem ocorrer não apenas durante chuvas intensas, mas também após períodos prolongados de precipitação, quando o solo já está saturado. A interação complexa entre a chuva, as características do solo e da encosta, a topografia e outros fatores geológicos desempenham um papel crucial na ocorrência e na magnitude dos deslizamentos de terra durante eventos chuvosos.

As áreas ocupadas por populações de baixa renda geralmente carecem de infraestrutura adequada, como sistemas de drenagem eficientes, obras de contenção de encostas e muros de arrimo. Isso torna essas áreas mais suscetíveis a deslizamentos de terra e aumenta os danos causados pelos eventos (IPCC 2018).

É fundamental realizar um mapeamento detalhado das áreas de risco nas favelas, identificando as encostas instáveis, áreas propensas a deslizamentos e margens de rios sujeitas a enchentes. Isso ajudaria a orientar as ações de prevenção e tomar decisões informadas sobre o planejamento urbano.

1.1 JUSTIFICATIVA

As áreas de risco geralmente são as mais expostas a ameaças como desastres naturais ou riscos ambientais. As políticas voltadas para essas áreas visam proteger os residentes desses perigos e reduzir os danos em caso de desastres, por meio de medidas como monitoramento, alertas precoces, evacuações e infraestrutura resistente (Peixoto, 2010).

Essas políticas não devem se limitar apenas a responder a crises iminentes, mas também devem abordar a prevenção e a mitigação de riscos a longo prazo. Isso envolve a implementação de medidas de planejamento urbano sustentável, como zoneamento adequado, controle de ocupação do solo, preservação ambiental e educação em redução de riscos, para diminuir a exposição futura a ameaças (Nobre 2011).

Segundo a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) a Defesa Civil é uma organização responsável pela prevenção, preparação, resposta e recuperação de desastres naturais ou provocados pelo ser humano. Seu objetivo principal é proteger a vida, os bens e o meio ambiente, além de minimizar os danos e prejuízos causados por esses eventos.

As ações da Defesa Civil no litoral norte de São Paulo são adaptadas às características específicas da região, levando em consideração as condições climáticas, o relevo, a ocupação urbana e outros fatores que influenciam na ocorrência de desastres.

Algumas das medidas tomadas pela defesa civil nas regiões de deslizamentos são o monitoramento e alerta, treinamentos e capacitação, elaboração de planos de contingência, e reconstrução e recuperação dos locais afetados.

1.1 OBJETIVO GERAL

Com base no exposto, o objetivo geral deste trabalho foi estudar a política de gerenciamento de riscos, em regiões com risco de deslizamentos de encostas, entender o funcionamento e gestão das etapas do programa da Defesa Civil, incluindo, o tipo de estratégia estrutural ou não estrutural, conforme o estudo de caso realizado na Vila Sahy (São Sebastião - SP), alvo de um deslizamento de encosta que ocasionou em mortes. Espera-se que este trabalho contribua para o melhoramento do programa já existente da Defesa Civil, evitando novas tragédias.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com desdobramento do objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o funcionamento do programa, com foco no mapeamento existente das áreas;
- Avaliar o local e a melhor estratégia estrutural e não estrutural para a região da Vila Sahy, localizada na cidade de São Sebastião no litoral norte de São Paulo;
- Propor um projeto de rota de fuga para apoio futuro de um possível deslizamento no local.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO DE CRESCIMENTO POPULACIONAL EM ÁREAS DE RISCO

Segundo Peixoto (2011), uma área de risco é uma região geográfica que apresenta condições ou circunstâncias que aumentam a probabilidade de ocorrência de danos, perdas ou desastres. Essas áreas podem ser afetadas por uma variedade de ameaças, como desastres naturais, riscos ambientais, vulnerabilidades socioeconômicas ou riscos tecnológicos.

No Brasil, as áreas de risco estão associadas, principalmente, a ameaças naturais, como deslizamentos de terra, inundações, enxurradas, desabamentos, entre outros eventos relacionados às condições geográficas e climáticas do país. Essas áreas são identificadas como zonas vulneráveis, onde a ocorrência desses eventos é mais provável e pode causar danos significativos às comunidades (KOBİYAMA, 2017).

Regiões com declividades acentuadas e solos instáveis, principalmente em áreas urbanas, são propensas a deslizamentos de terra, devido a uma combinação de fatores, como: gravidade, instabilidade do solo, água, erosão e até mesmo atividade humanas. As encostas e morros são especialmente perigosos quando a vegetação natural é removida, a ocupação irregular ocorre ou quando há concentração de moradias precárias (INPE 2013).

O histórico de crescimento populacional em áreas de risco é bastante complexo e varia de acordo com o contexto socioeconômico e as condições locais de cada região. As comunidades são assentamentos informais, caracterizados por habitações precárias, falta de infraestrutura básica e condições de vida desafiadoras. Essas áreas geralmente surgem como resultado de processos como migração rural-urbana, urbanização rápida e falta de políticas habitacionais adequadas (CARDOSO; DANALDI, 2019).

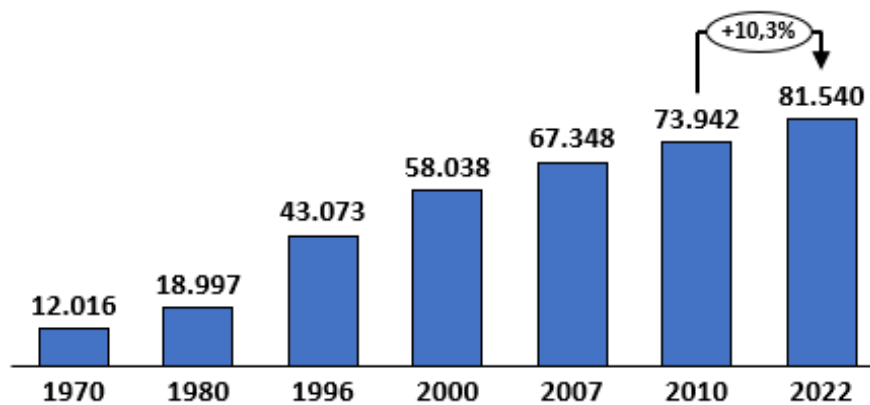
Em muitos casos, o crescimento populacional em áreas de risco ocorre devido à concentração de pessoas que migram de áreas rurais em busca de melhores oportunidades econômicas nas cidades. Muitas vezes, essas pessoas enfrentam dificuldades para encontrar moradia acessível, o que leva à formação de assentamentos informais. Além disso, fatores como o crescimento demográfico, falta de emprego formal, pobreza e conflitos também podem contribuir para o aumento da população nessas áreas (CARDOSO; DANALDI, 2019).

As estimativas de crescimento populacional em comunidades podem ser desafiadoras devido à natureza informal dessas áreas. Muitas comunidades não são oficialmente reconhecidas pelas autoridades, o que dificulta a obtenção de dados demográficos precisos. Além disso, as condições de vida instáveis nessas áreas podem levar a movimentos populacionais internos, como realocações ou migrações para outras áreas de risco (SOUZA, 2010).

É importante ressaltar que o crescimento populacional em áreas de risco não é uniforme em todas as regiões e cada comunidade possui características e desafios específicos. Portanto, é necessário analisar cada comunidade individualmente para entender seu histórico de crescimento populacional e implementar políticas adequadas de acordo com suas necessidades específicas.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no período de 2010 a 2022, a população brasileira aumentou 6,5%.

FIGURA 1- CRESCIMENTO POPULACIONAL - SÃO SEBASTIÃO



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBG)

Elaboração: Própria

De acordo com a **Figura 1** na região de São Sebastião, esse crescimento foi ainda mais significativo, atingindo 10,3%, o que indica uma expansão populacional acima da média nacional.

2.1.1 DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS

Vedevello; Macedo (2007), falam que deslizamentos de encostas são eventos em que uma porção de terra se move abruptamente e rapidamente ao longo de uma encosta. Esses deslizamentos podem ser causados por uma combinação de fatores geológicos, hidrológicos e humanos. Augusto Filho (1924) apud Vedevello; Macedo (2007, p. 79) menciona alguns pontos-chave sobre os deslizamentos de encostas:

Causas geológicas:

- Características do solo: Solos argilosos e siltosos são mais propensos a deslizamentos devido à sua baixa resistência e alta capacidade de retenção de água.
- Estrutura geológica: A presença de camadas inclinadas, fraturas ou falhas geológicas pode enfraquecer a estabilidade do terreno e aumentar o risco de deslizamentos.
- Inclinação da encosta: Quanto mais íngreme da encosta, maior a probabilidade de ocorrer um deslizamento, pois a gravidade exerce uma força maior sobre o solo.

Causas hidrológicas:

- Precipitação intensa: Chuvas fortes e prolongadas podem saturar o solo, aumentando a pressão da água e reduzindo a resistência do solo, levando a deslizamentos.

- Mudanças no nível de água: Aumentos rápidos nos níveis de água, seja devido a chuvas intensas, derretimento de neve ou elevação do lençol freático, podem afetar a estabilidade do solo nas encostas.

Causas humanas:

- Desmatamento e remoção da vegetação: A remoção da vegetação natural, seja por desmatamento, urbanização ou construção de estradas, diminui a capacidade do solo de reter água e aumenta o risco de deslizamentos.
- Alterações no sistema de drenagem: A modificação inadequada do sistema de drenagem, como o redirecionamento de córregos ou a construção de canais, pode aumentar o acúmulo de água nas encostas e desencadear deslizamentos.
- Construções e escavações: A construção de estruturas pesadas na parte superior ou inferior de uma encosta, bem como escavações mal planejadas, podem alterar a distribuição de peso e desencadear deslizamentos.

A prevenção e o gerenciamento adequados dos deslizamentos de encostas envolvem a identificação e monitoramento de áreas de risco, o planejamento adequado do uso do solo, a implementação de medidas de controle de erosão, a manutenção de sistemas de drenagem eficientes e a conscientização da população sobre os perigos e a adoção de medidas de segurança.

2.1.2 PRINCIPAIS CAUSAS DE DESLIZAMENTOS

Segundo Camarinha (2016), o clima desempenha um papel importante na propiciação de deslizamentos de terra, pois certas condições climáticas podem aumentar o risco e a ocorrência desses eventos, por exemplo:

- Precipitação intensa: chuvas intensas e prolongadas são um fator significativo na ocorrência de deslizamentos. A água em excesso pode saturar o solo, aumentando a pressão da água nos poros e reduzindo a resistência do solo. Isso leva a uma diminuição da coesão entre as partículas do solo e pode desencadear deslizamentos;
- Chuvas após períodos de seca: chuvas intensas após períodos prolongados de seca podem criar uma condição conhecida como "pulso de chuva", onde o solo está seco e incapaz de absorver rapidamente a água. Isso pode levar à rápida saturação do solo e aumentar a probabilidade de deslizamentos;
- Chuvas contínuas: chuvas persistentes e prolongadas podem levar à saturação prolongada do solo, enfraquecendo sua estabilidade ao longo do tempo. O aumento gradual da umidade pode levar ao amolecimento do solo e ao aumento do risco de deslizamentos;
- Mudanças sazonais: transições entre estações secas e chuvosas podem aumentar o risco de deslizamentos. Durante a estação chuvosa, a saturação do solo é mais provável de ocorrer, especialmente se a precipitação for intensa e ocorrer em curtos períodos;

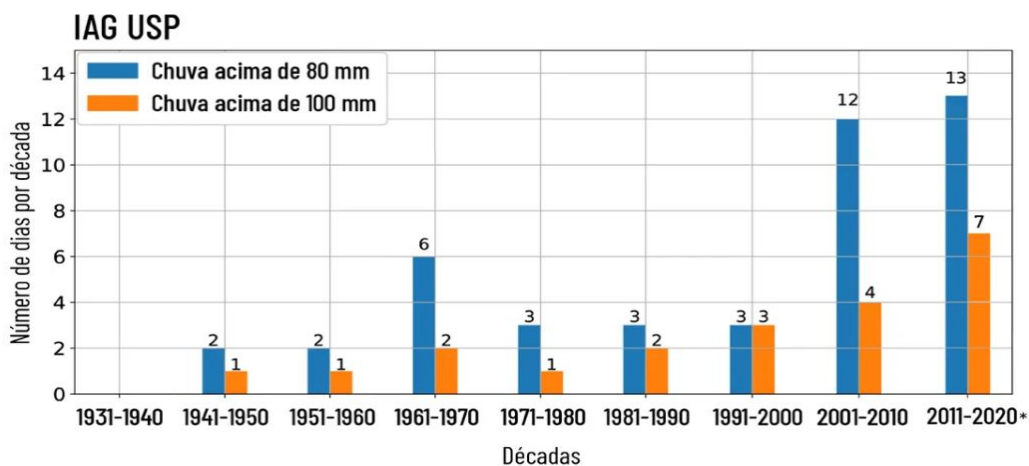
- **Tempestades tropicais e furacões:** tempestades tropicais e furacões são eventos climáticos que podem trazer fortes ventos e chuvas torrenciais. As chuvas associadas a esses eventos podem causar deslizamentos de terra, especialmente em áreas com terrenos íngremes e solos instáveis.

É importante ressaltar que a combinação de fatores geológicos, hidrológicos e climáticos é fundamental para a ocorrência de deslizamentos de terra. Além disso, a topografia, o tipo de solo, a vegetação e as atividades humanas na área também influenciam a propensão aos deslizamentos. A compreensão dessas interações é fundamental para avaliar o risco e implementar medidas de prevenção e mitigação adequadas (IPCC 2018).

Segundo Vasconcelos (2020), o número de eventos de precipitação extrema, com chuva acima de 100 milímetros/dia, já é maior nos últimos 20 anos do que no acumulado das seis décadas anteriores. No dia 11 de fevereiro de 2020, ocorreu um evento onde a tempestade de 114 milímetros paralisou São Paulo, causando deslizamentos e inundações em várias regiões da metrópole. Isso equivale à metade da quantidade de chuva esperada para todo o mês (cerca de 220 mm, em média).

Os dados das **Figuras 2-4** são da estação meteorológica que o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP está em operação desde 1932 no Parque de Ciência e Tecnologia (CienTec), em frente ao Zoológico de São Paulo, no bairro da Água Funda (Escobar 2020).

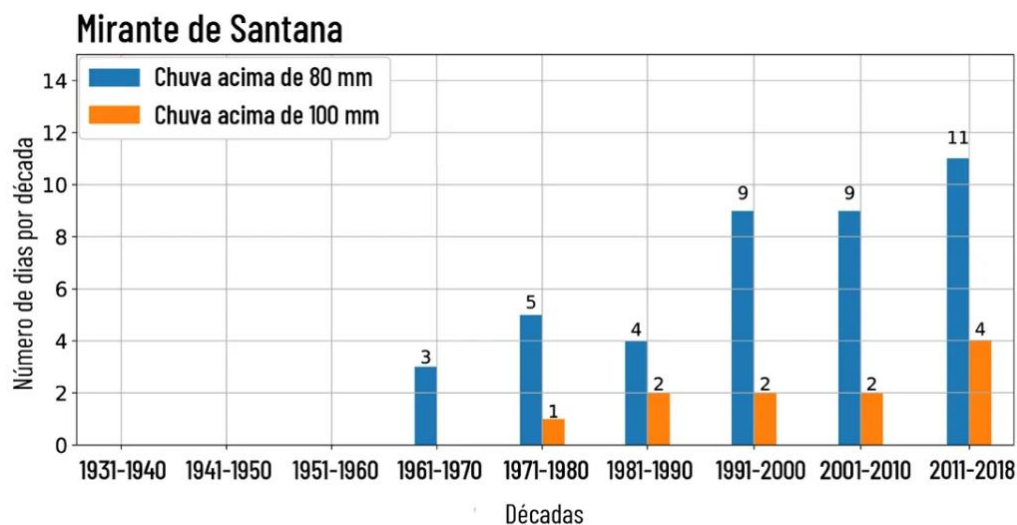
Figura 2– Índice de Chuvas em SP pela Estação Meteorológica IAG USP



*Gráfico atualizado pela reportagem. Dados de 2020 válidos até fevereiro, podendo ainda aumentar até o fim do ano.

Fonte: VASCONCELOS, 2020

Figura 3 - Índice de Chuvas em SP pela Estação Meteorológica Mirante Santana



Fonte: VASCONCELOS, 2020

Figura 4 – Localização das Estações Meteorológicas

● Localização das estações meteorológicas



Fonte: VASCONCELOS, 2020

Os números não deixam dúvida sobre o aumento da ocorrência de tempestades na metrópole paulistana: foram 11 acima de 100 mm nos últimos 20 anos (período 2001-2020), comparados a 10 na somatória dos 60 anos anteriores (período 1941-2000). No caso das chuvas acima de 80 mm (também consideradas extremas), o aumento é ainda mais chocante: foram 25 eventos nas últimas duas décadas, comparados a 19 nas seis décadas anteriores. (Escobar 2023)

Dados de uma outra estação meteorológica, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), no Mirante de Santana, demonstram uma história semelhante, ainda que com números distintos — o que é normal, visto que uma estação está na zona norte e outra, na zona sul da cidade de São Paulo, sujeitas a condições ambientais e

meteorológicas distintas. Nesse caso, as mudanças começam a se destacar um pouco mais cedo ainda, com um aumento expressivo da ocorrência de tempestades com mais de 80 mm de chuva a partir da década de 1990. (Vasconcellos 2023).

2.1.3 TIPOS DE DESLIZAMENTOS

Existem diferentes tipos de deslizamentos de terra, que variam de acordo com as características do terreno, as condições geológicas e a natureza do movimento do solo. Alguns dos tipos mais comuns são:

- Movimentos de massa:

O termo genérico movimentos de massa engloba uma variedade de tipos de movimentos de instabilidade de massas de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas. (IPT, 2018).

Esses processos podem ser induzidos, ou seja, gerados pelas atividades do homem que modificam as condições naturais do relevo por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamento concentrado de águas sobre as encostas, estradas e outras obras. Por isso, a ocorrência desses movimentos de massa resulta da ocupação inadequada, sendo mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda. (IPT, 2018).

Os movimentos de massa têm possibilidade de previsão, ou seja, pode-se conhecer previamente onde e em que condições vão ocorrer, e qual será a sua magnitude, desde que se conheçam, em detalhe, o meio físico e antrópico, e os condicionantes do processo. Para cada tipo existem medidas não estruturais e estruturais (alternativas de intervenção) específicas. (IPT, 2018).

Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a movimentos de massa. Aqui será adotada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), onde os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos, conforme apresentado na **Tabela 1**: Rastejos, Escorregamentos, Quedas e Corridas. (IPT, 2018).

Tabela 1- Tipos de Escorregamento/Processo

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	<ul style="list-style-type: none">• Vários planos de deslocamento (internos)• Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade• Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes• Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada• Geometria indefinida
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	<ul style="list-style-type: none">• Poucos planos de deslocamento (externos)• Velocidades médias (m/h) a altas (m/s)• Pequenos a grandes volumes de material• Geometria e materiais variáveis• PLANARES / TRANSLACIONAIS: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza• CIRCULARES / ROTACIONAIS: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas• EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none">• Com ou sem planos de deslocamento• Movimento tipo queda livre ou em plano inclinado• Velocidades muito altas (vários m/s)• Material rochoso• Pequenos a médios volumes• Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.• DESPLACAMENTO• ROLAMENTO DE MATAÇÃO• TOMBAMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none">• Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)• Movimento semelhante ao de um líquido viscoso• Desenvolvimento ao longo das drenagens• Velocidades médias a altas• Mobilização de solo, rocha, detritos e água• Grandes volumes de material• Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Fonte: Augusto Filho (1992)

No caso do município de São Sebastião, foram observados movimentos de massa do tipo rastejo, escorregamentos planares/translacionais, deslocamentos rochosos e rolamentos de blocos de rocha.

A seguir foram descritos os vários tipos de movimentos de massa encontrados no Município de São Sebastião, quais sejam: Rastejo, Escorregamentos e Quedas.

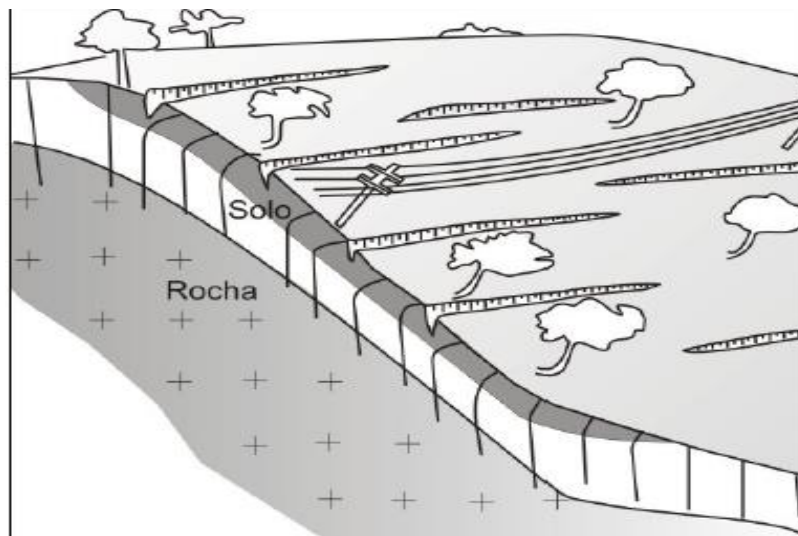
▪ Rastejo:

Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano).

Este processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, horizontes de transição solo/rocha e até mesmo rocha, em profundidades maiores (**Figura 5 e 6**). Também é incluído neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de tálus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade). (IPT, 2018).

Este processo não apresenta uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação) e as evidências da ocorrência de movimento são trincas verificadas no terreno natural, que evoluem vagarosamente, bem como as árvores, que apresentam inclinações variadas. Sua principal causa antrópica é a execução de cortes em sua extremidade média inferior, o que interfere na sua precária instabilidade. A **Figura 7** mostra o depósito de tálus existente no bairro de Juquehy, em São Sebastião, que está em movimento, afetando a rodovia. (IPT, 2018).

Figura 5- Perfil Esquemático do Processo de Rastejo



Fonte: IPT, 2007.

Figura 6- Micro Escorregamento e “Caminhos De Vaca” Indicando Processos de Rastejo



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

Figura 7- Vista Parcial do Depósito de Tálus Existente no Bairro De Juquehy, em São Sebastião, SP, que está em Movimento, Afetando A Rodovia



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

- Escorregamentos:

Os escorregamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados, ou pelo menos inferidos. Podem envolver solo, saprolito, rocha e depósitos. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material que mobilizam (IPT, 2018).

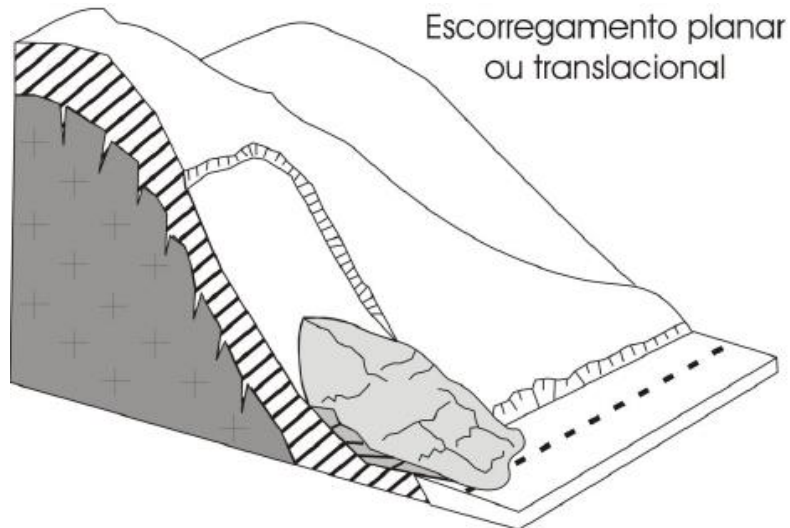
O principal agente deflagrador destes processos é a água das chuvas. Os índices pluviométricos críticos variam de acordo com a região, sendo menores para os escorregamentos induzidos e maiores para os generalizados.

Existem vários tipos de escorregamentos: planares ou translacionais; circulares ou rotacionais; e em cunha. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionam a formação das superfícies de ruptura (IPT, 2018).

Os escorregamentos planares ou translacionais em solo são processos muito frequentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades (**Figuras 8, 9 e 10**). Sua geometria caracteriza-se por uma pequena espessura e forma retangular estreita (comprimentos bem superiores às larguras). Este tipo de escorregamento também pode ocorrer associado a solos saprolíticos, saprolitos de rocha, condicionados por um plano

de fraqueza desfavorável à estabilidade, relacionado a estruturas geológicas diversas (foliação, xistosidade, fraturas, falhas etc.) (IPT, 2018).

Figura 8- Perfil Esquemático de Escorregamentos Planares



Fonte: IPT, 2007

Figura 9- Escorregamento Planar com Blocos de Rocha Imersos na Massa de Solo no Bairro de Juquehy, São Sebastião, SP



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

Figura 10- Escorregamento Planar Afetando Moradias no Bairro Cambury, São Sebastião, SP



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

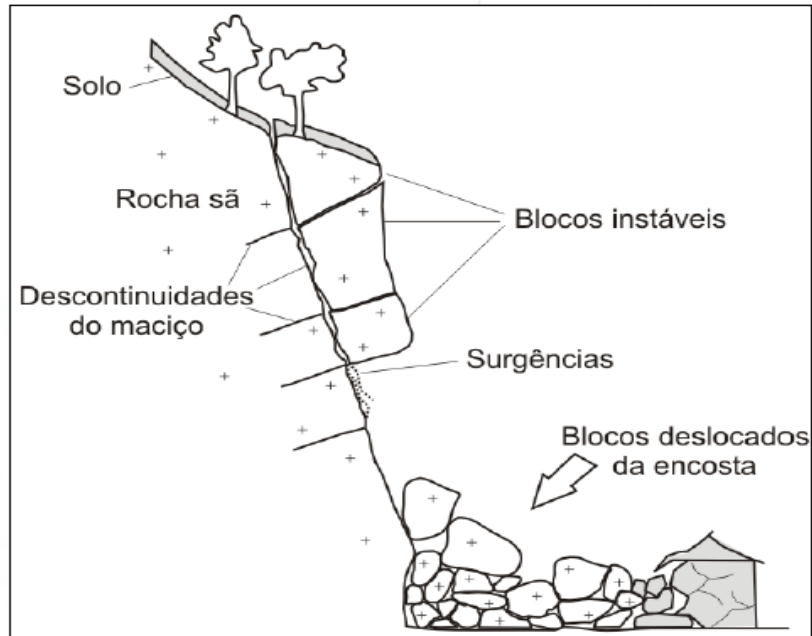
Em geral, a evolução da instabilização das encostas acaba por gerar feições que permitem analisar a possibilidade de ruptura. As principais feições de instabilidade, que indicam a iminência de escorregamentos são representadas por fendas de tração na superfície dos terrenos, ou aumento de fendas pré-existentes, pelo embarrigamento de estruturas de contenção, pela inclinação de estruturas rígidas, como postes, árvores, etc., degraus de abatimento e trincas no terreno e nas moradias (IPT, 2018).

- Quedas:

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ ou lascas de rocha em movimento de queda livre ou segundo um plano inclinado, estabilizando volumes de rocha pequenos a médios (**Figuras 11 e 12**). A ocorrência deste processo está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra etc. As causas básicas deste processo são as descontinuidades do maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha, sob pressão causada pelo acúmulo de água em trincas, fraturas e descontinuidades, afetadas também pela penetração de raízes, e esses fatores sendo potencializados pelas variações térmicas, através da dilatação e contração da rocha. Esse processo pode ser acelerado pelas ações antrópicas, como, por exemplo, vibrações provenientes de detonações de pedreiras próximas. Frentes rochosas

de pedreiras abandonadas podem resultar em áreas de instabilidade decorrentes da presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração. (IPT, 2018).

Figura 11 - Perfil Esquemático do Processo de Queda de Blocos



Fonte: IPT, 2007.

Figura 12- Bloco de Rocha Parcialmente Imerso na Matriz de Solo, com Obra de Contenção, no Bairro Itatinga, São Sebastião (SP)



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

As quedas como um conjunto de processos que envolvem massas rochosas podem ser subdivididas em três outros processos: o deslocamento, o tombamento e o rolamento

de blocos. Nas áreas mapeadas não foram encontrados exemplos de tombamento, motivo pelo qual esse processo não será aqui descrito.

O deslocamento envolve o movimento de placas, lascas ou mesmo blocos que se soltam do talude rochoso e podem se movimentar em queda livre ou sobre uma superfície inclinada (**Figura 13**) (IPT, 2018).

Figura 13 - Vista de Paredão Rochoso com Blocos Individualizados, no Alto do Bairro Itatinga, São Sebastião (SP)



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

O rolamento de blocos, ou rolamento de matacões, é um processo comum em áreas de rochas ígneas, principalmente as graníticas, onde existe maior predisposição a originar matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície (**Figura 14**). Os rolamentos ocorrem naturalmente quando processos erosivos removem o apoio de sua base, provocando a sua movimentação. A escavação e a retirada do apoio, decorrente da ocupação desordenada de uma encosta, é a ação antrópica mais comum para o desencadeamento do processo. (IPT, 2018).

Figura 14 - Moradia Atingida por Bloco que Rolou na Encosta, no Bairro Morro do Abrigo, São Sebastião (SP)



Fonte: Sirden - CTGeo - IPT, 2007.

2.1.4 TIPOLOGIA GEOGRÁFICA DA REGIÃO LITORÂNEA

O município de São Sebastião, localizado no Litoral Norte de São Paulo, possui uma paisagem costeira diversificada, com diferentes formas geomorfológicas. Essas características geomorfológicas são importantes para a identificação de desequilíbrios no sistema costeiro da região. Dentre os compartimentos geomorfológicos presentes em São Sebastião, pode-se destacar os seguintes, cinturão orgânico do atlântico, bacias sedimentares cenozóicas e as formações do quaternário (AZEVEDO, 2018).

A ocupação urbana de São Sebastião começa próxima à linha de costa e se expande em direção aos compartimentos interiores. Existem variações nos processos de desequilíbrio aparentes nessas áreas, os processos mais intensos e frequentes acontecem nas escarpas e nas áreas onde os sedimentos das encostas se acumulam, chamados de depósitos coluvionares e correlatos (MACHADO 2014).

As áreas que cercam as planícies marinhas ocupadas por assentamentos urbanos são particularmente propensas a esses processos. A ocupação urbana nessas áreas pode interferir nos processos naturais de deposição e erosão dos sedimentos, além de aumentar a instabilidade do terreno nas escarpas (MACHADO 2014).

Conforme menciona Azevedo (2018), a ocupação humana retirou a cobertura natural do solo, o que levou ao surgimento de processos erosivos. Esses processos são intensos devido ao clima chuvoso do município, que registrou um alto volume de chuvas

em 2013, totalizando 1289 mm. Isso caracteriza um clima tropical chuvoso, com um inverno seco.

A **Figura 15** mostra um exemplo desses processos e suas formas. Pode-se observar o deslocamento de massas, bem como a presença de ravinas e voçorocas de pequeno porte, que são evidências dos processos erosivos.

O Parque Estadual da Serra do Mar, presente em São Sebastião, é fundamental para preservar as áreas ameaçadas. Ele abrange a maior parte do município, impedindo a ocupação dos planaltos e escarpas litorâneas.

As áreas naturais sofrem processos de erosão e deposição, o que é normal e evidencia sua dinâmica. É essencial que os responsáveis pela gestão do local respeitem essas marcas visíveis (Azevedo 2018).

Segundo a classificação de Ross (1991), as formas morfológicas em São Sebastião podem ser divididas em dois tipos: acumulação, representada por planícies de várias origens, e denudação, que engloba morros, colinas, serras e formas aplainadas, entre outras características.

A ocupação urbana em São Sebastião ocorre principalmente nas áreas de acumulação, o que reduz os riscos relacionados à inclinação do terreno. No entanto, é importante gerenciar adequadamente as atividades relacionadas às chuvas para evitar a construção de edifícios em áreas propensas a inundações.

Tanto a natureza quanto a sociedade estão em constante mutação. A cada momento, elas se apresentam de maneira diferente em relação ao momento anterior. Os processos naturais buscam manter ou restaurar o equilíbrio em um sistema dinâmico que está sempre em transformação (AFONSO, 2006, p. 33). Essas transformações naturais estão constantemente interagindo com as transformações produzidas pelas relações sociais.

Figura 15 - Processos Erosivos em Evolução Sobre as Escarpas E seus Respectivos Depósitos
Correlatos



Fonte: MACHADO, 2014

Assim, devido a ocupação humana inadequada nessas áreas de risco, mesmo com a delimitação de terrenos pela prefeitura, a cada mudança climática, o risco de deslizamentos é ainda maior.

2.2 MOTIVAÇÕES DO CLIMA QUE PROPICIAM O ACONTECIMENTO DE DESLIZAMENTOS

2.2.1 TIPOS DE SOLO DAS ENCOSTAS

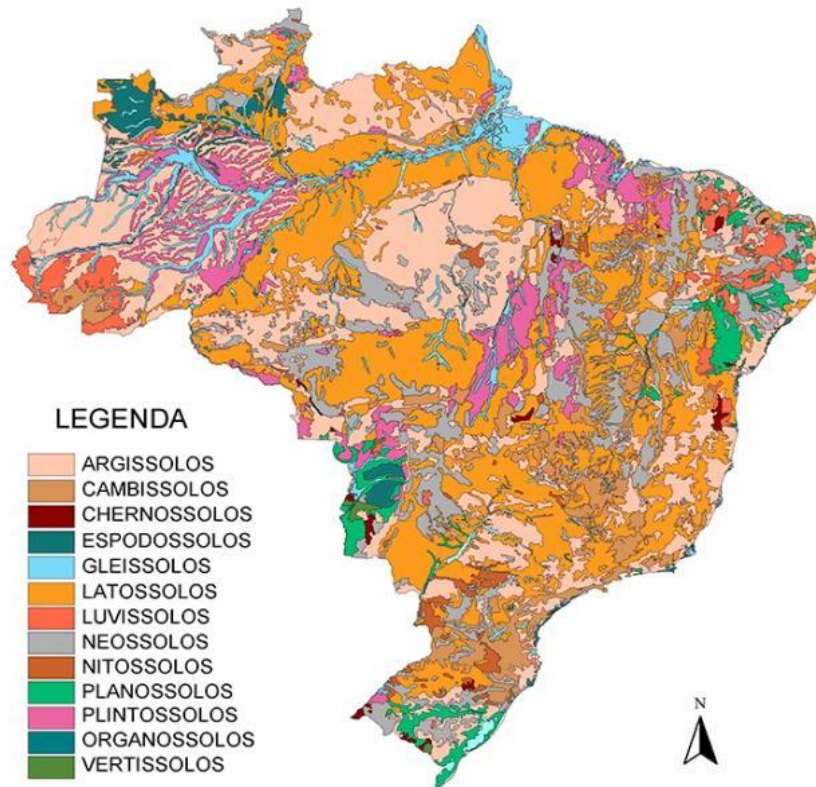
Segundo SARTORI (2017), o Brasil possui uma grande diversidade de solos em sua extensão continental, decorrente da ampla diversidade de pedoambientes e de fatores de formação do solo. Nas 13 classes de solos contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), constata-se a influência desses fatores através da grande variabilidade das características químicas, físicas e morfológicas.

A ampla peculiaridade observada nos pedoambientes também representa uma condição importante para a avaliação dos potenciais e limitações de cada solo, condicionando a sua sustentabilidade em função dos usos e das práticas de manejo aplicadas.

Predominam os Latossolos, Argissolos e Neossolos, que no conjunto se distribuem em aproximadamente 70% do território nacional (**Figura 16**). As classes Latossolos e Argissolos ocupam aproximadamente 58% da área e são solos profundos, altamente intemperizados, ácidos, de baixa fertilidade natural e, em certos casos, com alta saturação por alumínio. Também ocorrem solos de média a alta fertilidade, em geral

pouco profundos em decorrência de seu baixo grau de intemperismo. Estes se enquadram principalmente nas classes dos Neossolos, Luvisolos, Planossolos, Nitossolos, Chernossolos e Cambissolos (PRADO, 2017).

Figura 16 - Mapa de Solos do Brasil



Fonte: Embrapa (2011)

Segundo Prado (2017), em encostas, a composição do solo pode variar dependendo da localização geográfica e das condições ambientais. Alguns exemplos dos tipos de solos são:

- Solo argiloso: É composto principalmente por partículas de argila, que possuem tamanho muito pequeno. Esse tipo de solo tende a ser bastante estável nas encostas, pois a argila retém água e proporciona uma boa coesão;
- Solo arenoso: É caracterizado por possuir uma alta proporção de partículas de areia. Os solos arenosos geralmente têm baixa coesão e são menos estáveis em encostas. Eles também têm boa drenagem, o que pode contribuir para a erosão em encostas íngremes;
- Solo siltoso: É composto principalmente por partículas de silte, que são maiores do que as partículas de argila, mas menores do que as partículas de

areia. Os solos siltsos podem ter uma coesão moderada e podem ser suscetíveis à erosão se não estiverem adequadamente vegetados.

- Solo calcário: É um solo formado principalmente por calcário, uma rocha sedimentar rica em carbonato de cálcio. Esse tipo de solo pode ser encontrado em áreas com presença de rochas calcárias, e sua estabilidade dependerá das características específicas do calcário presente (PRADO 2017).

É comum encontrar diferentes tipos de solos devido aos processos de erosão e deposição que ocorrem nesses ambientes. Como:

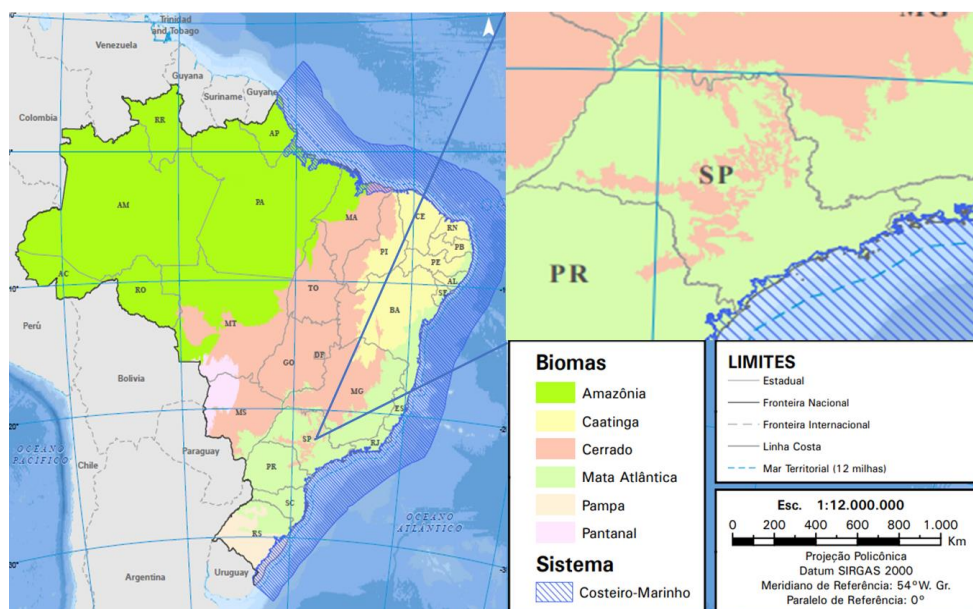
- Solo residual: É formado pela decomposição in situ da rocha subjacente. Esse tipo de solo pode variar em composição, textura e profundidade, dependendo do tipo de rocha original e dos processos de intemperismo.
- Solo transportado: É composto por sedimentos que foram transportados por agentes externos, como água, vento ou gelo, e depositados nas encostas. Esses sedimentos podem incluir areia, argila, cascalho e outros materiais transportados de outras áreas.
- Solo coluvial: É formado pela acumulação de sedimentos resultantes da gravidade, que se deslocam ao longo da encosta devido à erosão. Geralmente é composto por fragmentos de rochas e solo residual.
- Solo aluvial: É encontrado em encostas próximas a rios e córregos. É formado pela deposição de sedimentos carregados pela água durante inundações ou períodos de maior fluxo. Esse tipo de solo pode ser rico em nutrientes.
- Solo de encosta rochosa: Em encostas íngremes e rochosas, o solo pode ser escasso ou ausente, com a rocha subjacente exposta. Isso ocorre em encostas onde os processos de erosão removem rapidamente o solo (PRADO 2017).

A composição e características dos solos nas encostas podem variar amplamente, dependendo das condições locais. Além disso, a presença de vegetação nas encostas desempenha um papel importante na estabilização do solo e na prevenção da erosão.

2.2.2 VEGETAÇÃO

O Brasil possui seis Biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, conforme pode ser observado no Mapa de Biomas do Brasil do IBGE, 2004, apresentado na **Figura 17**, onde o estado de São Paulo entra em destaque. Segundo Coutinho (2006), um bioma é uma área do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, que tem por características a uniformidade de um macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade. Estas características lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, ou seja, uma ecologia própria.

Figura 17 – Biomas do Brasil



Fonte: IBGE, 2004.

Segundo IBGE (2004) o litoral norte de São Paulo apresenta uma diversidade de ambientes e habitats naturais. A vegetação predominante nessa região é a Mata Atlântica, que é um dos biomas mais importantes e ameaçados do país. No entanto, devido à urbanização e à atividade humana, muitas áreas de vegetação original foram desmatadas e substituídas por áreas urbanas, plantações e pastagens.

A Mata Atlântica é caracterizada por uma floresta tropical densa e exuberante, com uma ampla variedade de espécies de árvores, arbustos, lianas e epífitas. Essa vegetação é adaptada a um clima quente e úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

No litoral norte de São Paulo, além da Mata Atlântica, também é possível encontrar outros tipos de vegetação costeira, como:

Restinga: É uma formação vegetal que ocorre em áreas costeiras de solo arenoso. A restinga é composta por plantas adaptadas à salinidade do solo, como palmeiras, arbustos, gramíneas e herbáceas.

Manguezais: São ecossistemas encontrados em áreas de transição entre a terra e o mar, onde há influência de água salgada. Os manguezais são compostos por árvores adaptadas à alta salinidade, como mangue vermelho, mangue preto e mangue branco.

Dunas: Em algumas áreas costeiras do litoral norte de São Paulo, podem ser encontradas dunas de areia. Essas áreas apresentam vegetação adaptada às condições de vento, como gramíneas, arbustos resistentes e algumas espécies de plantas halófitas (adaptadas a ambientes salinos).

É de suma importância a conservação desses ecossistemas costeiros, pois é fundamental para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. A proteção e o manejo adequado dessas áreas são essenciais para garantir a sobrevivência de espécies nativas e a sustentabilidade ambiental da região.

2.2.3 VOLUME DE CHUVA

Segundo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o volume de chuva necessário para provocar deslizamentos de terra pode variar dependendo de vários fatores, como as características do solo, a inclinação da encosta, a capacidade de drenagem do terreno e a vegetação presente. Não há um valor exato de precipitação que seja universalmente aplicável a todos os cenários. No entanto, chuvas intensas e prolongadas são geralmente consideradas como os principais gatilhos para deslizamentos.

Em algumas regiões, estudos e pesquisas indicaram que os deslizamentos de terra podem ocorrer após períodos de chuvas contínuas com volumes acumulados de chuva relativamente baixos, como 100 a 200 milímetros. Isso ocorre porque a chuva constante e prolongada leva ao acúmulo de água no solo, aumentando gradualmente a sua saturação e diminuindo a sua estabilidade ao longo do tempo.

No entanto, em áreas com solos mais suscetíveis a deslizamentos, como solos argilosos ou siltosos, um volume menor de chuva pode ser suficiente para desencadear um deslizamento se ocorrer em um curto período, como em poucas horas. Chuvas intensas e concentradas podem levar à rápida saturação do solo, aumentando a pressão da água nos poros e reduzindo a resistência do solo, o que pode resultar em deslizamentos.

A avaliação do risco de deslizamentos leva em consideração não apenas o volume de chuva, mas também outros fatores como a intensidade da chuva, a duração, a sazonalidade, a condição prévia do solo e a topografia da área. Portanto, é essencial contar com estudos e análises geotécnicas específicas para determinar o potencial de deslizamentos em uma determinada região. As autoridades competentes e especialistas em geologia e geotecnia são responsáveis por avaliar o risco e emitir alertas com base nessas análises.

2.3 AQUECIMENTO GLOBAL E SUA INFLUÊNCIA EM DESLIZAMENTOS

No Brasil, ao se analisar o histórico de ocorrência de eventos climáticos extremos, observou-se que, nos últimos 30 anos, tem aumentado a frequência de chuvas fortes no verão e no inverno do Sul e do Sudeste. Também, nesse período, ocorreram as grandes secas históricas experimentadas pela Amazônia em 2005 e 2010 e, na mesma região, as enchentes de 2009, 2012 e 2014. No Nordeste, uma seca em 2012, no Sudeste, tem-se a grande seca de 2014-15, a pior dos últimos 80 anos, que afetou a segurança hídrica e energética de São Paulo e Rio de Janeiro e gerou restrições de água para a população da região metropolitana de São Paulo. Segundo a organização meteorológica mundial, no Brasil, o Sudeste registrou no ano passado temperaturas de 1°C a 2°C superior à média entre os anos 1961 e 1990. Como esses extremos são associados à variabilidade natural do clima, existem evidências, porém ainda fracas, de que eles seriam mais intensos e frequentes num futuro clima mais quente. (Escobar. 2023).

O aquecimento global começou a ser foco da atenção mundial a partir de 1988, data de fundação do Painel Intergovernamental sobre mudanças Climáticas “IPCC”, que, desde então, produz relatórios científicos para melhorar o conhecimento sobre as mudanças climáticas. no quinto relatório, liberado em 2013 e 2014, o IPCC AR5 (IPCC, 2013; IPCC, 2014), o diagnóstico é alarmante: o aquecimento global é uma realidade, observando-se um aumento na temperatura da ordem de 0,9°C desde 1850. O IPCC AR5 atribui o aquecimento global observado nos últimos 50 anos às atividades humanas, com 95% de certeza. O ano de 2014 superou o de 2010 e é o mais quente já registrado desde 1880. Além disso, desde 1976 a temperatura global está acima da média histórica do século XX. Em São Paulo, a estação meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), que funciona há mais

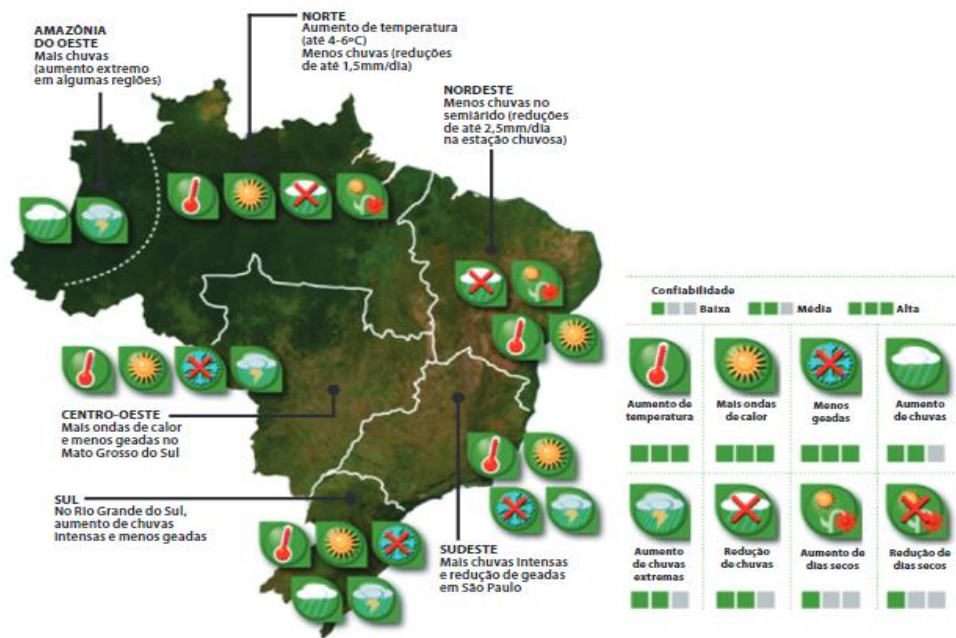
de 60 anos, registrou a maior temperatura da história no dia 17 de outubro de 2014, marcando 37,2°C.

Segundo o Painel brasileiro de mudanças Climáticas – PBMC (2014a, b), foram observadas tendências de aumento da precipitação anual (**Figura 18**) no Sudeste e Sul do Brasil (0,6 mm dia por 50 anos durante 1950-2008). O aquecimento foi detectado em toda a América do Sul, incluindo o Brasil (variando de 0,7°C até 1°C por 40 anos, desde meados dos anos 1970). O relatório especial de extremos do IPCC, o SREX (IPCC, 2012), sugere que haverá grande irregularidade de chuvas na América do Sul, sendo que extremos de chuva mais intensa podem ser mais frequentes na bacia do Prata, assim como períodos secos mais longos separando dias muito chuvosos na Amazônia e no Sudeste até finais do século XXI. Para o Nordeste e a Amazônia se projeta maior frequência de períodos secos mais intensos e longos, podendo virar secas sazonais. Os relatórios do PBMC e do IPCC mencionam a influência antrópica sobre o sistema climático, porém afirmar qual porcentagem da variação é natural e qual é condicionada pela ação antrópica é uma questão complicada (Escobar 2023).

As incertezas sobre o comportamento futuro do clima são especialmente significativas no que se refere ao que acontecerá com o ciclo hidrológico, principalmente no hemisfério sul. Em relação às chuvas, porém, há incertezas, com estudos mostrando diferentes tendências para algumas regiões, apesar de, em outros, haver grande confiabilidade, como para a Região Sul do Brasil e a bacia do Prata, onde as chuvas vão aumentar, e o leste da Amazônia e o Nordeste, onde haverá redução. As chuvas tendem a diminuir durante o século XXI, sendo as reduções mais intensas no Nordeste (2-2,5 mm/dia) e na Amazônia (1-1,5 mm/dia). Para todo o Brasil, as projeções indicam aumento da temperatura e de extremos de calor, bem como redução na frequência de geadas devido ao aumento da temperatura mínima, principalmente nos estados do Sudeste, Sul e Centro-oeste, aumento dos extremos de chuva nas regiões Sudeste e Sul e aumento na frequência e intensidade de dias secos consecutivos no leste da Amazônia e no Nordeste. No Sul e no Sudeste, o aumento de extremos de precipitação pode ser associado ao aumento da frequência de desastres naturais, como chuvas intensas, deslizamentos e enchentes. Segundo o Atlas brasileiro de Desastres Naturais (Ceped, 2012), tais eventos afetaram, entre 1991 e 2012, 96,2 milhões de brasileiros. Muitas dessas tragédias são deflagradas por extremos de clima. E episódios como inundações e estiagens mataram 2.475 pessoas nesse mesmo período. Considerando as projeções de clima avaliadas pelo IPCC e pelo

Pbm C, estima-se que, nos próximos anos, as tragédias devam ser intensificadas por conta das mudanças climáticas. (Vasconcellos 2023).

Figura 18 - Projeções do Clima por Região no ano, Indicando Mudanças Projetadas em Níveis de Confiança



Fonte: Vasconcellos (2023)

Infelizmente, é de se esperar que esses eventos tenham ainda mais força nos próximos anos, pois com o aquecimento global, as mudanças climáticas estão cada vez mais intensas, provocando ainda mais insegurança na população sobre o que esperar num futuro próximo.

2.4 REGIÕES QUE SÃO MAIS AFETADAS PELOS DESLIZAMENTOS NO SUDESTE

Segundo o IBGE, Censo Demográfico (2010), o Brasil possui características distintas entre as diferentes porções do seu território no que diz respeito à ocorrência de desastres naturais. As características físicas do território que viabilizam a forma de ocupação pelo território nacional e as diferenças de fragmentação territorial municipal entre as grandes regiões do país determinaram diferentes padrões de distribuição espacial da população em áreas de risco.

No Anexo A (Distribuição dos Municípios Monitorados na Base Territorial Estatística de Área de Risco do Brasil) ilustra-se a distribuição espacial dos municípios

abordados no presente estudo. A grande concentração de municípios na costa leste do país está associada ao fato da ocupação do território ter se concentrado nesta parte, que, por sua vez, é suscetível à ocorrência de desastres naturais, estes associados à ocupação de encostas íngremes, topos de morros e margens de corpos d'água (TOMINAGA, 2009).

Na Região Sudeste, com 308 municípios analisados conforme **Anexo B (Mapa 5 - População Expostas nas Áreas de Risco - Sudeste)**, sobressaiu com maior contingente populacional residindo em áreas de risco, com aproximadamente 4,3 milhões de moradores, o que representou 9,8% da população total dos municípios monitorados da região.

Os estados com maiores números de habitantes expostos em áreas de risco foram São Paulo, com 1,5 milhões habitantes (6,8% da população total dos municípios monitorados no estado), e Minas Gerais com 1,4 milhões de habitantes (14,8% da população total dos municípios monitorados no estado). No Estado do Rio de Janeiro, a população exposta em áreas de risco foi de 865 mil habitantes (9,8% da população total dos municípios monitorados no estado). No Espírito Santo a população exposta em áreas de risco foi de 502 mil habitantes (15,2% da população total dos municípios monitorados no estado), conforme pode ser visto na **Tabela 2**.

Tabela 2 - População em Área de Risco por Unidade da Federação em 2010 - Região Sudeste

Grandes Regiões, Unidades da Federação	População Total	População Total dos Municípios Monitorados	População em Risco nos Municípios Monitorados
Sudeste	80 364 410	43 646 750	4 266 301
Minas Gerais	19 597 330	9 300 174	1 377 577
Espírito Santo	3 514 952	3 309 490	502 311
Rio de Janeiro	15 989 929	8 740 066	865 027
São Paulo	41 262 199	22 297 030	1 521 386

Fonte: IBGE, Censo Demográfico; CEMADEN (2010)

Assim, deveria ser feita uma análise do porquê as pessoas ainda habitam essas áreas de risco. Os órgãos governamentais estão fazendo algo para que essas pessoas se sintam mais seguras, ou não há nenhum tipo de verificação nessas áreas? Os habitantes conseguem ir para outros lugares? Há um plano de remanejamento para que os habitantes possam ir para áreas seguras? Ainda existem muitas perguntas sem respostas, tanto pelos habitantes quanto pelos órgãos governamentais.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA HIDROGRAFIA, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA TERRESTRE NA REGIÃO LITORÂNEA DO ESTADO DE SÃO PAULO

A caracterização da hidrografia, geologia, geomorfologia terrestres tem como foco identificar áreas sujeitas a movimentos de massa, erosão, assoreamento, alagamento, enchente e inundação e identificar áreas de riscos ambientais e sociais. A caracterização do meio físico terrestre enfoca a dinâmica de uso e ocupação da terra e suas implicações sobre a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAMLN).

2.5.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

A região que abrange os limites da APAMLN para o meio físico terrestre é composta pela bacia hidrográfica do Litoral Norte, a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos¹ - UGRHI-03, que possui 1.987 km² de extensão territorial (DAEE, 1999), dos quais 1.592 km² são áreas continentais e 365 km² são áreas insulares, constituídas pela Ilha de São Sebastião (339km²) e por outras 61 ilhas, ilhotas e lajes (26 km²) (CBH-LN, 2009).

Na região há dois sistemas aquíferos importantes: o sistema aquífero fraturado (Aquífero Cristalino) correspondente a terrenos cristalinos da Serra do Mar, permeáveis por fraturamento de rochas e o sistema aquífero sedimentar (Aquífero Litorâneo), permeáveis por porosidade granular, correspondendo a sedimentos ao longo das praias (CAMPOS, 1993). De acordo com CBH-LN (2009), o Aquífero Litorâneo distribui-se irregularmente ao longo da costa, segmentando pelas rochas do embasamento pré-Cambriano, desde o Litoral Sul (na região de Cananéia) até o Litoral Norte (Caraguatatuba e Ubatuba), sendo constituído por depósitos sedimentares da Planície Litorânea.

2.5.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

A região do litoral paulista é caracterizada por um relevo bastante acidentado, com avanço da escarpa da Serra do Mar em direção à planície costeira na área correspondente aos municípios do Litoral Norte (São Sebastião a Ubatuba), contrastando com maior domínio da planície na Baixada Santista e Litoral Sul (AB'SABER, 2003; KOGA-VICENTE & NUNES, 2011).

A região é marcada pelo relevo da Serra do Mar (caracterizado como escarpa - elevação súbita do solo, normalmente $> 45^\circ$, caracterizada pela formação de um penhasco ou uma encosta íngreme.), que atua como importante fator de intensificação orográfica (SANT'ANNA NETO, 1990; ROSEGHINI, 2007) e, associado aos fluxos atmosféricos originários do oceano e a uma zona de encontro de sistemas atmosféricos, propicia uma dinâmica de altos montantes pluviais (NUNES, 1990; 1997). Em períodos de chuvas intensas e prolongadas na região, são frequentes os registros de aumento de movimentos de massa, como escorregamentos, rolamentos, queda de blocos e corridas (ver TAVARES et al., 2004; MARCELINO, 2004; KOGA-VICENTE, 2010; KOGA-VICENTE & NUNES, 2011; SCOFIELD et al., 2014).

O Litoral Norte paulista está limitado pelo mar e pelas montanhas na porção continental, onde boa parte dessas áreas estão nas proximidades de áreas de conservação de meia encosta – muitas vezes inapropriadas para ocupação (SMA/CPLA, 2011a) pelas restrições ambientais e geológica - geomorfológicas.

Na região do Litoral Norte de São Paulo, são encontrados três grandes grupos de rochas formadoras do solo: (i) ígneas – representam cerca de 38% do total 1.802 km² de classes de rochas principais encontradas na região; (ii) metamórficas – cerca de 35,9% e (iii) sedimentares, ocupando cerca de 13% no Litoral Norte (**Tabela 3**).

Tabela 3 - Tipos de grupos de rochas formadoras de solos e percentual na região do Litoral Norte de São Paulo

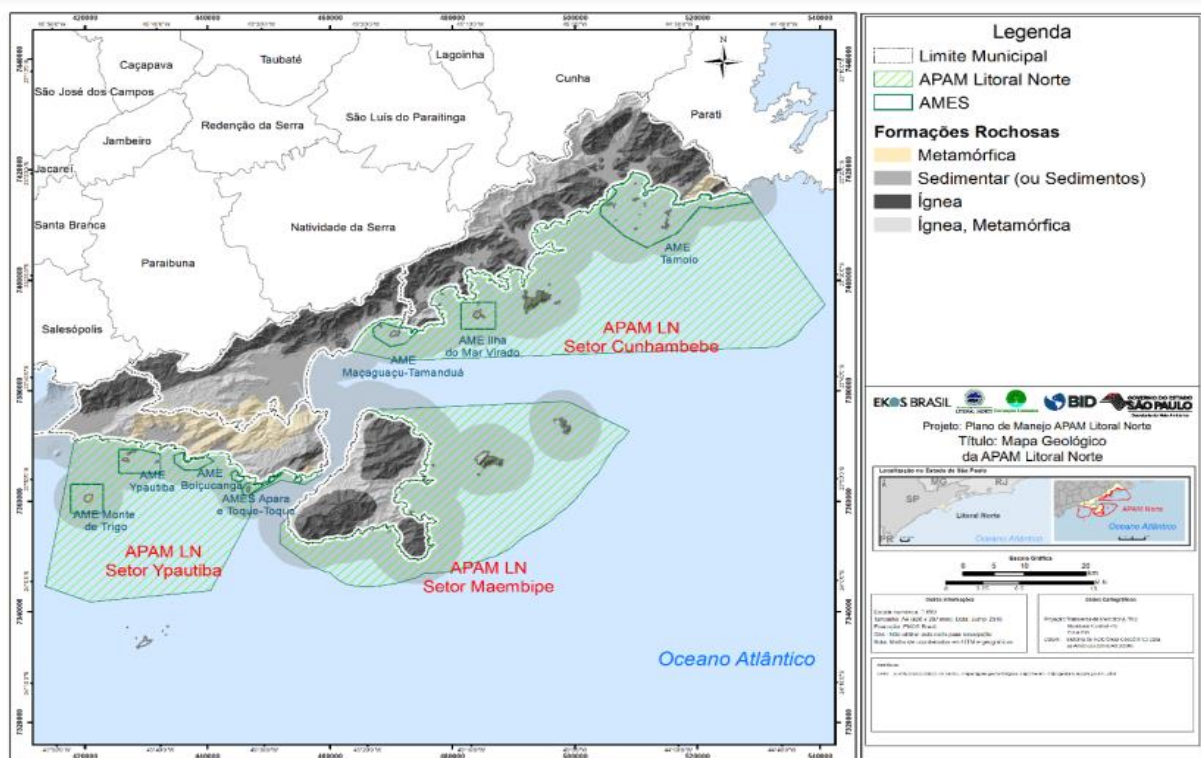
Municípios	Principais unidades geológicas	Hierarquia	Litologia	Rochas principais (classes)	Área (km ²)	%
Caraguatatuba	Complexo Pico do Papagaio	Complexo granítico	Biotita granito	Ígnea	206,4	44,9
	Complexo Bairro do Marisco	Complexo	Metagabro, Enderbita, Diorito, Quartzo diorito	Ígnea, Metamórfica	14,5	3,2
	Costeiro, unidade granito-gnáissica migmatítica	Complexo	Migmatito, Gnaiss, Augen gnaiss	Metamórfica	131,1	28,5
	Depósitos litorâneos indiferenciados	(Não definida)	Depósitos de argila e/ou areia, cascalho	Sedimentar (ou Sedimentos)	107,4	23,4
	Total				459,4	100,0
Ilhabela	Coberturas detriticas indiferenciadas	Unidade	Depósitos de areia, cascalho e argila	Sedimentar (ou Sedimentos)	2,4	0,8
	Ilha de São Sebastião	Corpo	Granito-gnássico e migmatítico (LIMA, 2001; PROCHOROFF, 2014)	Ígnea	204,1	66,9
	Costeiro, unidade ortognáissica	Complexo	Migmatito, Biotita gnaiss, Gnaiss, Ortognaiss	Metamórfica	98,7	32,3
	Total				305,2	100,0
São Sebastião	Complexo Pico do Papagaio; Granito São Sebastião	Complexo granítico	Biotita granito	Ígnea	74,8	20,1
	Costeiro, unidade de gnaisses bandados	Complexo	Migmatito, Gnaiss	Metamórfica	223,2	59,9
	Coberturas detriticas indiferenciadas; Depósitos aluvionares; Depósitos litorâneos indiferenciados	Unidade	Depósitos de argila e/ou areia, cascalho	Sedimentar (ou Sedimentos)	74,6	20,0
	Total				372,7	100,0
Ubatuba	Chamockito Ubatuba; Complexo Bico do Papagaio; Granito Caçandoca; Granito Parati, Suite Getulândia; Granito Parati-Mirim, Suite Serra das Araras	Corpo	Chamockito, Monzogranito, Mangerito, Biotita granito	Ígnea	410,6	61,7
	Costeiro, unidade granito-gnáissica migmatítica, Rio Negro	Complexo	Migmatito, Gnaiss, Augen gnaiss	Metamórfica	194,8	29,3
	Coberturas detriticas indiferenciadas; Depósitos aluvionares; Depósitos litorâneos indiferenciados	Unidade	Depósitos de argila e/ou areia, cascalho	Sedimentar (ou Sedimentos)	55,2	8,3
	Costeiro, unidade quartzítica; Granito Ilha Anchieta	Complexo	(Não definido)	(Não definida)	4,7	0,7
	Total				665,3	100,0

Fonte: Elaborado com base em dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2009; 2011).

Os dois primeiros grupos estão distribuídos ao longo de toda a região, predominantemente na porção continental, onde se localiza o PE da Serra do Mar (PESM). Segundo Ross (2006), as rochas metamórficas – formadas por gnaisses, migmatitos, micaxistos, filitos, carbonáticas e massas intrusivas (granito e sienitos) – estão distribuídas em toda a Serra do Mar, e são importantes na formação das ilhas, que são afloramentos de embasamento cristalino. De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006), geodiversidade é

definida como “o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, 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. As rochas sedimentares estão localizadas nas proximidades da linha costeira, nos domínios de restinga, com depósitos aluvionares e marinhos. A **Figura 19** mostra a distribuição das rochas principais distribuídas no território do Litoral Norte de São Paulo.

Figura 19 - Mapa Geológico: Classes de Principais Formações Rochosas na Região do Litoral Norte de São Paulo



Fonte: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2009; 2011

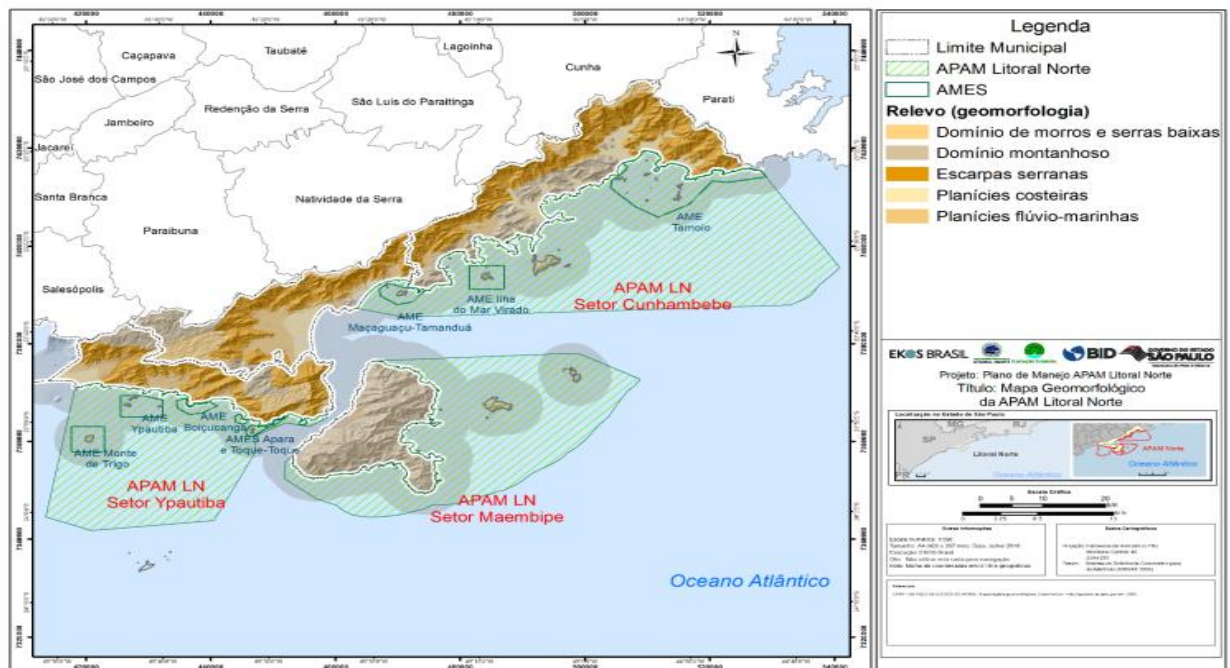
Grande parte do território do Litoral Norte de São Paulo é formado por relevo de escarpas serranas e de domínio montanhoso, compondo 43% e 32,4% da área de estudo e situadas predominantemente em áreas dos limites das Unidades de Conservação de Proteção Integral (PESM e PE de Ilhabela). As planícies costeiras e fluvio-marinhas, em conjunto, correspondem a cerca de 15,7% da região, com predomínio em Caraguatatuba e São Sebastião. Os domínios de morros e serras baixas estão distribuídos em toda a região (com exceção de Ilhabela), sendo predominante em Caraguatatuba. As classes de relevo da área de estudo podem ser vistas na **Figura 20** e em mais detalhes, na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Tipos de relevo (domínio geomorfológico) e percentual na região do Litoral Norte de São Paulo

Municípios	Domínios de relevo	Declividade (graus)	Altitude (metros)	Área (km²)	Percentual (%)
Caraguatatuba	Domínio de morros e serras baixas	15° a 35°	80 a 200 m	78	16,8
	Domínio montanhoso	25° a 45°	300 a 2000 m	73	15,8
	Escarpas serranas	25° a 60°	300 a 2000 m	204	44,2
	Planícies costeiras	0° a 5°	0 a 20 m	36	7,9
	Planícies fluvio-marinhas	0°	0 m	71	15,4
Total				462	100
Ilhabela	Domínio montanhoso	25° a 45°	300 a 2000 m	304	99,2
	Planícies fluvio-marinhas	0°	0 m	2	0,8
Total				306	100
São Sebastião	Domínio de morros e serras baixas	15° a 35°	80 a 200 m	37	9,8
	Domínio montanhoso	25° a 45°	300 a 2000 m	64	17,1
	Escarpas serranas	25° a 60°	300 a 2000 m	196	52,5
	Planícies costeiras	0° a 5°	0 a 20 m	18	4,7
	Planícies fluvio-marinhas	0°	0 m	59	15,8
Total				374	100
Ubatuba	Domínio de morros e serras baixas	15° a 35°	80 a 200 m	47	7,1
	Domínio montanhoso	25° a 45°	300 a 2000 m	147	21,9
	Escarpas serranas	25° a 60°	300 a 2000 m	379	56,5
	Planícies costeiras	0° a 5°	0 a 20 m	74	11
	Planícies fluvio-marinhas	0°	0 m	23	3,5
Total				670	100

Fonte: Elaborado com base em dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2009; 2011).

Figura 20- Mapa Geomorfológico: Domínios Geomorfológicos na Região do Litoral Norte de São Paulo

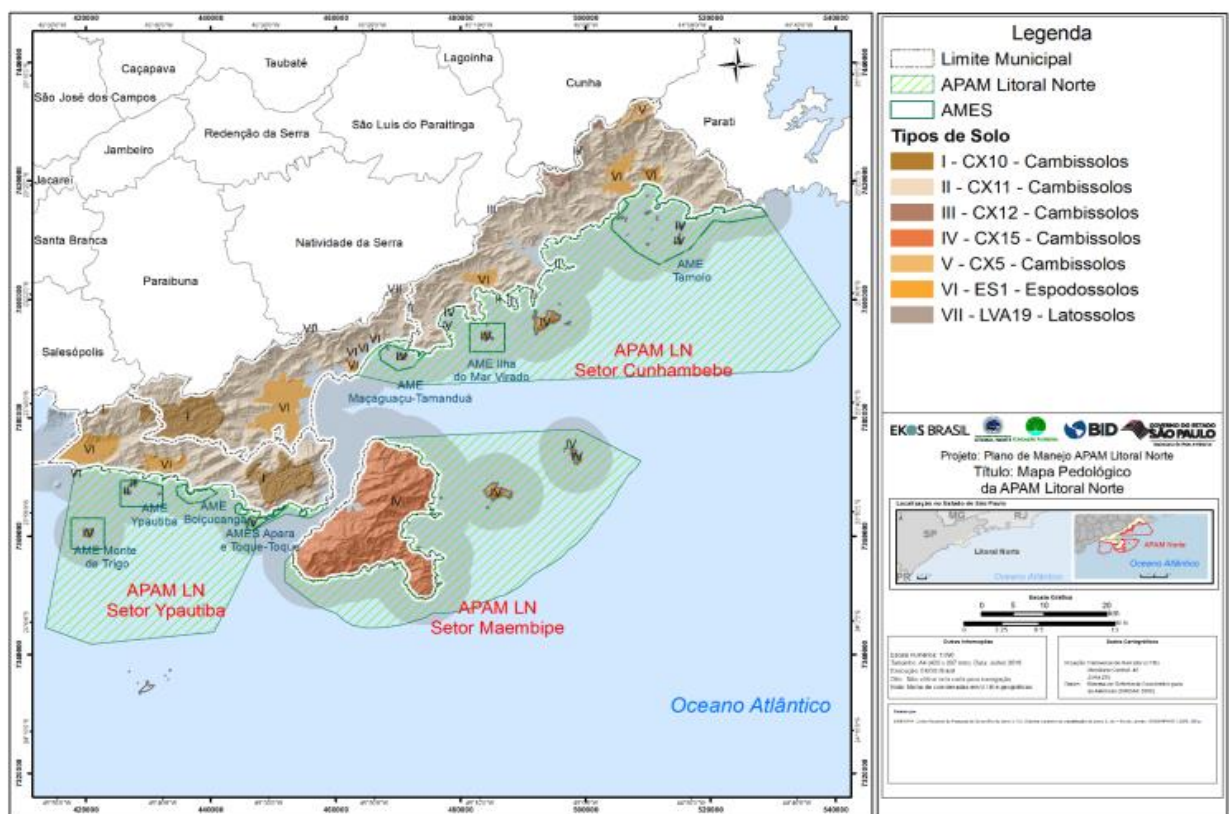


Fonte: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2009

2.5.3 CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICAS

De acordo com a **Figura 21**, na região do litoral norte de São Paulo existem pelo menos três grandes grupos: (i) espodosolos; (ii) cambissolos e (iii) latossolos (Vermelhos-Amarelos), sendo a maior parte da área coberta pelos Cambissolos (aproximadamente 88%), distribuídos em toda a região de estudo.

Figura 21- Mapa de solos. Tipos de solo: (i) Espodosolos – Grupo 1 (G1); (ii) Cambissolos – Grupo 2 (G2); (iii) Latossolos (Vermelhos-Amarelos) – Grupo 3 (G3)



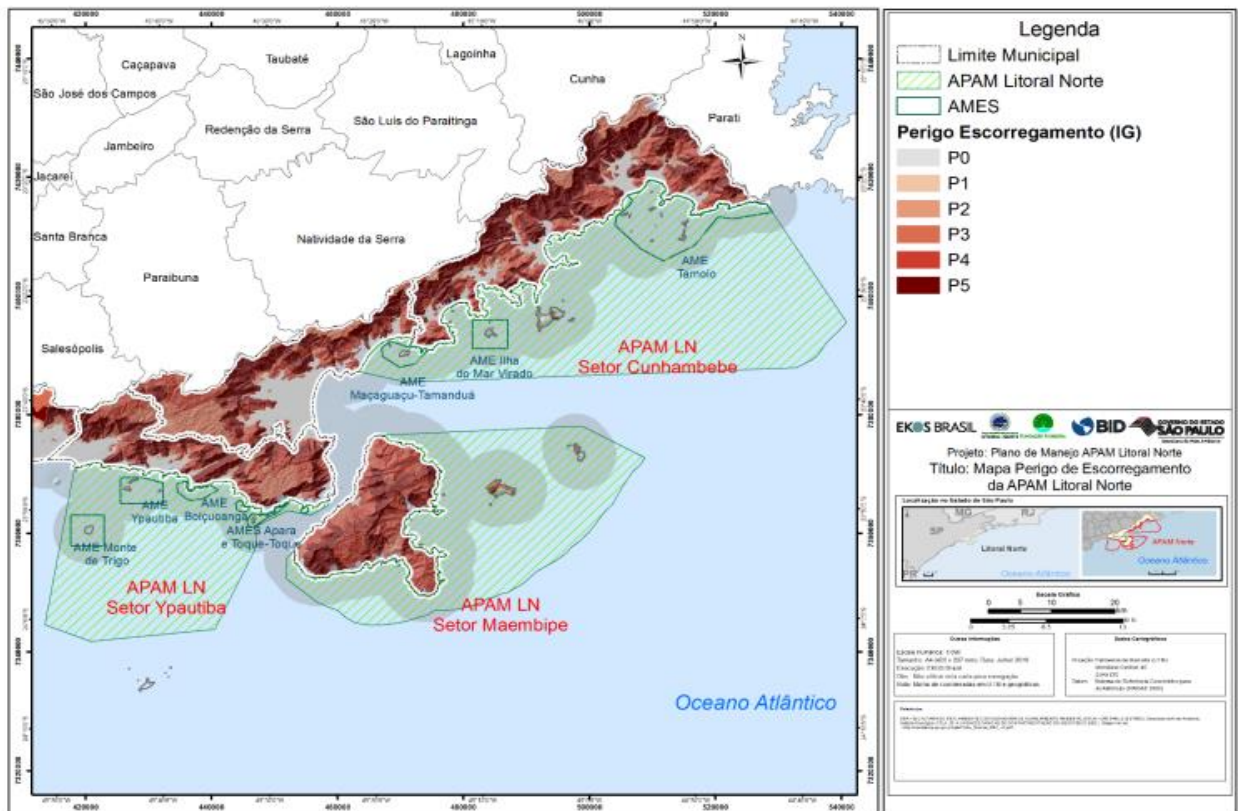
Fonte: OLIVEIRA et al. 1999; EMBRAPA, 2005

2.5.4 PROCESSOS GEODINÂMICOS: PERIGOS DE ESCORREGAMENTO E INUNDAÇÃO

O mapeamento das Unidades Básicas de Compartimentação Fisiográfica (UBC) considera perigo como fenômeno, substância, atividade humana ou condição que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos às propriedades, perda de bens e serviços, distúrbios sociais e econômicos e danos ao meio ambiente (UNISDR, 2009). A classificação das UBCs varia entre P0 á P5, onde P0 representa uma probabilidade nula ou quase nula de ocorrência do evento perigoso (escorregamento ou inundação) e P5 a probabilidade máxima (classe Muito Alta). As demais classes

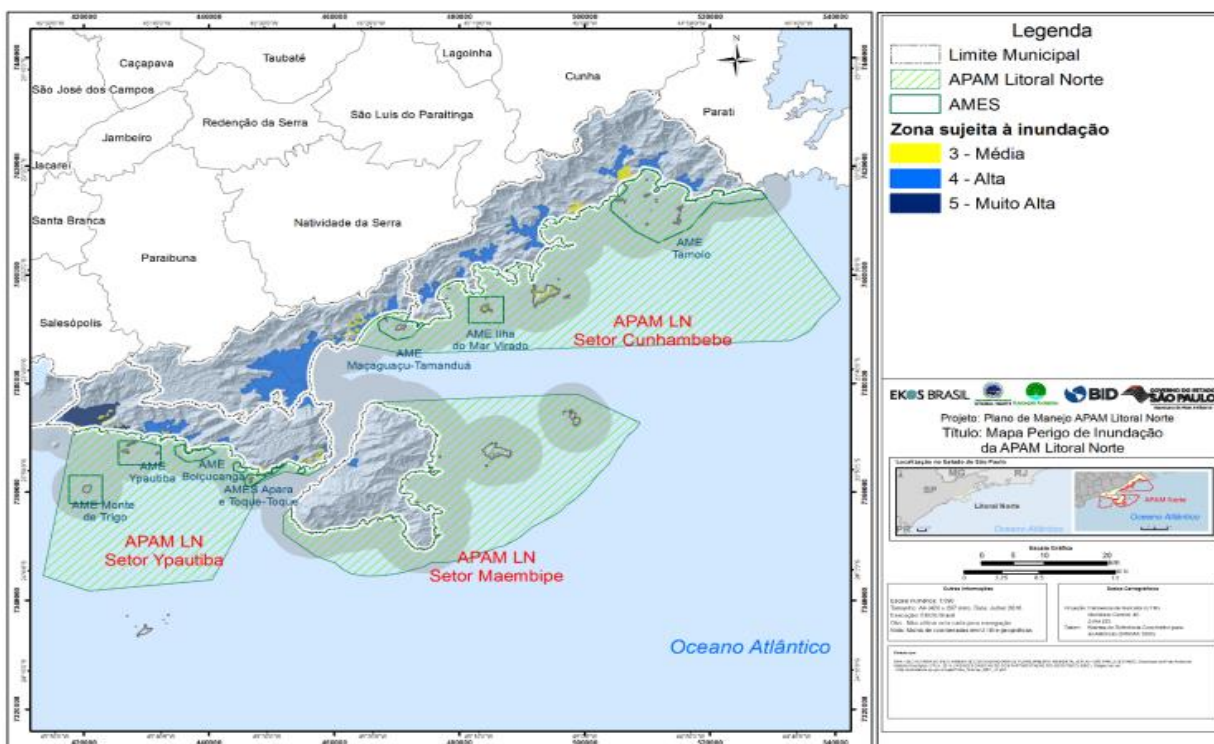
representam situações intermediárias entre estes extremos: P4 (Alta), P3 (Média), P2 (Baixa) e P1 (Muito Baixa). Dadas as características geomorfológicas (presença de coberturas sedimentares inconsolidadas, baixas altitudes) atribui-se a classe P0 às planícies no caso do perigo de escorregamento (**Figura 22**). No caso do perigo de inundação, atribui-se P0 para as áreas de encostas, cujas características apresentavam relevo mais declivoso (**Figura 23**).

Figura 22- Perigo de Escorregamento



Fonte: SMA/CPLA, 2013; 2014; IG/SMA, 2014; FERREIRA & ROSSINI-PENTEADO, 2014

Figura 23 - Perigo de Inundação



Fonte: SMA/CPLA, 2013; 2014; IG/SMA, 2014; FERREIRA & ROSSINI-PENTEADO, 2014

De acordo com a **Tabela 5**, com base no mapeamento de perigos de escorregamentos e inundação da (SMA/CPLA, 2013; 2014; IG/SMA, 2014), 18% do território do Litoral Norte está em área de potencial perigo associado a escorregamentos, sendo 36% em zonas de perigo alto (18% em P4) e perigo muito alto P5 (18%). Em relação ao perigo de inundação, cerca de 193 km² da região do Litoral Norte estão situados em zonas de alto perigo P4 (12%) e muito alto perigo P5 (23%).

Tabela 5 - Perigo de escorregamento e de inundação

Classe de perigo	Escorregamento		Inundação	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
P0	226,73	35	1626,25	65
P1	10,33	2	0,00	0
P2	59,73	7	0,00	0
P3	274,31	20	14,20	0
P4	571,07	18	178,93	12
P5	710,82	18	33,61	23
Total	2816,80	100	2816,80	100

Fonte: Mapeamento de perigos de escorregamentos e inundações (SMA/CPLA, 2013; 2014; IG/SMA,

De acordo com Mello et al. (2012), observa-se que em Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião há predominância de riscos com Muito Alta suscetibilidade a escorregamentos em relação às outras categorias de riscos geotécnicos (48,4%, 100% e 58%, respectivamente). Ubatuba possui 26,7% dos riscos associados à suscetibilidade a escorregamento, sendo predominantes no município os riscos de recalque e instabilização do terreno (39%) e de inundação (34%).

Esses resultados, considerados em conjunto para a região, reforçam a necessidade de maior atenção para a redução desses riscos, ampliando as medidas preventivas e as adaptações necessárias da infraestrutura instalada/planejada (BITAR, 2009), buscando o ordenamento territorial por meio de Planos Diretores, Zoneamentos-Ecológico-Econômico (ZEE) que considerem os riscos de desastres naturais (FERREIRA, 2012).

2.6 HISTÓRIA DA VILA SAHY

A Vila Sahy, também conhecida como Praia Barra do Sahy, está localizada no litoral norte de São Paulo, no município de São Sebastião, que tem uma área territorial de 402.395 km² e uma população estimada de 91.637 habitantes (IBGE, 2022).

Segundo o Portal Turismo São Sebastião (2021), a Vila Sahy é uma pequena vila de pescadores e um destino turístico popular devido às suas belas praias e ambiente tranquilo.

A história da Vila Sahy remonta aos tempos coloniais do Brasil. A região onde está situada era habitada pelos índios tupinambás antes da chegada dos colonizadores portugueses. Com a colonização, a área foi incorporada às sesmarias e iniciou-se o processo de ocupação e exploração da região.

Durante o período colonial, a Vila Sahy foi palco de atividades relacionadas à pesca e à agricultura de subsistência. A pesca sempre teve um papel importante na economia local e ainda hoje é uma atividade tradicional dos moradores da vila.

Com o passar do tempo, a região passou a atrair também visitantes em busca de suas belas praias e belezas naturais. A Vila Sahy se tornou um destino turístico crescente, com o desenvolvimento de pousadas, restaurantes e serviços voltados para os turistas.

A preservação ambiental é uma preocupação constante na Vila Sahy, e a região possui algumas áreas de proteção ambiental, como a Área de Proteção Ambiental do Sahy. Essas medidas visam conservar a rica biodiversidade local, incluindo a vegetação de Mata Atlântica e a preservação dos ecossistemas costeiros.

Atualmente, a Vila Sahy é um local bastante procurado por turistas que buscam

um ambiente tranquilo e praias paradisíacas. Além disso, a vila mantém seu caráter de comunidade de pescadores, com uma atmosfera simples e acolhedora.

Ao visitar a Vila Sahy ou qualquer outro destino turístico, é essencial respeitar o meio ambiente, a cultura local e contribuir para a preservação do patrimônio natural e cultural da região.

2.6.1 TRAGÉDIA NO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO: DESLIZAMENTO NA VILA SAHY

Na madrugada do domingo de Carnaval, dia 19 de fevereiro de 2023, um temporal forte já castigava a região do litoral norte de São Paulo havia algumas horas. Desavisados do perigo, moradores e turistas dormiam quando a lama da encosta começou a descer o morro, arrastando junto árvores, casas, carros e vidas (Catto et al., 2023).

De acordo com a Defesa Civil ocorreram 54 mortes, das quais 53 em São Sebastião e uma em Ubatuba. As mortes se concentraram na Vila Sahy, bairro formado em meados dos anos 1980 e habitado por funcionários de casas de veraneio, hotéis e pousadas da Barra do Sahy, praia que fica do outro lado da rodovia Rio-Santos.

A ocupação da Vila Sahy é irregular por estar em área de proteção ambiental. Pressionada pelo Ministério Público Estadual a resolver a situação quando o bairro já estava consolidado, a prefeitura "congelou a área" (**Figura 24**), em 2009 e prometeu urbanizá-lo em dois anos, o que não ocorreu. Em 2016, o congelamento foi oficializado em lei. Foi então estabelecido um perímetro: dentro dele, ninguém poderia ampliar as casas já existentes. Fora, ninguém poderia construir. Porém, a expansão continuou entre 2021 e 2023, pois fiscais da prefeitura de São Sebastião identificaram casas dentro e fora da área congelada (Catto et al., 2023).

Figura 24 - Área “Congelada” na Vila Sahy



Fonte: MPE, 2023

Na véspera da tragédia, mesmo avisados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), do risco de desastre com dois dias de antecedência, as autoridades não alertaram a população sobre a dimensão do perigo. O governador Tarcísio de Freitas disse que as mensagens de SMS disparadas para parte da população não tiveram "efetividade".

2.6.2 TRABALHO DA DEFESA CIVIL JUNTO AO IPT

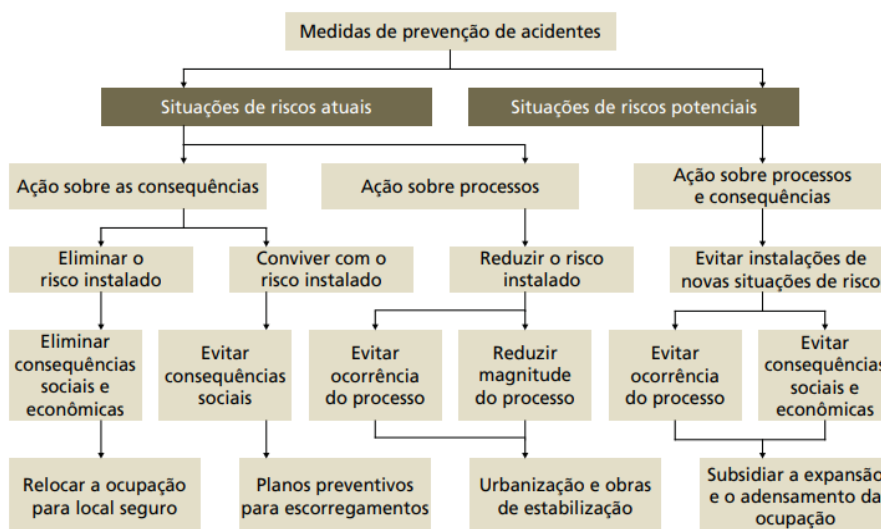
No Brasil, as características da ocupação nos assentamentos precários afetam de forma negativa e ampliam todos os cenários potenciais de risco ambiental. Conforme resume o Ministério das Cidades – MCidades (Brasil e IPT, 2007), o problema das áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações nas cidades brasileiras são decorrentes dos seguintes fatores: i) crise econômica e social, com solução apenas a longo prazo; ii)

política habitacional para baixa renda historicamente ineficiente; iii) ineficácia dos sistemas de controle do uso e ocupação do solo; iv) inexistência de legislação adequada para as áreas suscetíveis aos riscos; v) inexistência de apoio técnico para as populações; e vi) cultura popular de “morar no plano”.

De acordo com a Constituição Federal, o município é o ente federado a quem foi atribuída a competência pela política urbana, sendo o responsável por instituir uma política de desenvolvimento urbano local (Brasil,1988). No que diz respeito à questão do risco 1 segundo a Lei no 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), os municípios devem elaborar os planos de contingência de proteção e defesa civil, além de elaborar plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre, como esquematizado na **Figura 25**, promovendo inclusive reassentamento das famílias instaladas em áreas de risco 2 ou de proteção ambiental, devendo prover moradia temporária para estas.

Aos estados e à União cabe o apoio na implementação de políticas públicas que articulem a produção habitacional, a provisão de infraestrutura, a implantação de obras de segurança em encostas e de macrodrenagem. Aos estados, conforme a PNDPC, compete também o desenvolvimento dos Planos Estaduais de Proteção e Defesa Civil, os quais devem, no mínimo, identificar as bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres e determinar as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito estadual.

Figura 25 - Formas de Atuação em relação a áreas de risco de deslizamentos



Fonte: Brasil e IPT (2007, p. 126).

Seria importante para toda população que vive em áreas de risco que os órgãos governamentais notassem e prestassem atenção com um pouco mais de cuidado, para que, assim que fossem notificados pelos canais de informações possíveis desastres, essas pessoas fossem informadas e preparadas para esse tipo de situação, pois em muitos casos além de perderem tudo, perdem a própria vida.

2.6.3 INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

Segundo OGURA (2006), intervenções estruturais são ações realizadas para modificar ou melhorar as estruturas físicas de um determinado local ou sistema. Essas intervenções geralmente são realizadas para corrigir deficiências, aumentar a eficiência, garantir a segurança ou adaptar a estrutura a novas necessidades.

Na engenharia civil, as intervenções estruturais podem envolver reparos, reforços ou reconstrução de edifícios, pontes, barragens, estradas, túneis e outras infraestruturas. Isso pode incluir a substituição de materiais danificados, fortalecimento de fundações, reforço de estruturas existentes, reparo de fissuras ou rachaduras, entre outras medidas.

Essas intervenções podem ocorrer em nível urbano, com a revitalização de bairros ou áreas urbanas em declínio. Nesse caso, as ações podem incluir a renovação de edifícios antigos, a requalificação de espaços públicos, a melhoria da infraestrutura urbana e a reorganização do planejamento urbano.

Em resumo, são intervenções físicas realizadas para melhorar, modificar ou corrigir as estruturas existentes, seja em nível de edifícios individuais ou de sistemas urbanos mais amplos.

2.6.4 PREVENÇÃO DE DESLIZAMENTOS

Segundo Braja (2021), existem várias estruturas e técnicas utilizadas para prevenir deslizamentos de terra. A escolha da estrutura depende das características do local, do tipo de solo e das condições específicas do terreno. São exemplos de estruturas contra deslizamentos:

- Contenção em Gabiões: São estruturas feitas de gabiões, que são caixas de malha metálica preenchidas com pedras. Os gabiões são empilhados formando muros ou paredes, fornecendo resistência e estabilidade ao solo.
- Muros de Arrimo: São estruturas construídas para reter o solo e evitar o seu movimento. Podem ser feitos de concreto armado, alvenaria de pedra, madeira ou outros materiais. Os muros de arrimo podem ser reforçados com drenagem para evitar o acúmulo de água por trás deles.
- Terraços: Consistem em degraus horizontais construídos no terreno

inclinado. Os terraços reduzem a velocidade da água da chuva, permitindo que ela seja absorvida pelo solo e evitando a erosão.

- **Barreiras de Concreto:** São estruturas de concreto construídas para interromper o movimento de massa de solo. Essas barreiras podem ser usadas em encostas inclinadas ou ao longo de rodovias para conter o deslizamento de terra.
- **Drenagem:** A drenagem adequada é fundamental para evitar o acúmulo de água, que é uma das principais causas de deslizamentos de terra. A instalação de sistemas de drenagem, como canaletas, tubos perfurados e trincheiras drenantes, ajuda a redirecionar a água e evitar a saturação do solo.
- **Reflorestamento:** O plantio de vegetação adequada, como árvores e arbustos de raízes profundas, pode ajudar a estabilizar o solo e reduzir o risco de deslizamentos. As raízes das plantas ajudam a absorver a água, aumentar a coesão do solo e melhorar a resistência do terreno.
- **Geossintéticos:** São materiais sintéticos, como geotêxteis, geogrelhas e geocélulas, que são utilizados para reforçar o solo. Esses materiais são instalados em camadas no solo para aumentar sua resistência e estabilidade (Braja 2021).

Portanto, a prevenção de deslizamentos de terra requer uma abordagem integrada, levando em consideração as características do local, a análise do solo, o clima e outros fatores relevantes. Em casos mais complexos, é recomendável consultar engenheiros especializados em geotecnia e geologia para projetar e implementar as medidas apropriadas de prevenção.

2.7 ESTRATÉGIAS/PLANOS DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAL OU NÃO ESTRUTURAL

2.7.1 TIPOS DE ESTRURAS DE CONTENÇÃO

Uma estrutura de contenção, em engenharia civil e geotecnia, refere-se a uma construção projetada e construída para conter ou suportar a pressão ou o movimento de materiais, como solo, rocha ou água. Essas estruturas são frequentemente utilizadas em situações em que é necessário controlar deslizamentos de terra, evitar erosão, proteger encostas ou proporcionar estabilidade a escavações e fundações (PIAZZA, 2018).

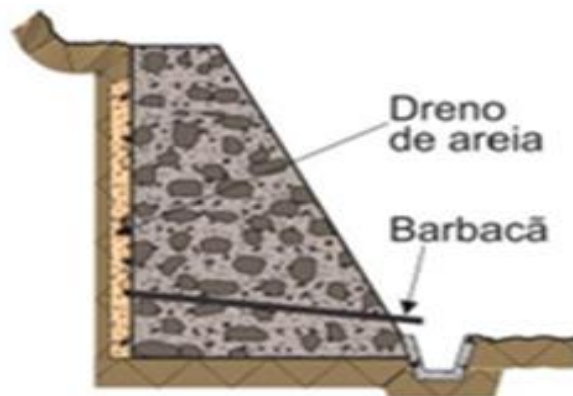
Existem vários tipos diferentes de estruturas de contenção, cada uma projetada para atender a necessidades específicas. Alguns exemplos comuns incluem:

Um **muro de gravidade com concreto ciclópico**: é uma estrutura de contenção construída principalmente com concreto que contém grandes pedras ou agregados grossos não uniformes incorporados na mistura. Esse tipo de concreto é chamado de "ciclópico" devido à sua natureza robusta e à presença de pedras maiores que o normal, tornando-o adequado para aplicações em muros de gravidade. (SOUSA, 2021).

As principais características de um muro de gravidade com concreto ciclópico incluem:

- Peso e Estabilidade: Esses muros são projetados para serem pesados e maciços, de modo a resistirem à pressão do solo ou da água. A força do muro é derivada de seu próprio peso, o que o torna auto estável.
- Pedras Grandes na Mistura de Concreto: O concreto ciclópico é preparado misturando cimento, areia e pedras grandes (normalmente com diâmetros variando de 75 mm a 150 mm) em proporções específicas. As pedras maiores proporcionam resistência adicional à estrutura.
- Forma e Design: Os muros de gravidade com concreto ciclópico são geralmente projetados em forma de degraus ou blocos intertravados para melhorar a estabilidade e a estética.
- Drenagem Adequada: Como mostra na **Figura 26** um sistema de drenagem adequado é incorporado para lidar com a água que pode se acumular atrás do muro e aliviar a pressão hidrostática.
- Fundação Sólida: A base do muro é projetada para ser estável e bem compactada, garantindo uma boa distribuição do peso.

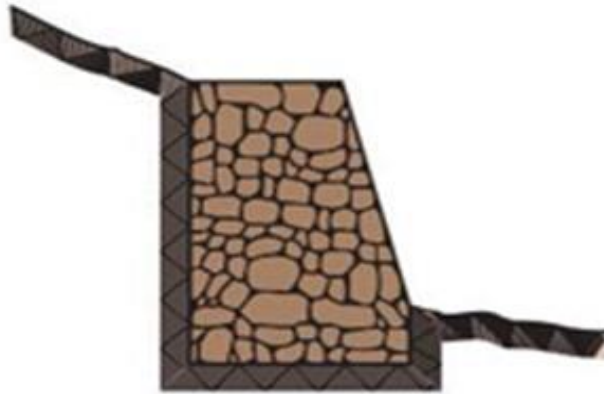
Figura 26 - Muro de concreto ciclópico



Fonte: (TECHNE, 2022)

Muro de gravidade em alvenaria de pedra: os muros de gravidade em alvenaria de pedra podem ser construídos de duas maneiras principais: com argamassa **Figura 27** que podem ser de até 2 metros de altura e sem argamassa **Figura 28** indicados para muros superior a 3 metros. Junto com a instalação de um sistema de drenagem. (SOUSA, 2021).

Figura 27- Muro de alvenaria de pedra

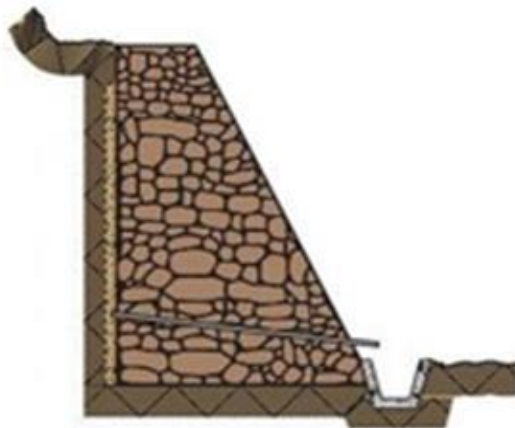


Fonte: (TECHNE, 2022)

Nesse método, as pedras são empilhadas umas sobre as outras sem o uso de argamassa ou qualquer material de ligação. A estabilidade do muro é obtida pelo peso das pedras individuais e pela forma em que são encaixadas. Esse tipo de construção é chamado de "alvenaria seca" ou "muro de pedra seca". Algumas características desse método incluem:

- A construção é baseada na seleção cuidadosa de pedras que se encaixam bem umas nas outras.
- As pedras são ajustadas e dispostas de forma a criar uma estrutura intertravada e estável.
- O muro de pedra seca é particularmente adequado para terrenos inclinados ou colinas, pois pode se adaptar à topografia.

Figura 28 - Muro de alvenaria de pedra argamassada



Fonte: (TECHNE, 2022)

Nesse método, as pedras são assentadas usando argamassa como material de ligação. A argamassa é aplicada entre as pedras para criar uma ligação sólida e garantir a estabilidade do muro. Algumas características desse método incluem:

- A argamassa é utilizada para fixar as pedras no lugar, tornando o muro mais resistente e durável.
- Permite maior flexibilidade no uso de pedras de diferentes tamanhos e formas.
- É apropriado para muros de contenção mais altos ou em locais onde a estabilidade adicional é necessária.
- A escolha entre construir um muro de gravidade em alvenaria de pedra com ou sem argamassa dependerá das necessidades específicas do projeto.

Muro de contenção de saco de solo-cimento: Um muro de contenção de saco de solo-cimento também conhecido como "muro de saco de terra-cimento", é uma estrutura de contenção construída usando sacos recheados com uma mistura de solo e cimento e construído de forma horizontal e em camadas **Figura 29**. Essa técnica é uma alternativa econômica e eficaz para a construção de pequenos muros de contenção, especialmente em áreas onde o solo é facilmente acessível. (AVEIRO, 2022).

Figura 29 - Contenção em solo cimento

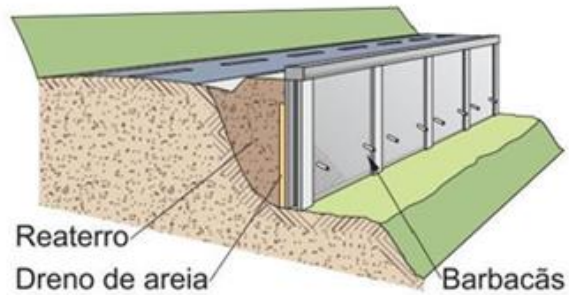


Fonte: (TECHNE, 2022)

- Economia: Os muros de saco de solo-cimento são geralmente mais econômicos do que outras estruturas de contenção, como muros de concreto, especialmente em locais onde o solo está prontamente disponível.
- Adaptação ao Terreno: Os muros de saco de solo-cimento podem ser facilmente adaptados a terrenos irregulares ou inclinados, pois são flexíveis em termos de forma e altura.
- Facilidade de Construção: A construção de muros de saco de solo-cimento é relativamente simples e não requer equipamentos pesados. Pode ser executada por mão de obra local.

Cortina cravada: A cortina cravada é uma estrutura de contenção **Figura 30** utilizada em obras geotécnicas para resistir ao deslocamento de taludes por flexão. Essa técnica é comumente empregada em projetos de contenção de solo ou rocha em encostas íngremes, margens de rios, portos, entre outras aplicações. (NETTO, 2016).

Figura 30 - Cortina cravada



Fonte: (TECHNE, 2022)

Existem dois tipos principais de cortinas cravadas:

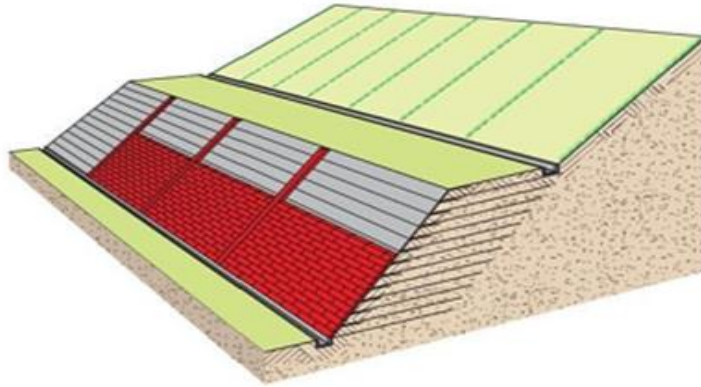
- **Cortina Contínua:** Nesse tipo de cortina, estacas-pranchas são cravadas de forma contínua ao longo do talude ou da área que se deseja estabilizar.
- As estacas-pranchas são elementos alongados de aço, normalmente perfilados em forma de "U" ou "I", que são cravados verticalmente no solo ou na rocha.
- A interligação das estacas-pranchas cria uma parede contínua que oferece resistência ao deslocamento do talude por flexão.
- É uma técnica eficaz para conter solos e rochas, principalmente em situações em que é necessário um suporte vertical contínuo.
- **Cortina Descontínua:** Na cortina cravada descontínua, as estacas são cravadas com espaçamentos entre elas, e entre as estacas são inseridos pranchões de madeira ou concreto armado.
- Os pranchões servem para preencher os espaços entre as estacas e formar uma parede contínua de contenção.
- Esse tipo de cortina é utilizado quando as condições geotécnicas ou o projeto não permitem a instalação de estacas contínuas, mas ainda é necessário resistir ao deslocamento do talude.

Os pranchões ajudam a distribuir as cargas e a oferecer estabilidade à estrutura.

Ambos os tipos de cortinas cravadas são projetados com base nas características do solo, na inclinação do talude, na altura da contenção, nas cargas esperadas e em outras variáveis geotécnicas. A escolha entre a cortina contínua e a cortina descontínua depende das condições específicas do local e dos requisitos do projeto. (PIAZZA, 2018).

O solo reforçado: O solo reforçado é uma técnica de engenharia geotécnica que visa melhorar a resistência e a estabilidade do solo por meio da redistribuição de tensões e deformações. Esse método é frequentemente utilizado em situações em que o solo existente não possui as características necessárias para suportar cargas ou inclinações específicas como mostra a **Figura 31**. (ALEXANDRE, 2005 apud PIAZZA, Bruna, 2018).

Figura 31 - Muro com reforço geossintético



Fonte: (TECHNE, 2022)

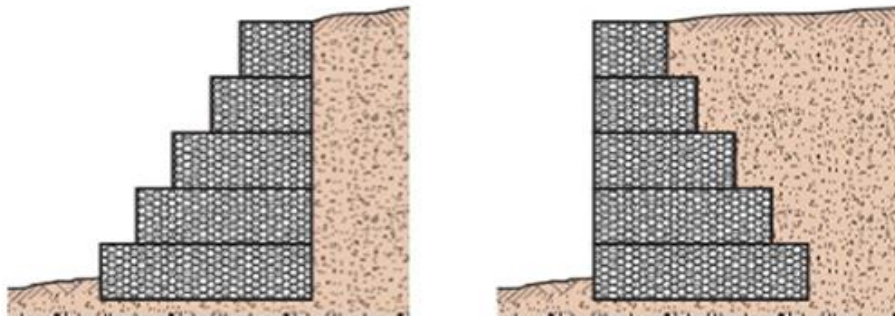
Principais características e elementos do solo reforçado:

- **Reforço com Geossintéticos:** Um dos componentes-chave do solo reforçado é o uso de geossintéticos. Esses materiais são inseridos no solo para aumentar sua resistência à tração e melhorar sua capacidade de suportar cargas. As geogrelhas, por exemplo, são estruturas planas ou tridimensionais que são inseridas horizontalmente no solo e ancoradas em camadas de solo mais resistentes, criando uma matriz reforçada.
- **Redistribuição de Tensões e Deformações:** O objetivo principal do solo reforçado é redistribuir as tensões no solo, evitando rupturas ou deslocamentos excessivos. Isso é alcançado pela combinação do material de reforço (geossintético) com o solo existente, criando uma estrutura composta que é mais resistente do que o solo por si só.
- **Revestimento Externo:** Em muitos casos, as camadas externas do solo reforçado são revestidas com materiais como concreto, blocos de

alvenaria, ou outros sistemas de revestimento. Isso ajuda a proteger o reforço interno contra erosão, desgaste e exposição ambiental.

Muro gabião: Os muros de gabião (**Figura 32**) são estruturas flexíveis e drenáveis usadas na engenharia civil para estabilização de taludes, contenção de erosão, e outras aplicações geotécnicas. Esses muros são construídos utilizando gaiolas metálicas preenchidas com pedras ou materiais similares. (AVEIRO, 2022).

Figura 32 - Muro gabião



Fonte: (TECHNE, 2022)

- **Flexibilidade e Drenagem:** Os muros de gabião são flexíveis e permitem alguma deformação sem comprometer sua estabilidade. A flexibilidade é útil em áreas onde o solo pode sofrer movimentos ou assentamentos. A estrutura é altamente drenável, o que ajuda a evitar acúmulo de água por trás do muro, reduzindo a pressão hidrostática.
- **Altura do Muro:** Muros de gabião geralmente têm uma altura de 1 a 2 metros. Para muros de maior altura, é recomendável utilizar gabiões mais baixos em vez de uma única estrutura alta. Isso ajuda a distribuir melhor as cargas e aumentar a estabilidade.
- **Tamanho de Gabião:** O tamanho das gaiolas metálicas (gabiões) pode variar, mas em muros de grande comprimento, é comum usar gabiões com cerca de 4 metros de comprimento. Isso simplifica a construção e a instalação ao longo de uma extensão maior.
- **Preenchimento:** Os gabiões são preenchidos com pedras ou materiais similares, como brita ou blocos de concreto. As pedras proporcionam peso à estrutura e ajudam a estabilizar o solo.

Os muros de gabião são frequentemente usados em projetos de contenção de taludes, proteção contra erosão em margens de rios, estabilização de encostas e para criar barreiras de contenção em áreas suscetíveis a deslizamentos de terra.

2.7.2 DRENAGEM

A drenagem de taludes e encostas desempenha um papel crucial na prevenção de deslizamentos e erosões. Ela ajuda a reduzir a pressão da água no solo, melhora a coesão do solo, evita a erosão e previne deslizamentos. A drenagem é essencial para a estabilidade do solo, a segurança de estruturas e a proteção de áreas urbanas e infraestruturas. Existem dois tipos principais de drenagem que podem ser aplicados de acordo com as características do local e da situação específica: a drenagem superficial e a drenagem artificial. (AECWEB, 2022).

A drenagem superficial envolve o gerenciamento das águas pluviais que se acumulam na superfície do solo, como resultado da chuva ou do derretimento da neve.

O objetivo da drenagem superficial é evitar o acúmulo de água em áreas indesejadas, prevenir enchentes, minimizar a erosão do solo e garantir que as águas pluviais sejam adequadamente direcionadas para corpos d'água ou sistemas de escoamento.

As técnicas de drenagem superficial incluem a construção de valas, canais, bueiros, bacias de retenção, diques, entre outros, para direcionar e controlar o fluxo de água da chuva, como mostra a **Figura 33**. (AECWEB, 2022).

Figura 33 - Drenagem Superficial



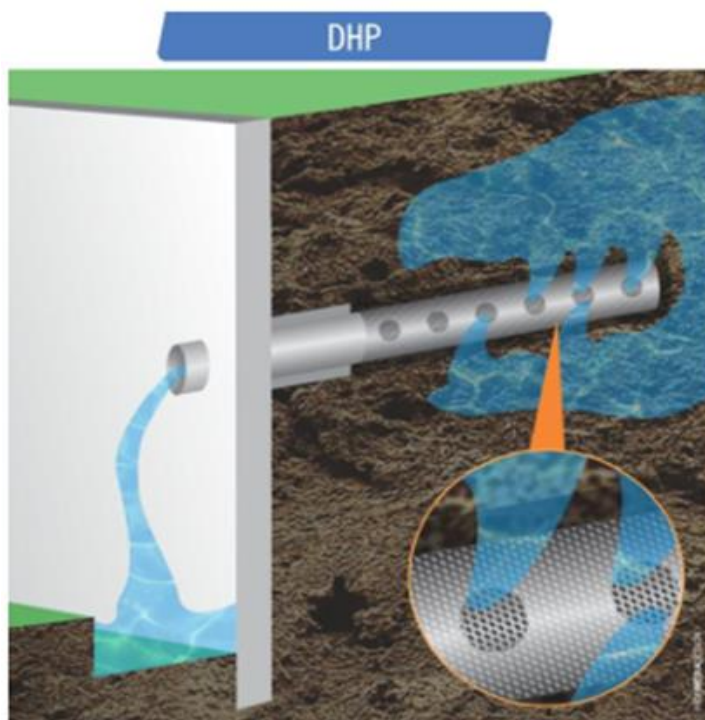
Fonte: (Geoestavel, 2022)

A drenagem artificial refere-se a sistemas de drenagem que são projetados e construídos pelo homem para lidar com águas subterrâneas indesejadas ou excesso de água superficial em áreas onde a drenagem natural não é suficiente.

Isso pode incluir a instalação de sistemas de drenagem subterrânea, como tubos de drenagem, bombas de drenagem, poços de absorção e sistemas de drenagem de águas pluviais.

A drenagem artificial é frequentemente usada em áreas urbanas para evitar inundações em ruas e edifícios ou em áreas agrícolas para controlar o nível da água no solo (**Figura 34**). (AECWEB, 2022).

Figura 34 - Sistema de drenagem profunda



Fonte: (DRYLLING, 2022)

3. MÉTODO

3.1 ANÁLISE DA POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RISCO

Para a análise de Política de Gerenciamento de Riscos, os autores tiveram contato com o Geólogo e pesquisador do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) Marcelo Gramani, que explicou como funciona essa gestão, e, informou quais poderiam ser os primeiros passos para a pesquisa.

Grande parte dos artigos mencionados foram retirados do site da Defesa Civil, onde é possível encontrar o trabalho da Defesa Civil junto ao IPT. Especificamente na aba de “Serviços” do site, é possível encontrar o tópico de Cartas Geotécnicas de Suscetibilidade e Aptidão à Urbanização e Risco, onde a lista de documentos cadastrados é dividida por município.

O uso de fontes disponibilizadas por órgãos governamentais também foi de suma importância para enriquecer essa pesquisa, já que todos os mapas foram retirados dos sites do IBGE e do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais).

3.2 ESTUDO DE CAMPOS DA REGIÃO DA VILA SAHY PÓS TRÁGEDIA

Para a pesquisa de campo, foi feita uma visita à Vila Sahy no dia 16 de setembro de 2023, onde foi possível conhecer o local do incidente com mais detalhes e compreender um pouco mais da história dos moradores após o ocorrido. Um registro fotográfico foi realizado durante a visita.

Foi utilizado um questionário pelo Google Forms, indicado no **Apêndice A (Questionário Entrevista sobre a Política de Gerenciamento de Risco em Encostas: Estudo de Caso da Vila Sahy, Litoral Norte de São Paulo)**, que consiste em 9 perguntas, no qual os moradores entrevistados podiam responder com “sim” ou “não”, e ainda, se desejassem, contarem um pouco sobre como o incidente aconteceu.

O questionário foi elaborado com o intuito de saber se os moradores foram alertados anteriormente sobre a possibilidade de um deslizamento de terra e se possuíam conhecimento sobre a Política de Gerenciamento de Riscos.

Todas as perguntas feitas pelos autores, tinham como base a Política de Gerenciamento de Riscos, informações obtidas através de canais de comunicação da Defesa Civil, a classificação do grau de risco apresentado na região segundo o CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) e a Análise do mapeamento da região feita por eles.

4. RESULTADOS

Neste item foram apresentados os resultados da análise da política de risco existente e do estudo de caso realizado na Vila Sahy.

4.1 FUNCIONAMENTO DA POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RISCO

Ao passar dos anos, cada vez mais deparou-se com notícias referentes aos riscos que a população estava exposta. Nas atividades de defesa civil tem-se o risco de desastres, que descreve se um determinado evento, com uma intensidade específica – seja ele de origem natural ou tecnológica – é mais ou menos provável e quais os danos e prejuízos que se podem esperar em consequência.

Segundo a Doutrina Brasileira de Defesa Civil (2013) o termo "risco", foi conceituado como: relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.

Para diminuir risco de algo ruim acontecer, é necessário antecipá-lo, ou seja, prever o que pode dar errado, para que a população possa se prevenir.

Assim, para prevenir os desastres em nossa comunidade, é necessário realizar a gestão de risco. Para isto, primeiro é necessário identificar e avaliar os riscos existentes e, posteriormente, atuar em duas frentes: de um lado, atua-se de modo a diminuir a probabilidade e a intensidade da ameaça; de outro, atua-se para reduzir as vulnerabilidades e fortalecer a capacidade de enfrentamento dos riscos.

Segundo a Defesa Civil (2013), a gestão de risco inicia com a prevenção e mitigação, buscando medidas para avaliar e reduzir o risco de desastre; e, por meio da preparação, tomar medidas para otimizar a resposta do sistema de defesa civil aos desastres. As etapas são:

- Identificação de Riscos: O processo começa com a identificação dos riscos existentes em uma determinada área. Isso envolve a análise de ameaças naturais, como terremotos, inundações, incêndios florestais, tempestades, deslizamentos de terra, bem como riscos tecnológicos, como vazamentos químicos ou acidentes industriais.
- Avaliação de Riscos: Uma vez que os riscos são identificados, eles são avaliados quanto à sua probabilidade de ocorrência e ao impacto que podem causar. Essa avaliação permite priorizar os riscos mais significativos.
- Planejamento de Mitigação: Com base na avaliação de riscos, são desenvolvidas estratégias de mitigação. Isso pode incluir a implementação de regulamentações de zoneamento, construção de

infraestrutura resistente a desastres, educação pública sobre riscos e medidas de prevenção.

- Preparação: A Defesa Civil trabalha na preparação da população e das autoridades locais para responder a emergências. Isso envolve a elaboração de planos de contingência, treinamento de equipes de resposta a desastres, simulações e exercícios de evacuação.
- Resposta a Emergências: Quando ocorre um desastre ou emergência, a Defesa Civil coordena as ações de resposta. Isso inclui mobilizar recursos, prestar assistência às vítimas, realizar evacuações, coordenar os esforços de busca e resgate e fornecer informações à população afetada.
- Recuperação: Após o desastre, a Defesa Civil continua a desempenhar um papel crucial na recuperação. Isso envolve a assistência às comunidades afetadas na reconstrução de infraestruturas danificadas, no apoio a programas de ajuda humanitária, na restauração de serviços essenciais e na promoção da resiliência a longo prazo.
- Monitoramento e Aprimoramento Contínuo: A Defesa Civil monitora constantemente as condições e os riscos na região e faz ajustes nas políticas e práticas de gerenciamento de riscos conforme necessário. Isso envolve a coleta de dados sobre eventos passados, bem como a análise de tendências e cenários futuros.
- Envolvimento da Comunidade: Um aspecto fundamental da política de gerenciamento de riscos é o envolvimento ativo da comunidade. As pessoas devem estar cientes dos riscos em sua área e serem educadas sobre como se preparar e responder a emergências.
- Cooperação entre Agências: O gerenciamento de riscos muitas vezes envolve a colaboração entre várias agências governamentais, organizações não governamentais, setor privado e outras partes interessadas para garantir uma resposta coordenada e eficaz.

A prevenção de desastres é implementada por meio de dois processos importantes: a análise e a redução dos riscos de desastres.

Antes de escolher e implantar medidas preventivas, é necessário conhecer quais são os riscos a que a comunidade está realmente exposta. A Análise de Risco engloba a identificação, avaliação e hierarquização, tanto dos tipos de ameaça quanto dos elementos em risco. Após a realização desse processo, é possível definir as áreas de maior risco.

Após realizar a análise dos riscos, é necessário reduzi-los a fim de garantir a segurança da população. A redução dos riscos de desastre pode ser possível com uma atuação sobre as ameaças e as vulnerabilidades identificadas e priorizadas na análise de

risco.

Na atuação sobre as ameaças identificadas, são tomadas medidas para reduzir a probabilidade de que um evento adverso ocorra ou, ainda, para que a sua intensidade seja atenuada, mas nem sempre é possível diminuir a frequência e a magnitude dos eventos, principalmente quando se trata de desastres naturais, podemos apenas realizar o monitoramento das ameaças.

Já a redução do grau de vulnerabilidade é conseguida por intermédio de medidas estruturais e não estruturais.

As medidas estruturais têm por finalidade aumentar a segurança intrínseca das comunidades, por intermédio de atividades construtivas, através de implantação de obras de engenharia de forma planejada. As medidas não estruturais, por sua vez, compreendem um conjunto de medidas estratégicas e educativas, sem envolver obras de engenharia, voltadas para a redução do risco e de suas consequências. As medidas não estruturais utilizam-se de ferramentas de gestão e relacionam-se com a mudança cultural e comportamental e com a implementação de normas técnicas e de regulamentos de segurança.

Estas medidas podem ser implantadas pelo poder público, por meio de ações legislativas, intensificação da fiscalização, campanhas educativas e obras de infraestrutura. Podem, ainda, ser concretizadas por meio de parcerias entre o poder público e a sociedade, principal beneficiada com mais medidas de redução dos riscos.

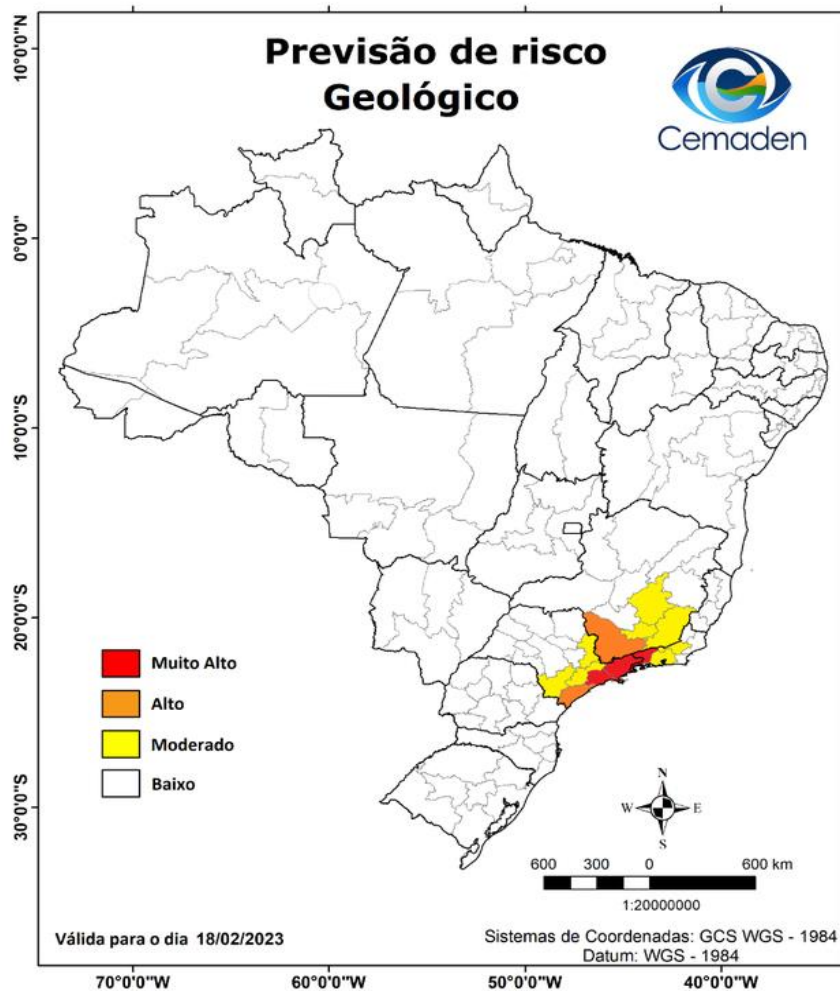
Ao visitar a Vila Sahy, no dia 16 de setembro de 2023, quando os moradores foram questionados se tinham conhecimento sobre a Política de Gerenciamento de Riscos, muitos relataram apenas saber do que se tratava depois da tragédia, pois a maioria deles sequer sabiam qual era o trabalho da Defesa Civil. O que gera a dúvida se eles eram alertados pelos órgãos governamentais sobre os riscos que corriam morando naquela região.

4.1.1 CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO APRESENTADO NO DESASTRE NA REGIÃO DA VILA SAHY

Segundo a publicação do CEMADEN (2023) (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), antes da tragédia foi considerada MUITO ALTA a possibilidade de movimentos de massa para a Região Metropolitana de São Paulo, Vale do Paraíba Paulista e Sul Fluminense. A previsão meteorológica indicava chuvas de forte intensidade, capazes de gerar acumulados muito elevados entre sábado (18/02/2023) e

domingo (19/02/2023) (**Figuras 35 e 36**) especialmente para a Baixada Santista e Litoral Norte de SP.

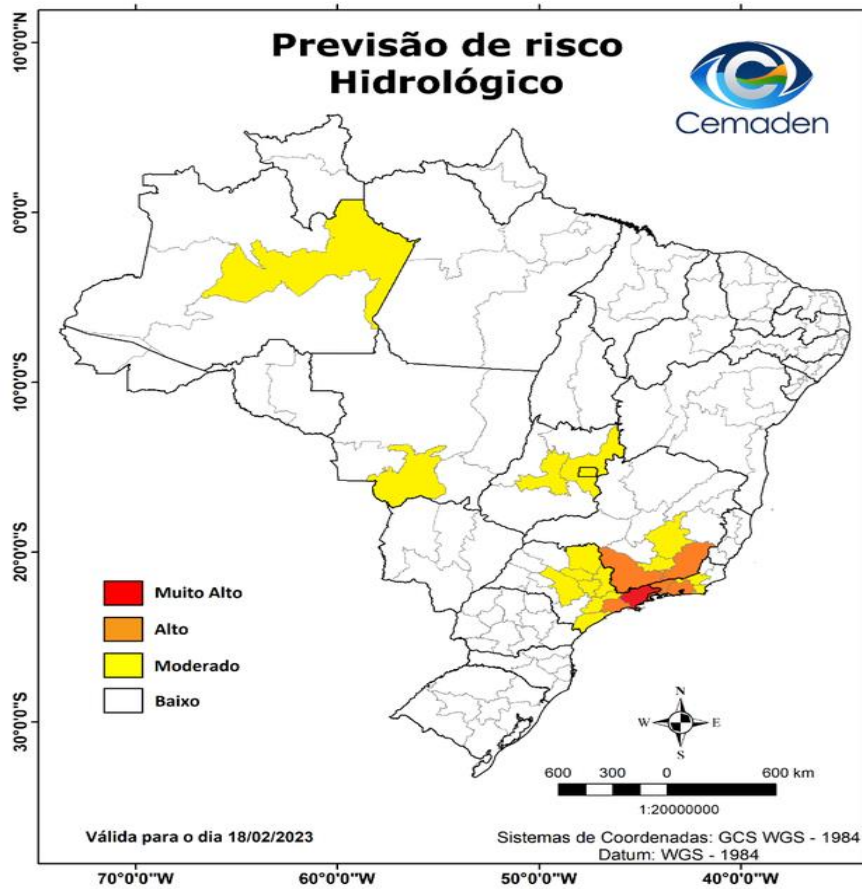
Figura 35 - Previsão de risco geológico



Fonte: CEMADEN (2023)

O CEMADEN ainda afirmou que caso a previsão estivesse certa, poderiam ocorrer deslizamentos generalizados nas áreas de risco nos morros litorâneos e na Serra do Mar, taludes de rodovias e mesmo deslizamentos em encostas naturais de alta declividade. No caso de deslizamentos generalizados em bacias hidrográficas compostas por anfiteatros serranos e encostas de alta declividade poderiam ocorrer corridas de detritos. Nestes casos, era necessária atenção com os sopés de encostas onde depósitos de detritos rochosos grosseiros ao longo dos canais podem indicar a recorrência e histórico deste tipo de processo.

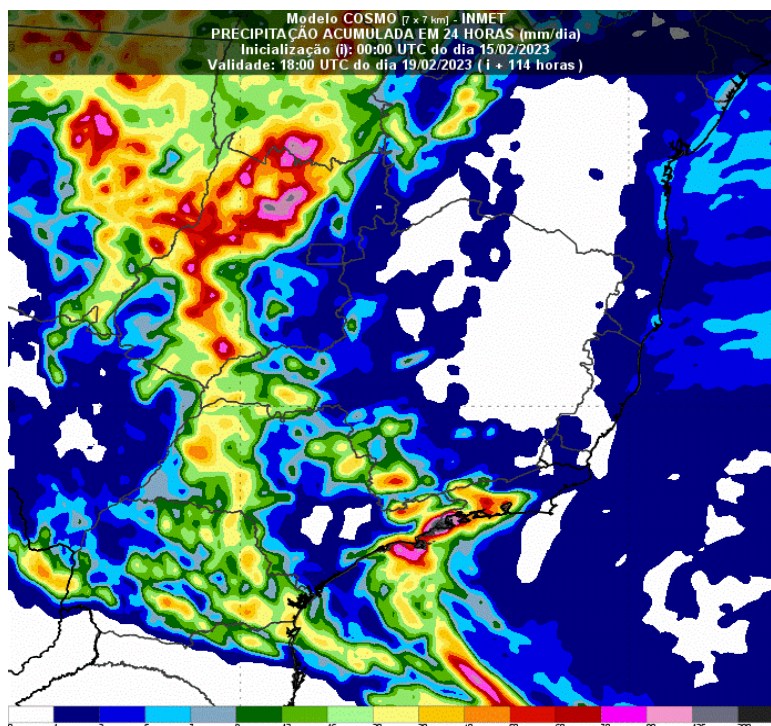
Figura 36 - Previsão de risco hidrológico



Fonte: www.gov.br/cemaden (2023)

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) também havia publicado boletins alertando sobre o volume de chuvas que afetaria o Litoral Norte de São Paulo (**Figuras 36 e 37**), no dia 19 de fevereiro e que o volume de chuvas iria persistir até as próximas semanas.

Figura 37- Mapa com a previsão de chuva para a Região Sudeste no domingo (19)



Fonte: Inmet (2023)

Acredita-se necessário fazer com que esse tipo de informação seja mais intuitivo, já que mesmo que seja distribuída em meios de comunicação, como por exemplo previsões meteorológicas apresentadas na TV ou até mesmo, SMSs e avisos via reportagens na internet, a população ainda não consegue dar a importância necessária antes que veja algo acontecendo.

4.1.2 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA ÁREA DE RISCO, REGIÃO LITORÂNEA DA VILA SAHY E PROXIMIDADES (SÃO SEBASTIÃO)

Segundo o relatório técnico N° 155131-205: “Elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) para o Município de São Sebastião, SP, Relatório Final, Volume 1”, (2018). definiu-se as áreas do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR), junto com a equipe técnica do IPT, em 4 tópicos:

“a) a lista final das áreas que seriam mapeadas, (b) o planejamento dos trabalhos, (c) a participação necessária da equipe municipal no desenvolvimento dos trabalhos e, (d) a situação das áreas de risco em termos dos projetos e trabalhos realizados e aqueles planejados para os próximos anos, os quais poderiam apresentar modificações nas condições de risco”.

Assim, foram divididas as regiões que apresentam riscos relativos a

movimentações de massa e inundação, selecionadas para mapeamento (**Tabela 6**).

Tabela 6 - Lista das áreas selecionadas para mapeamento de movimentos de massa e inundação no município de São Sebastião – IPT

Sigla	Área
SSB-01	Boracéia
SSB-02	Barra do Una
SSB-03	Juquehy
SSB-04	Barra do Sahy
SSB-05	Baleia Verde
SSB-06	Cambury
SSB-07	Boiçucanga
SSB-08	Maresias
SSB-09	Paúba
SSB-10	Toque Toque Pequeno
SSB-11	Barequeçaba
SSB-12	Varadouro

Fonte: IPT (2023)

A **Tabela 7**, apresenta qual o grau de risco e a quantidade de moradias por setores, a Barra do Sahy está classificada como área á movimento de massa. A estimativa de números de moradias em área de risco a movimentação de massa, foi detectada através dos dados obtidos por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), também conhecido como drone, que contabilizou o número de telhados na região. Sinalizado em amarelo, a avaliação do nível de risco e o número de residências por setor em Barra do Sahy estão atualmente designados como grau '01', embora possam variar até o grau '07'.

Tabela 7– Tabela de Delimitação de setores de São Sebastião

ÁREA	SETOR	GRAU DE RISCO	Número de moradias / edifícios por setor
Juquehy	SSB-03-01	SM - Setor de Monitoramento	28
	SSB-03-02	R3 - Alto	64
	SSB-03-03	SM - Setor de Monitoramento	51
	SSB-03-04	SM - Setor de Monitoramento	242
	SSB-03-05	SM - Setor de Monitoramento	72
	SSB-03-06	SM - Setor de Monitoramento	66
	SSB-03-07	R3 - Alto	2
Barra do Sahy	SSB-04-01	SM- Setor de Monitoramento	162
Cambury	SSB-06-01	R3 - Alto	2
	SSB-06-02	SM - Setor de Monitoramento	4
	SSB-06-03	SM - Setor de Monitoramento	41
Boiçucanga	SSB-07-01	R3 - Alto	2
	SSB-07-02	R3 - Alto	1
	SSB-07-03	SM - Setor de Monitoramento	50
	SSB-07-04	SM - Setor de Monitoramento	49
	SSB-07-05	SM - Setor de Monitoramento	22
	SSB-07-06	SM - Setor de Monitoramento	28
	SSB-07-07	SM - Setor de Monitoramento	10
Maresias	SSB-08-01	SM - Setor de Monitoramento	121
	SSB-08-02	SM - Setor de Monitoramento	22
	SSB-08-03	SM - Setor de Monitoramento	27

Fonte: IPT (2023)

A Vila do Sahy, encontra-se na sigla SSB-04, setor SSB-04-01, grau de risco SM-Setor de Monitoramento e 162 número de moradias.

Na barra de pesquisa, seleciona-se a região, neste caso, São Sebastião, na qual aparecerá os anexos respectivos (**Figura 38**).

Figura 38 – Local dos anexos no site da Defesa Civil

Lista de Documentos Cadastrados.

SÃO SEBASTIÃO	Todos	Pesquisar	Voltar
Município	Origem	Ano	
SÃO SEBASTIÃO	IG/CEDEC	2006	
SÃO SEBASTIÃO	IPT/CEDEC	2015	
SÃO SEBASTIÃO	IPT/CEDEC	2017	
SÃO SEBASTIÃO	IPT	2018	

Linhas : 4
Municípios : 1

Documentos

- [RELATÓRIO TÉCNICO VOLUME 1](#)
- [RELATÓRIO TÉCNICO VOLUME 2](#)
- [RELATÓRIO TÉCNICO VOLUME 3](#)
- [ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS E INUNDAÇÕES DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO 1](#)
- [ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS E INUNDAÇÕES DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO 2](#)

Fonte: Própria

O acesso mais indicado para abrir os documentos é com computador, devido ao tamanho dos arquivos. À primeira vista é um mapa com bastante vegetação, para visualizar a área da Barra do Sahy é necessário aumentar o zoom (**Figura 39**).

Figura 39 - Mapeamento de Área de Risco



Fonte: Relatório Técnico nº 155131-205 - 73/817

A legenda apresentada o detalhamento das áreas já mapeadas e o seu grau de risco (Figura 40).

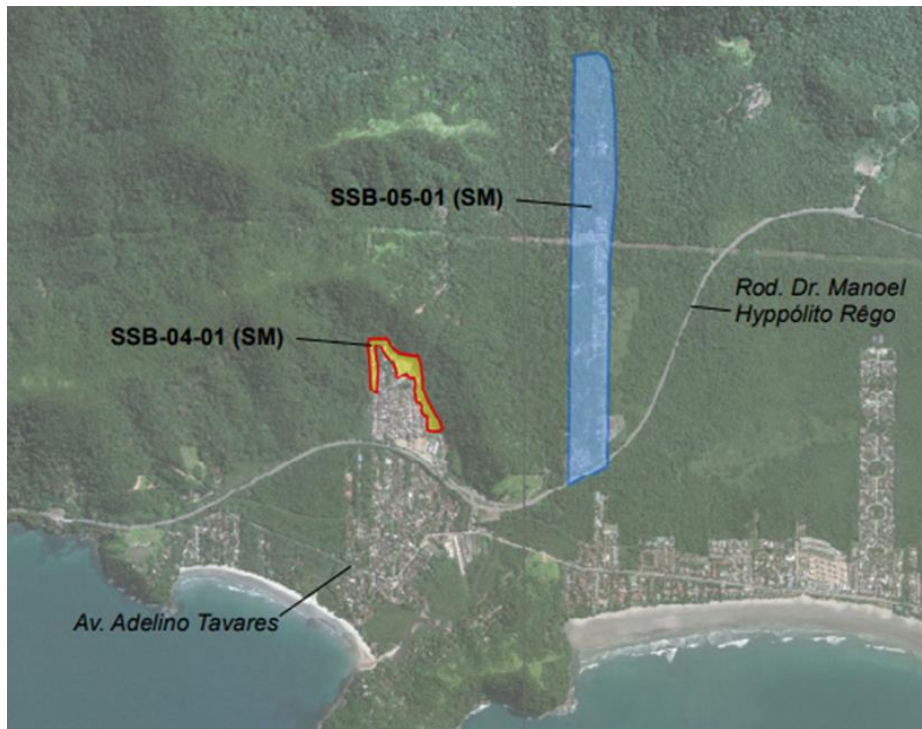
Figura 40 – Legenda do Mapeamento de Área de Risco da Vila Sahy



Fonte: Relatório Técnico nº 155131-205 - 73/817

Conforme explicado acima, a Barra do Sahy está no setor “SSB-04” na qual não apresentava risco de deslizamento, porém ao ampliar no mapa a região, ela se classifica em “Setor de probabilidade de Escorregamento” (Figura 41 e 42).

Figura 41 – Mapeamento de Área de Risco zoom na Vila do Sahy



Fonte: Relatório Técnico nº 155131-205 - 73/817

Figura 42– Mapeamento de Área de Risco zoom na Vila do Sahy



Fonte: Relatório Técnico nº 155131-205 - 73/817

Observa-se que é de suma importância a melhoria da apresentação dos dados, principalmente para acesso da população neste relatório, que é disponibilizado para a população em geral através do site da defesa civil. Para uma população mais leiga, compreender o documento de 226 páginas que explica em todos os detalhes sobre a região de São Sebastião de modo geral, o tópico em destaque que precisaria de mais ênfase seria este da área de risco, presente a partir do tópico 6.4, página 80. Além disso, tornar o site mais intuitivo, incluindo tecnologia correta para que pessoas com deficiência possam acessar.

Para detalhamento do mapa, após os escorregamentos, é necessário atualizar as imagens e acrescentar mais divisões para estas regiões de risco, de modo que possa diferenciar áreas sem movimentação de massa, possíveis deslizamentos e sem probabilidade de movimentação, deste modo o mapa apresentará mais funcionalidade, como por exemplo reconhecer áreas seguras.

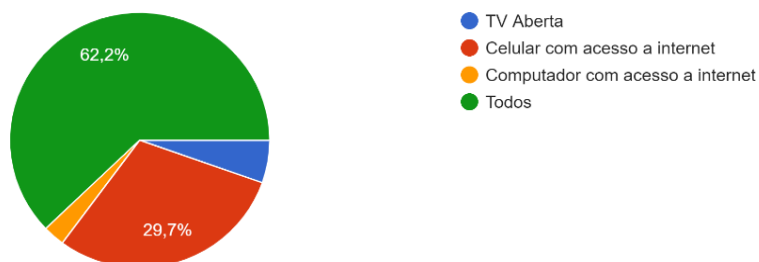
4.2 PESQUISA DE CAMPO – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Foi realizada uma pesquisa de campo na Vila Sahy para avaliar se a população entrevistada conhecia a política de gerenciamento de riscos, se receberam alertas por algum meio de comunicação sobre o risco de deslizamento na região e se teriam interesse em participar de treinamentos para saber agir da melhor maneira nesses eventuais acontecimentos. Foram entrevistados 37 moradores no total.

A **Figura 43** relata quais meios de comunicação os moradores têm acesso. Dos dados obtidos, 62,2% assinalaram a opção todos (TV aberta, celular e computador com acesso a internet), em seguida está celular com acesso à internet com 29,7%, TV aberta com 5,4% e computador com internet com 2,7%.

Figura 43 - Principais meios de comunicação usados pelos moradores da Vila Sahy

1) Você possui acesso a:
37 respostas



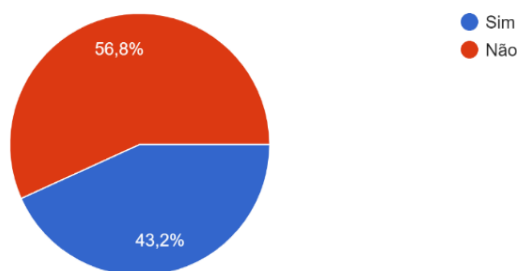
Fonte: Elaborado pelo autor

A **Figura 44** demonstrou se os entrevistados conhecem o trabalho da Defesa Civil. Das informações obtidas, 56,8% assinalaram a opção que não conhecem e 42,3% conhecem. Os dados sinalizam que mesmo após o desastre e atuação da Defesa Civil na região, os moradores ainda não têm total conhecimento das principais atividades realizadas pelo órgão e sua importância.

Figura 44 – Conhecimento do trabalho da Defesa Civil

2) Você conhece o trabalho da Defesa Civil?

37 respostas



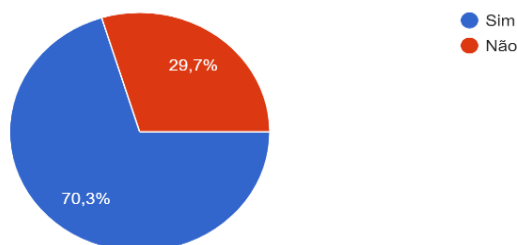
Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nos dados apresentados na **Figura 45**, observa-se que 70,3% da população entrevistada está ciente da existência de uma política de gerenciamento de riscos da Defesa Civil para alerta e prevenção de acidentes, enquanto 29,7% não têm conhecimento dessa política.

Figura 45 – Conhecimento da política de gerenciamento de risco e alertas de prevenção de acidentes da Defesa Civil

3) Você sabia que a Defesa Civil possui uma política de gerenciamento de risco para alertas e prevenção de desastres?

37 respostas

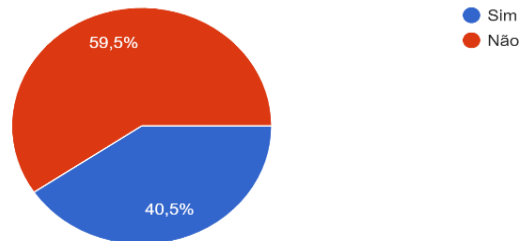


Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados exibidos na **Figura 46** indicam que a maioria dos entrevistados, totalizando 59,5%, não recebeu quaisquer alertas sobre o alto índice de chuva na região em 19 de fevereiro de 2023, por meio de qualquer canal de comunicação. No entanto, 40,5% relataram ter recebido tais alertas.

Figura 46 – Percepção da população sobre alertas da Defesa Civil enviados por SMS e redes sociais em relação a chuvas intensas e risco de deslizamentos em São Sebastião em 19 de fevereiro de 2023

4) Você sabia que a Defesa civil agiu enviando alertas por SMS e canais nas redes sociais sobre alto índice de chuva e possíveis deslizamentos nas... de São Sebastião no dia 19 de fevereiro de 2023?
37 respostas

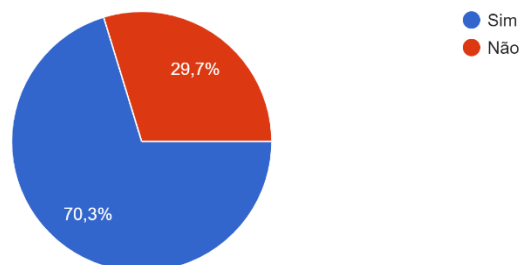


Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nos dados apresentados na **Figura 47**, é possível notar que 70,3% da população entrevistada demonstram a capacidade de identificar áreas de risco, enquanto 29,7% ainda não possuem essa habilidade. Durante a pesquisa, constatou-se que alguns adquiriram essa capacidade após o ocorrido do acidente.

Figura 47 – Capacidade da população em reconhecer área de risco

5) Você sabe identificar o que é uma área de risco?
37 respostas



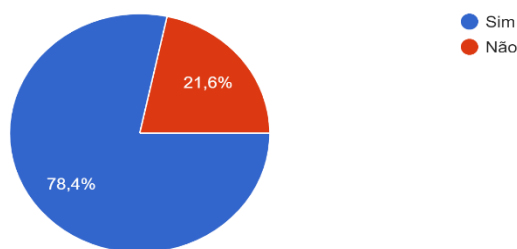
Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a **Figura 48**, fica evidente que 78,4% da população entrevistada está ciente da existência ou reside em áreas de risco no litoral de São Paulo, enquanto 21,6% ainda não têm esse conhecimento.

Figura 48 – Conhecimento ou residência em alguma área de risco no litoral norte de São Paulo

6) Você saberia informar alguma região de risco no litoral norte de São Paulo ou se você reside em alguma dessas regiões em situação de risco?

37 respostas



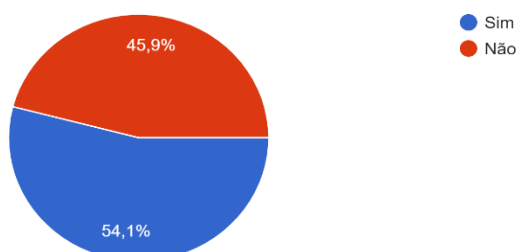
Fonte: Elaborado pelo autor

A **Figura 49** ilustra se os entrevistados já foram previamente informados pela Defesa Civil a respeito de alertas climáticos e deslizamentos na região da Vila Sahy. Com base nas respostas coletadas, 54,1% afirmaram já ter recebido algum alerta, mas 45,9% declararam nunca ter recebido.

Figura 49 – Se a população já recebeu alertas climáticos e de deslizamentos na região da Vila Sahy por algum meio de comunicação

7) Você já recebeu algum alerta via mensagem, ou comunicado por meio das redes sociais, ou então alguma reportagem na TV que avisasse sobre ... alteração climática, deslizamento nesta região?

37 respostas



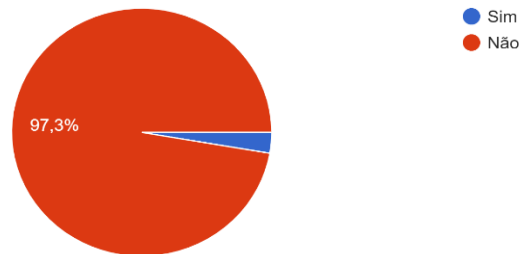
Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nos dados exibidos na **Figura 50**, notou-se que 97,3% dos entrevistados nunca participaram de um treinamento geral oferecido por órgãos públicos para situações de emergência, enquanto apenas 2,7% já fizeram. Esses resultados indicam a falta de preparação da maioria dos habitantes para eventos de emergência.

Figura 50 - Se a população já participou de algum treinamento geral realizados por órgãos governamentais para preparação em situações de emergências

8) Você já participou de algum treinamento geral realizado por órgãos governamentais para saber se preparar em situações de emergências?

37 respostas



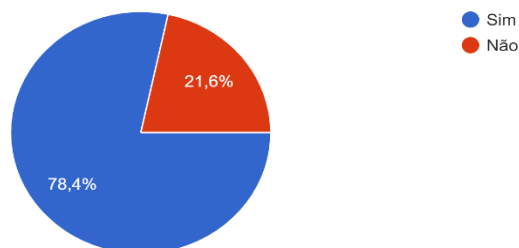
Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a **Figura 51**, fica evidente que 78,4% da amostra manifesta interesse em participar de treinamentos gerais voltados para preparação em situações de emergência, enquanto 21,6% não demonstraram interesse mesmo que fossem oferecidos.

Figura 51– Interesse da população em participar de treinamentos gerais para preparação em situações de emergência

9) Você participaria de um treinamento para saber se preparar em situações de emergências, como esta acontecida na região da Vila Sahy em 19 de fevereiro de 2023?

37 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os resultados da pesquisa, constata-se que 62,2% dos entrevistados têm acesso a algum tipo de meio de comunicação, tais como TV Aberta, celular e computador com acesso à internet. No entanto, 56,8% dos entrevistados demonstram desconhecimento em relação às atividades da Defesa Civil, embora 70,3% estejam cientes da política de gerenciamento de risco e alertas de prevenção de acidentes promovida pela Defesa Civil, principalmente após a tragédia na região. Além disso, 59,5% dos entrevistados alegam não ter recebido alertas da Defesa Civil por meio de mensagens de texto (SMS) e redes sociais relacionados a chuvas intensas e riscos de deslizamentos em

São Sebastião, ocorridos em 19 de fevereiro de 2023. Outros 70,5% dos entrevistados relatam possuir a capacidade de identificar áreas de risco, enquanto 78,4% têm conhecimento da existência ou residem em áreas de risco no litoral de São Paulo. Segundo as respostas obtidas, 54,1% dos entrevistados afirmam já ter recebido algum alerta da Defesa Civil relacionado a eventos climáticos e deslizamentos na região da Vila Sahy. É notável que 97,3% dos entrevistados nunca participaram de treinamentos gerais disponibilizados por órgãos públicos para lidar com situações de emergência, mas somente 78,4% (18,9 p.p a menos) manifestam interesse em participar de tais treinamentos.

4.2.1 PLANOS DE ROTAS DE FUGA, PONTOS ESTRATÉGICOS E DE APOIO PARA A POPULAÇÃO AFETADA

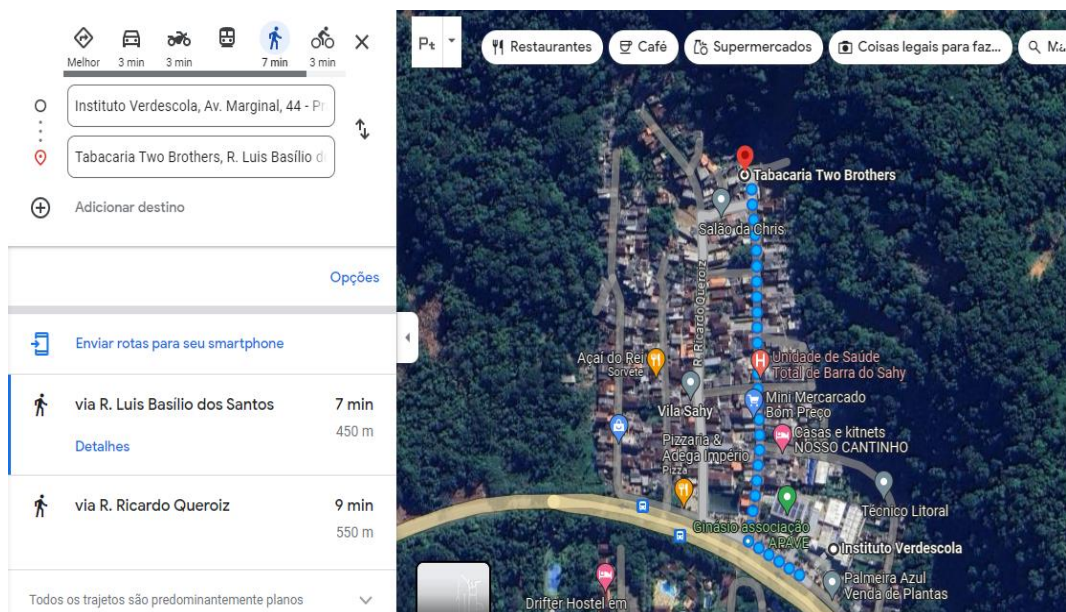
Incidentes como o ocorrido na Vila Sahy, ressaltam a importância dos sistemas de alerta e resposta a desastres naturais, como o de chuvas intensas. Segundo Zennati (2023, p.71), a implementação de redes de alarme é uma medida recomendada para áreas com alto risco de deslizamentos. Embora reconheçam que esse modelo não constitui uma solução definitiva, afirmam que ele pode ser crucial para salvar vidas em situações de desastres, como o ocorrido durante o carnaval, que resultou em vítimas fatais. No entanto, enfatizam que essa abordagem deve ser complementada por outras estratégias, tais como o estabelecimento de rotas de evacuação, a capacitação dos residentes, alertas por meio de dispositivos móveis, divulgação na mídia e a disponibilização de abrigos para aqueles que precisam deixar suas residências às pressas (ZENNATI, 2023).

Conforme estudo realizado por estudante de pós-graduação da USP – Campo do Jordão, uma das metodologias utilizadas para apoiar o trabalho de dimensionamento da rota de fuga do Bairro do Britador, no município de Campos do Jordão–SP foi a cartografia social. Esta metodologia está no rol das atividades de planejamento participativo, em especial, da fase de diagnóstico local. É uma atividade estruturada que auxilia no diálogo entre as pessoas da comunidade, representantes de instituições públicas e pesquisadores, permitindo fazer uma reflexão das potencialidades e das fragilidades do lugar onde a comunidade vive. Um princípio básico desta metodologia é ouvir e registrar, numa base cartográfica (mapa, imagem de satélite, croqui etc.), as informações dos moradores de uma determinada localidade, pois eles vivem (residem, estudam, trabalham) num determinado lugar, desenvolvem um conhecimento empírico da dinâmica espacial (social, econômica, natural etc.), além de percepções, anseios e receios, expectativas etc.,

estimuladas pela vivência cotidiana e por outros fatores, tais como: psicológico, intelectual, físico, cultural, histórico etc. (Silva, Michael; Olivato, Débora; Marchezini, Victor e Jr, Irineu, 2015).

Vistas as instruções citadas, abaixo idealiza-se uma rota de fuga (**Figuras 52 e 53**), considerando um trajeto de 7 a 10 minutos, a comunidade poderá percorrer esta distância pelas três vias principais da vila, Rua 23 de Novembro, Rua Ricardo Queiroz e Rua Luis Basilio dos Santos a fim de concentrar um fluxo de pessoas de forma coordenada, até o ponto seguro “Ginásio associação APAVE” na Avenida Marginal.

Figura 52 - Plano para rota de fuga



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 53 - Exemplo rota de fuga



Fonte: Elaborado pelo autor

É importante que os órgãos responsáveis pela sinalização das vias, comprometam-se em instalar as placas de rotas adequadas e de fácil entendimento para que todas as pessoas compreendam o plano emergencial e confie no chamado realizado pelos órgãos fiscalizadores.

4.2.2 TECNOLOGIAS QUE CONTRIBUAM PARA MONITORAMENTO DAS REGIÕES COM MAIOR ÍNDICE DE RISCO

O Governo de São Paulo, junto ao governador, Tarcísio de Freitas, pretende instalar um sistema de sirenes contra desastres na região metropolitana. O modelo será baseado no que já está sendo utilizado na cidade do Rio de Janeiro (FOLHADESP/2023).

São Sebastião será uma das três cidades paulistas contempladas com um novo sistema de sirene para alertar sobre temporais em áreas de risco. O investimento de cerca de R\$ 4,6 milhões será feito pelo Governo do Estado de São Paulo, por meio da Defesa Civil. Também serão beneficiados os municípios de Guarujá e Franco da Rocha (SAOSEBATIAO.COM, 2023).

O Projeto de Lei 634/2023 propõe uma “iniciativa crucial para a segurança pública no Brasil”, determinando que as prefeituras instalem sirenes de alerta sonoras em comunidades localizadas em áreas de risco de desastres por alagamentos e ameaças. A proposta, atualmente em análise na Câmara dos Deputados, sugere que essas áreas sejam identificadas após um minucioso mapeamento da cidade, com o objetivo de facilitar a evacuação em momentos de emergência. De acordo com o texto, o órgão municipal responsável pelas ações de defesa civil terá como incumbências: capacitar e informar os moradores das regiões de risco, preparando-os para agir especificamente em emergências, além de divulgar previamente os pontos de apoio estrategicamente propostas para proporcionar segurança à população (MELGACO, 2023).

Além disso, a Defesa Civil do Estado está em fase de estudo para implementar um sistema de georreferenciamento, que permitirá o envio de ligações para os celulares das pessoas em áreas de risco, mesmo que os aparelhos estejam no modo silencioso. (SÃO SEBATIAO, 2023)

O governo estadual também está trabalhando na implantação de um novo sistema de radar, que possibilitará uma previsão mais ágil da chegada de frentes frias, permitindo uma previsibilidade mais eficaz. Todos esses esforços, de acordo com o coronel Henguel, visam entrar na operação antes da temporada de verão, contribuindo para a segurança da população. (SAO SEBATIAO, 2023)'

As iniciativas em curso do Governo de São Paulo, juntamente com o Projeto de Lei 634/2023 em análise, representam um avanço significativo na segurança pública e proteção das áreas de risco no estado. A instalação de sistemas de sirenes, treinamento de moradores, divulgação de pontos de apoio e a possível implementação de um sistema de georreferenciamento refletem o compromisso em prevenir desastres e proporcionar maior segurança à população. Além disso, a introdução de tecnologias como o sistema de radar busca melhorar a resposta a emergências, contribuindo para a segurança da população, especialmente durante a temporada de verão.

4.2.3 REGIÃO DA VILA SAHY PÓS TRAGÉDIA

Durante a pesquisa de campo, notaram-se diversos trechos da rodovia, nas proximidades da Vila Sahy, que ainda preservam evidências do evento do dia do ocorrido. Também houve a oportunidade de conversar com alguns moradores que compartilharam perspectivas notavelmente distintas das que foram apresentadas nas reportagens e comunicados dos órgãos governamentais em relação ao incidente.

Ao longo do questionário, após relatarem sobre a má comunicação da Prefeitura de São Sebastião e da Defesa Civil sobre o que aconteceu no dia do deslizamento e nos dias posteriores, notou-se que atualmente todas as residências possuem placas da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), com um setor, quadra e número, como mostra a **Figura 54**.

Figura 54 - Placa Branca da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano



Fonte: Própria

Uma moradora relatou que a Prefeitura de São Sebastião está colocando placas devido um **projeto de reurbanização do local**, onde as placas brancas representam as casas reurbanizadas, as laranjas as casas interditadas (**Figura 55**) e as vermelhas as casas

que serão demolidas. Não se encontraram placas vermelhas, pois de acordo com os moradores, as casas com essas placas já foram demolidas pela Prefeitura, como mostram as **Figuras 56, 57 e 58**.

Figura 55 - Residência com a placa laranja



Fonte: Própria

Figura 56 - Residência em processo de demolição



Fonte: Própria

Figura 57 - Residência demolida



Fonte: Própria

Figura 58 - Residência demolida



Fonte: Própria

Um aspecto adverso evidenciado pela demolição dessas residências é o acúmulo de entulho e destroços da tragédia, visto que, na ocasião da visita, já haviam se passado sete meses desde o incidente. A demora para a retirada desses dejetos pode acarretar novos problemas para os moradores, como o acúmulo de lixo, água parada e até mesmo a aparição de alguns animais devido a sujeira no local.

A mesma moradora também relatou que sua casa estava com uma placa laranja e logo precisou deixar a área por ordem da Prefeitura devido ao projeto de reurbanização, e que também não recebeu nenhum tipo de auxílio, pois apenas os moradores que tiveram suas casas demolidas receberiam.

A área mais afetada pelo deslizamento foi o topo do morro, onde se encontra a parte mais íngreme do local. Nessa área foi possível observar que apenas uma parte foi completamente destruída (**Figuras 59, 60 e 61**), enquanto a outra, as casas ainda permanecem em bom estado.

Figura 59 - Área do deslizamento vista de baixo para cima



Fonte: Própria

Figura 60 - Local do Deslizamento



Fonte: Própria

Figura 61 - Local do Deslizamento



Fonte: Própria

Nas áreas em que as casas permanecem em boas condições, observou-se uma notável resistência dos moradores em deixar o local, mesmo sabendo que na parte oposta foi onde tiveram o maior número de vítimas. Muitos deles não têm para onde ir ou ainda esperam algum tipo de ajuda da Prefeitura ou do Governo. Em conversa com outra moradora, ela nos relatou que não irá deixar o local, mesmo sabendo que reside em uma

área de risco, pois sua casa ainda se encontra em bom estado. A casa da mesma encontra-se na área onde teve a maior parte do deslizamento de terra, como mostra a **Figura 62**.

Figura 62 - Casas em bom estado



Fonte: Própria

No momento da pesquisa, encontrou-se um morador que informou estar construindo uma casa no local onde ocorreu o deslizamento. Ele alega que havia obtido autorização e laudos da prefeitura para a construção antes do acidente e afirma que nunca foi informado de que o terreno estava situado em uma área de risco.

A casa, que estava sendo finalizada (**Figura 63**), encontra-se com uma placa laranja, interditada pela prefeitura.

Figura 63 - Residência em estágio avançado de construção interditada pela Prefeitura



Fonte: Própria

Apesar da proposta, é evidente que os moradores ainda estão incertos quanto ao que podem esperar do projeto de reurbanização elaborado pela prefeitura. No entanto, eles continuam a alimentar a esperança de não serem obrigados a abandonar suas residências.

É possível ver que ao redor de toda Vila Sahy e de São Sebastião, aconteceram diversos deslizamentos (**Figura 64**), o que faz com que toda população fique em estado de alerta com qualquer possibilidade de chuva.

Figura 64 - Focos de Deslizamentos



Fonte: Própria

Alguns moradores recusaram participar da pesquisa e, mesmo aqueles que responderam parcialmente às nossas perguntas, demonstraram relutância em aprofundar os detalhes, evidenciando o sofrimento contínuo decorrente do incidente.

Espera-se que as autoridades governamentais possam fornecer apoio significativo aos moradores da Vila Sahy. Além disso, é fundamental que medidas preventivas sejam implementadas imediatamente para garantir que, em caso de futuros deslizamentos, a comunidade esteja adequadamente preparada e não seja impactada da mesma maneira que ocorreu durante fevereiro de 2023.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho desempenhou um papel crucial na investigação e compreensão aprofundada da política de gerenciamento de riscos em áreas propensas a deslizamentos de encostas, com ênfase na atuação da Defesa Civil. A análise minuciosa do programa, incluindo o mapeamento de áreas de risco com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), permitiu identificar lacunas e propor melhorias significativas. Ao se debruçar sobre o estudo de caso na Vila Sahy Litoral Norte do Estado de São Paulo, afetada por um deslizamento fatal, foi possível avaliar estratégias estruturais e não estruturais, bem como conceber um projeto de rota de fuga para a população local. Dessa forma, a pesquisa não apenas amplia o entendimento sobre a gestão de riscos em encostas, mas também oferece subsídios práticos para a implementação de medidas mais eficazes, refletindo em um impacto positivo na resiliência das regiões suscetíveis a deslizamentos.

Destaca a urgência de um planejamento eficaz e ações concretas para garantir a segurança das comunidades, que conforme decreto, parte dos órgãos públicos esta ação de fiscalizar e intervir, visto isso, notamos que o plano de reestruturação vem caminhando de forma lenta e sem instrução para as famílias afetadas, visto que muitas necessitam buscar outro local para viverem, sem mesmo auxílio financeiro. Para as casas que receberam as placas da CDHU, não se sabe que tipo de melhoria será feito. Para melhorar tal situação, seria importante que o órgão da Defesa Civil disponibilizasse um plano de ação para as casas que serão demolidas, casas que precisam de reforço estrutural e casas seguras, além disso, é necessário que o governo disponibilizasse um auxílio financeiro para ajudar as famílias que precisam se desmobilizar para que a ação aconteça mais rapidamente.

Com base nos resultados da pesquisa realizada na Vila Sahy, é explícito que a população local enfrenta desafios significativos em relação à conscientização, preparação e conhecimento sobre os riscos de deslizamentos e alertas climáticos na região. A maioria dos entrevistados não está plenamente informado sobre as atividades da Defesa Civil, a política de gerenciamento de riscos ou a existência de áreas de risco na região em que vivem.

Destacou-se também, que uma parcela considerável da população nunca recebeu alertas da Defesa Civil sobre riscos climáticos ou deslizamentos, e, a participação em treinamentos de preparação para emergências é bastante limitada. Esses resultados indicam uma falta de preparação generalizada entre os moradores, o que pode representar um sério problema em termos de segurança em caso de desastres naturais e possível plano

de rota de fuga, por exemplo. Sugere-se que além do uso das tecnologias, também exista uma comunicação dos agentes para os moradores, promovendo reuniões constantes e monitorando principalmente o número de ouvintes, para que a informação se dissemine de forma clara e objetiva.

Notou-se que uma parte significativa da amostra demonstrou interesse em participar de treinamentos gerais para emergências. Isso sugere que há potencial para melhorar a conscientização e a preparação da comunidade em relação aos riscos que enfrentam. Portanto, os resultados da pesquisa destacam a necessidade de um esforço conjunto das autoridades locais, da Defesa Civil e de organizações envolvidas para promover a conscientização, a educação e a preparação da população em relação a desastres naturais, com o objetivo de garantir a segurança e o bem-estar da comunidade no futuro.

É fundamental que as autoridades governamentais estejam preparadas para fornecer apoio à população em situações de crise. Além disso, a implementação de medidas preventivas, como a criação de rotas de fuga detalhadas, que é crucial para garantir a segurança das comunidades e minimizar os danos causados por eventos adversos. Sugere-se um mapa de rota de fuga, que ao ser traçado, representa a melhor oportunidade de escape para a população acessar e conseguir alcançar um ponto seguro. O melhor a ser feito, é que este plano seja aprimorado, visto que, atualmente, os pontos de risco podem aumentar. Portanto a rota de fuga precisará acompanhar tais mudanças.

Por fim, observa-se que a prevenção e a gestão de riscos devem ser prioridades em qualquer planejamento urbano e na defesa civil. A antecipação e a redução de vulnerabilidades são essenciais para proteger vidas e bens em face de desastres naturais e tecnológicos. Portanto, é imperativo que as autoridades e as comunidades trabalhem juntas para desenvolver estratégias eficazes de prevenção e resposta a desastres, visando a segurança e o bem-estar de todos.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se investimento em pesquisa e tecnologia, principalmente aquelas que sinalizam alertas, como sirenes apropriadas e aplicativos além de sistemas de monitoramento, visto que tivemos dificuldade em acharmos mais informações para agregar soluções neste trabalho. Além disso, para que a Defesa consiga agir de forma suficiente, primeiro será necessário investimento para captação de novos profissionais e capacitação para os mesmos, em decorrência de tantas mudanças climáticas, essas ações irão ser mais comuns, não podendo evitá-las, mas trabalhar para que sejam menos catastróficas.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AZEVEDO. S, A. **Geotecnologias na Análise da Legislação Ambiental de São Sebastião (SP)**. São Paulo: Humanitas, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/ra00303090/Downloads/3866-Texto%20do%20artigo-22670-1-10-20110524%20(1).pdf> Acesso em: Maio de 2023.

BARRA DO SAHY - SÃO SEBASTIÃO: Turismo São Sebastião. São Sebastião, 25 out. 2021. Disponível em: <http://www.turismosaosebastiao.com.br/praias/barra-do-sahy>. Acesso em: 19 de junho de 2023.

BRAJA. M, D. **Contenções para solos reforçados**. - Rio de Janeiro 2021. Disponível em: <http://www.portalgeo.com.br/conteudos/apostilas/10-Contencoes_para_solos_refor_ados.pdf> Acesso em: Junho de 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**, Relatório Técnico N° 155131-205, 2018. IPT, 2018. Disponível em: <<http://goo.gl/rYX7IK>>. Acesso em: Maio de 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: MCidades; IPT, 2007. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/185>.

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Seção de investigação, Riscos e Desastres Naturais, Siden**, IPT, 2022. Disponível em: <http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTGeo/laboratorios_e_sessoes/48-secao_de_investigacoes_riscos_e_desastres_naturais___sirden.htm>. Acesso em: Maio de 2023.

BRASIL, (GOV.) CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. 2023. **Previsão de Riscos Geo-Hidrologicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/riscos-geo-hidrologicos/21-02-2023-previsao-de-riscos-geo-hidrologicos>> Acesso em: Maio de 2023.

CATTO. A ; TITTO. F e MATOS. T. **G1: Tragédia no litoral de SP: mortes na Vila Sahy ocorreram no limite da área onde prefeitura permitiu ocupação**. São Sebastião, 24 fev. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/24/tragedia-no-litoral-norte-de-sp-mapa-do-g1-mostra-o-rastro>

de-destruicao-e-morte-na-vila-sahy-epicentro-do-desastre.ghtml. Acesso em: Junho de 2023.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2021: **Prevenção de Riscos e Desastres.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres-38>>. Acesso em: Maio de 2023.

CARDOSO, A. e DENALDI, R. **Urbanização de favelas no Brasil: um balanço preliminar do pac.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018. 352 p. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.observatoriodasmetroles.net.br/wp-content/uploads/2019/06/Adauto-CARDOSO-e-Rosana-DENALDI-Urbaniza%C3%A7%C3%A3o-de-favelas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.). **Prevenção de riscos de deslizamento em encostas: guia para elaboração de políticas municipais.** Brasília: MCidades; Cities Alliance, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9613/1/Preven%C3%A7%C3%A3o%20de%20riscos.pdf>> Acesso em: Maio de 2023.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022: **Cartas Geotécnicas de Suscetibilidade, Aptidão à Urbanização e Risco.** Disponível em: <<http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>>. Acesso em: Maio de 2023.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022: **Mapa Comunitário de Risco.** Disponível em: <<http://www.defesacivil.sp.gov.br/mapa-comunitario-de-risco/>>. Acesso em: Maio de 2023.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2023 - SIDEC Sistema Integrado da Defesa Civil. **Geoportal.** Disponível em: < <http://www.sidec.sp.gov.br/geoportal/>>. Acesso em: Maio de 2023.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2023: **Gestão de risco.** Disponível em: <<https://www.defesacivil.sc.gov.br/municipios/gestao-de-risco-o-que-e/#:~:text=A%20gest%C3%A3o%20de%20risco%20inicia,de%20defesa%20civil%20aos%20desastres.>>>. Acesso em: Outubro de 2023.

GOES, Heródoto. **Curso Básico de Percepção e Mapeamento do Risco Geológico e Hidrológico:** intervenções estruturais e não estruturais em áreas de risco. Vitória-Es: Cprm, 2018. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://defesacivil.es.gov.br/Media/DefesaCivil/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20-%202019/Aula%208%20->

%20Intervencoes%20estr%20e%20nao%20estr%20CPRM_Vitoria.pdf. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

FBDS, 2016. **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS)**. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf>. Acesso em: Maio de 2023.

IBGE, 2010: Censo Demográfico 2010: **Aglomerados subnormais - Informações territoriais**. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/552/cd_2010_agasn_if.pdf>. Acesso em Maio de 2023.

IBGE, 2011a: **Atlas Geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**.

2011a. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf>>. Acesso em: Maio de 2023.

IBGE, 2016b: **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>>. Acesso em: Maio de 2023.

IBGE, 2018a: **População em área de risco no Brasil**. 2018a. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/#/home/>> Acesso em: Junho de 2023.

IBGE, 2020a: **Biomass e Sistema Costeiro-Marítimo do Brasil**. 2020a. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/#/home>> Acesso em: Junho de 2023.

IBGE, **Cidades e Estados: São Sebastião** código: 3550704. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-sebastiao.html>> Acesso em: Junho de 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Previsão indica chuvas intensas**. 2023. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/noticias/previs%C3%A3o-indica-chuvas-intensas-ventos-fortes-e-frio-em-parte-das-regi%C3%B5es-sul-sudeste-e-centro-oeste-nos-pr%C3%B3ximos-dias.>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2023.

INPE, 2010. NOBRE, C A.; YOUNG, A F.; SALDIVA, P; MARENGO, J A; NOBRE, A D.; ALVES JR; S; DA SILVA, G C M; LOMBARDO, M. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2010. 32 p. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/prevencaodedesastresnaturaisconceitosbasicos.pdf.

Acesso em: Maio de 2023.

INPE, 2010. Camarinha, P. **Vulnerabilidade aos desastres naturais decorrentes de deslizamentos de terra em cenários de mudanças climáticas na porção paulista da serra do mar.** São Jose dos Campos/SP, 2016. Disponível em: < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/06.19.03.49/doc/publicacao.pdf.>

Acesso em: Maio de 2023.

MACHADO. M. D. **Os compartimentos de relevo e a ocupação urbana em São Sebastião no Litoral Norte de São Paulo.** Campinas/SP 10ª SINAGEO OUT/2014. Disponível em: < http://www.sinageo.org.br/2014/trabalhos/9/9-291-1112.html> Acesso em: Maio de 2023.

MERSI. G **Soluções e contenções para funções.** Campinas /2019. Disponível em: <https://engendrar.eng.br/solucoes/contencoes-e-fundacoes/>. Acesso em: Junho de 2023

OGURA, A. (2006). **Apostila do Curso de Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco na modalidade à distância.** Ministério as Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas–IPT, Centro de Pesquisas Sobre Desastres Naturais–CEPED PEIXOTO, A.B. (Org). **Geodiversidade do estado de São Paulo.** São Paulo: CPRM. 136 p. 2010.

PESQUERO, J. F. **Balanço de umidade na região do sistema de monção da América do Sul em cenários climáticos futuros (2071-2100) utilizando o modelo Eta:** um estudo de modelagem. 2009. 204p. Tese Doutorado em Meteorologia) Inpe, São José dos Campos, 2009. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP8W/35T9LEL>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUÁ 2023: **Planos Municipais.** Disponível em:< https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/servicos/servicos-ao-cidadao/planos-municipais/>. Acesso em: Maio de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUÁ 2022. **Planos de Habitação.** Disponível em:< https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/wp-content/uploads/2022/10/Plano-de-Habitacao.pdf> Acesso em: Maio de 2023.

PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2019: **Distribuição das favelas: Município de São Paulo, Subprefeituras e Distritos Municipais.** Disponível em: <http://

infocidade.prefeitura.sp.gov.br/htmls/9_distribuicao_das_favelas_2015_516. html>.

Acesso em: Maio de 2023.

PREFEITURA DE SEBASTIÃO. **São Sebastião vai receber novo sistema de sirenes para alerta sobre temporais em áreas de risco.** 2023. Disponível em: <https://www.saosebastiao.sp.gov.br/noticia.asp?ID=N1192023165445>. Acesso em: 13 de outubro de 2023.

PRADO, M. C. - EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Os solos do Brasil.** São Paulo 2023 Disponível em:< <https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>. Acesso em: 15 de Maio de 2023.

SARTORI, B. A. - EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tipos de solos no litoral do Brasil.** São Paulo 2017 Disponível em:< <https://www.embrapa.br/tipos-solos-do-litoral>. Acesso em: 15 de Maio de 2023.

SOUZA, J. A. et al. Ocupação Desordenada. In: **Revista Conhecimento Prático Geografia,** abr. 2010. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/favelizacao.htm>> Acesso em: Maio de 2023.

STUCKERT, Rodolfo. **Projeto obriga prefeituras a instalar sirenes de alerta em áreas de risco de alagamento ou deslizamento.** 2023. Disponível em: <https://www.baraodemelgaco.mt.gov.br/not%C3%ADcias-geral-secretaria-de-meio-ambiente-e-turismo/item/3188-projeto-obriga-prefeituras-a-instalar-sirenes-de-alerta-em-%C3%A1reas-de-risco-de-alagamento-ou-deslizamento>. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

VASCONCELOS, M. **Dados comprovam aumento de eventos climáticos extremos em São Paulo. Jornal da Usp.** São Paulo, p. 2-4. 28 fev. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/dados-comprovam-aumento-de-eventos-climaticos-extremos-em-sao-paulo/>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

VEDOVELLO, R.; MACEDO, E. **Deslizamentos de encostas.** In: SANTOS, R. F. (Org.). Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/aEuO4U>>. Acesso em: Maio de 2023.

Defesa Civil do Estado de São Paulo. **Cartas Geotécnicas de Suscetibilidade, Aptidão à Urbanização e Risco.** Disponível em: <http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>. Acesso em: 20 de outubro de 2023.

SILVA, Michael; OLIVATO, Debora; MARCHEZINI , Victor; JR, Irineu de Brito. CARTOGRAFIA SOCIAL. In: SILVA, Michael; OLIVATO, Debora; MARCHEZINI ,

Victor; JR, Irineu de Brito. **Definição participativa de rotas de fuga em caso de movimento de massa no bairro do britador**. 2016. Trabalho de Conclusão de curso (Pós graduação) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica da USP, [S. l.], 2016. DOI pdf. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50899035/anpet_2016_-_definicao_participativa_de_rotas_de_fuga-libre.pdf?1481800655=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDEFINICAO_PARTICIPATIVA_DE_ROTAS_DE_FUGA.pdf&Expires=1699302566&Signature=f8tN6RGr1~MhG7YOQdpapkLLG6cZIV4gJRFY00NTgFFXhaEtOKqFKiTvb5MG31z4pdX5H-6-G5aTPYWqZAWCCADiT3exf1HuISBAHZGFle1jEruRJInW~NvR00hlcPOD-vynHXsulWUk6uBxyGV50Kd0wWBDQQpogzyZKV1kvrRl7VJVxVMVIxrxdB7VB7CSIIxsUzS91pR94piIWbvtAhZDMVsIU-ExdCY0UU7w7D7YWV82gj4iEQt15QT2Nb5JtYZhAmlk~iiVgoVE6YCOGQoqwkvqzJIRI-5WhXRifEX2SBihXRjzf-z5cHg3Sr-1HVxdb8DYpvG7FFjtnt2uQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 6 de novembro de 2023.

KOGA-VICENTE, A. **Incertezas na espacialização da precipitação, impactos associados e previsão de risco no litoral paulista**. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2010. 172p. Acesso em: Novembro de 2023.

AB'SABER, A.N. **Os domínios da natureza no Brasil**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p. Acesso em: Novembro de 2023.

SANT'ANNA NETO, J.L. **Ritmo climático e gênese das chuvas na zona costeira paulista**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990. Acesso em: Novembro de 2023.

TAVARES, R.; SANT'ANNA NETO, J.L.; TOMMASELLI, J.T.G.; PRESSINOTTI, M.M.N.; SANTORO, J. **Análise da variabilidade temporal e espacial das chuvas associada aos movimentos de massa no litoral norte Paulista**. In: Simpósio Brasileiro de desastres naturais, n.1, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 680-696. Acesso em: Novembro de 2023.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE/COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CPLA) - SÃO PAULO (ESTADO). **Meio Ambiente Paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2011**. F. E. L. Figueiredo (Org.). São Paulo: SMA/CPLA, 2011a. 256 p. Acesso em: Novembro de 2023.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE/COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CPLA) - SÃO PAULO (ESTADO). **Planejamento Ambiental. Paineis da Qualidade Ambiental 2011. F. E. L. Figueiredo (Org.)**. São Paulo: SMA/CPLA, 2011b. 132 p. Acesso em: Novembro de 2023.

UNISDR – UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction**. Geneva: UNISDR, 2009. 30 p. Acesso em: Novembro de 2023.

UNISDR – UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in the Pacific: An Institutional and Policy Analysis**. Suva, Fiji: UNISDR, UNDP, 2012a, 76p. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/26725_26725drrandccainthepacificaninstitu.pdf. Acesso em: Novembro de 2023.

ZENATTI, M. **Comunicação em desastre: a atuação da imprensa e o papel da assessoria governamental**. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina; SJC/DEDC; UFSC/CEPED, Disponível em: < <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2013/02/Defesa-Civil-Modulo-03-2-ed-final1.pdf> > Acesso em: Novembro de 2023.

ANEXOS

ANEXO A

Figura 1A - Mapa da Distribuição dos Municípios Monitorados na Base Territorial Estatística de Área de Risco do Brasil



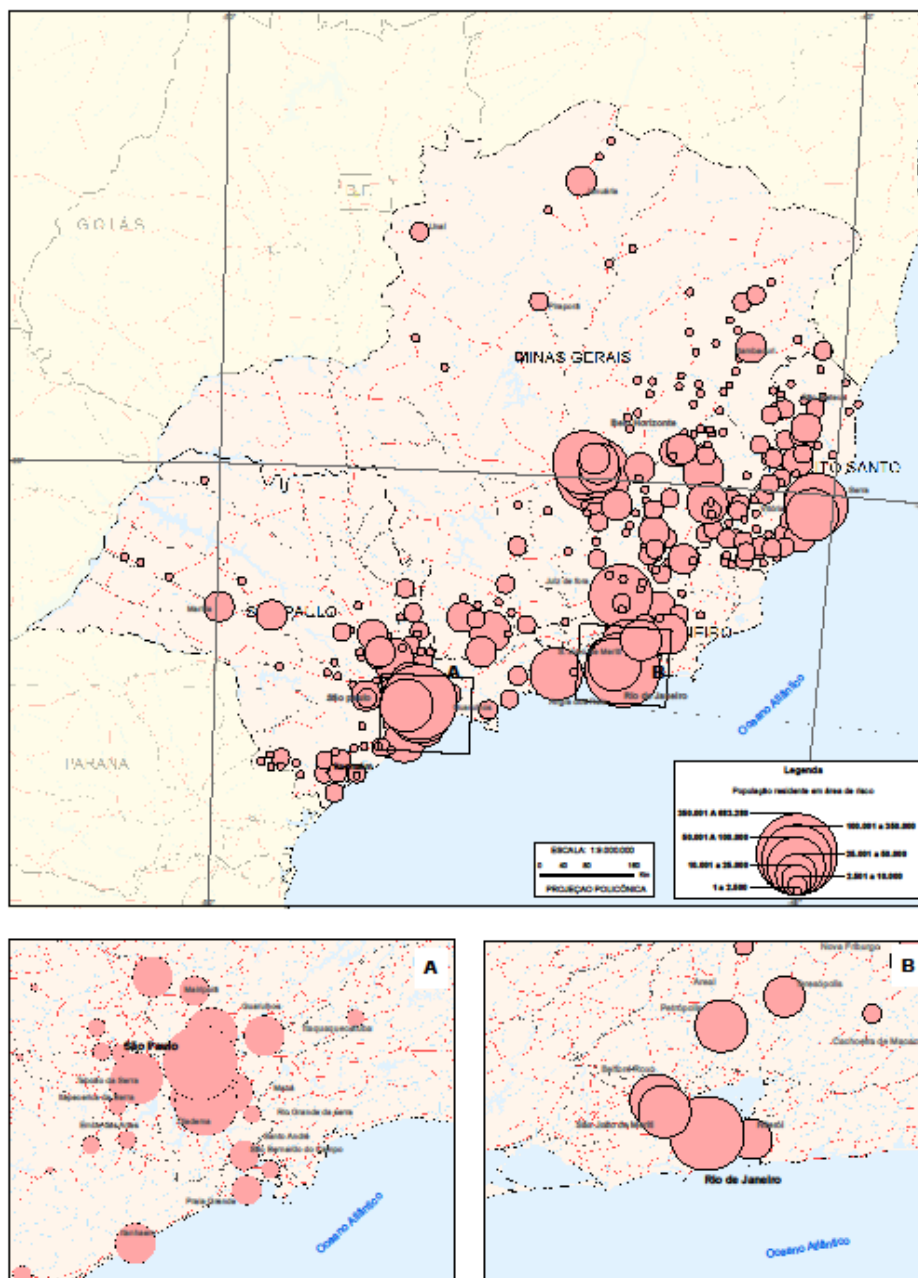
Fonte: IBGE, Censo Demográfico; CEMADEN, 2010.

Referências:

IBGE, Censo Demográfico; CEMADEN, 2010. **Mapa da Distribuição dos Municípios Monitorados na Base Territorial Estatística de Área de Risco do Brasil** - Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/pdf/Mapa%20-%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20dos%20munic%C3%ADpios%20monitorados%20na%20Base%20Territorial%20Estat%C3%ADstica%20de%20C3%81reas%20de%20Risco%20do%20Brasil%20\(2010\).pdf](https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/pdf/Mapa%20-%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20dos%20munic%C3%ADpios%20monitorados%20na%20Base%20Territorial%20Estat%C3%ADstica%20de%20C3%81reas%20de%20Risco%20do%20Brasil%20(2010).pdf) > Acesso em: Junho de 2023.

ANEXO B

Figura 1B – População Expostas em Áreas de Risco Região Sudeste (2010)



Fonte: IBGE, Censo Demográfico; CEMADEN, 2010.

Referências:

IBGE, Censo Demográfico; CEMADEN, 2010. **População Expostas em Áreas de Risco Região Sudeste (2010)**. - Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/pdf/Mapa%205%20-%20Popula%C3%A7%C3%A3o%20exposta%20em%20%C3%A1reas%20de%20risco%20\(2010\)%20-%20Regi%C3%A3o%20Sudeste.pdf](https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/pdf/Mapa%205%20-%20Popula%C3%A7%C3%A3o%20exposta%20em%20%C3%A1reas%20de%20risco%20(2010)%20-%20Regi%C3%A3o%20Sudeste.pdf) > Acesso em: Junho de 2023.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Apêndice A - Questionário Entrevista sobre a Política de Gerenciamento de Risco em Encostas: Estudo de Caso da Vila Sahy, Litoral Norte de São Paulo

1. Você possui acesso a:

- TV Aberta
- Celular com acesso à Internet
- Computador com acesso à Internet
- Todos

2. Você conhece o trabalho da Defesa Civil?

- Sim
- Não

3. Você sabia que a Defesa Civil possui uma política de gerenciamento de risco para alertas e prevenção de desastres?

- Sim
- Não

4. Você sabia que a Defesa civil agiu enviando alertas por SMS e canais nas redes sociais sobre alto índice de chuva e possíveis deslizamentos nas regiões de São Sebastião no dia 19 de fevereiro de 2023?

- Sim
- Não

5. Você sabe identificar o que é uma área de risco?

- Sim
- Não

6. Você saberia informar alguma região de risco no litoral norte de São Paulo ou se você reside em alguma dessas regiões em situação de risco?

- Sim
- Não

7. Você já recebeu algum alerta via mensagem, ou comunicado por meio das redes sociais, ou então alguma reportagem na TV que avisasse sobre alguma alteração climática, deslizamento nesta região?

Sim

Não

8. Você já participou de algum treinamento geral realizado por órgãos governamentais para saber se preparar em situações de emergências?

Sim

Não

9. Você participaria de um treinamento para saber se preparar em situações de emergências, como esta acontecida na região da Vila Sahy em 19 de fevereiro de 2023?

Sim

Não