

**Andreza dos Santos Louzeiro**

# **AVALIAÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES URBANOS**

**Indicadores microlocais de Movimentos de Massa e  
Inundação no bairro Vila Embratel, São Luís – MA (Brasil)**



**Editora  
Uema**

**Andreza dos Santos Louzeiro**

# **AVALIAÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES URBANOS**

**Indicadores microlocais de Movimentos de Massa e  
Inundação no bairro Vila Embratel, São Luís – MA  
(Brasil)**



© copyright 2025 by UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.  
Todos os direitos desta edição reservados à EDITORA UEMA.

**Avaliação de Riscos de Desastres Urbanos: Indicadores microlocais de Movimentos de Massa e Inundação no bairro Vila Embratel, São Luís – MA (Brasil)**

**EDITOR RESPONSÁVEL**

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

**CONSELHO EDITORIAL**

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho  
Ana Lucia Abreu Silva  
Ana Lúcia Cunha Duarte  
Cynthia Carvalho Martins  
Eduardo Aurélio Barros Aguiar  
Emanoel Cesar Pires de Assis  
Denise Maia Pereira  
Fabíola Hesketh de Oliveira  
Helciane de Fátima Abreu Araújo  
Helidacy Maria Muniz Corrêa  
Jackson Ronie Sá da Silva  
José Roberto Pereira de Sousa  
José Sampaio de Mattos Jr  
Luiz Carlos Araújo dos Santos  
Marcos Aurélio Saquet  
Maria Medianeira de Souza  
Maria Claudene Barros  
Rosa Elizabeth Acevedo Marin  
Wilma Peres Costa

**Capa principal:** Andreza dos Santos Louzeiro Fotos da Vila Embratel

**Capas dos capítulos:** Thiara Oliveira Rabelo. Fotos da Vila Embratel

L886a Louzeiro, Andreza dos Santos.

Avaliação de riscos de desastres urbanos: indicadores microlocais de movimentos de massa e inundação no bairro Vila Embratel, São Luís – MA (Brasil) [recurso eletrônico]. / Andreza dos Santos Louzeiro. - São Luís, MA: EDUEMA, 2026.

231p.il.color.

ISBN: 978-85-8227-731-7

1.Riscos. 2. Desastres. 3. Exposição Física. 4. Vulnerabilidade Social. 5. Indicadores. I. Título.

**Elaborado por Luciana de Araújo – CRB 13/445**

EDITORA UEMA  
Cidade Universitária Paulo VI - CP 09 Tirirical - CEP - 65055-970 São Luís – MA  
[www.editorauema.uema.br](http://www.editorauema.uema.br) – [editora@uema.br](mailto:editora@uema.br)



*Dedico este livro à minha amada mãe, Maria do Rozário.*

# AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e principalmente a Deus por ter guiado o meu caminho até aqui, por me mostrar que quando cuidamos das Suas coisas, Ele cuida das nossas, por ser o meu Pai Amado, Cuidadoso, Gentil, Fiel e Perfeito.

Agradeço também:

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFRN e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pela estrutura e apoio financeiro, respectivamente.

Ao Grupo Dinâmicas Ambientais, Risco e Ordenamento do Território - GEORISCO por esse vínculo tão importante. Meu agradecimento especial ao coordenador deste grupo e meu orientador de mestrado e doutorado, Prof. Lutiane Almeida. Obrigada pela acolhida, orientação e amizade.

Aos agentes da Defesa Civil municipal de São Luís, especialmente, à pessoa do Sr Lima Filho que foi essencial em todas as atividades de campo. Agradeço também ao superintendente de Defesa Civil Alexssandro Nogueira por todo apoio concedido.

Aos integrantes do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPA pela disponibilidade em participar das atividades de campo.

À minha mãe, especialmente, por toda fé em Deus e por acreditar e orar por mim, por me dar o maior apoio que alguém poderia ter. Eu te amo, mãe.

À toda a minha família pelo apoio, torcida, orações.

Às minhas amigas Thiara e Nayara por tudo que vivemos na tão amada e acolhedora Casa 1 em Natal - RN. Obrigada por estarem ao meu lado, por me ajudarem a todo momento, em cada dia alegre e difícil. Obrigada por fazerem parte do meu crescimento e vida.

Aos amigos Naiara e Ozimo pela amizade, apoio, torcida, e por acreditarem em mim.

Às amigadas que cultivei em Natal, meu muito obrigada!

Agradeço também aos professores, funcionários e alunos do Curso, Departamento e Programa de Pós Graduação em Geografia da UEMA que, apesar de tê-los conhecido ao final da jornada do doutorado, também fizeram e fazem parte da minha vida.

Agradeço também à Larissa Cardoso pelo incentivo em dar os primeiros passos na transformação de minha tese em livro.



**Teses –**

Sentidos de ideias armadas.

**Livros –**

Arrumação de pensamentos,

Sentidos de terra e mundo,

Imitação artística,

Avaliação de risco eminente:

“Anéis abertos”:

**Geografias –**

Da mente e imaginação,

Sentidos de lugar,

Ciências de teses sob(re) teses,

De livros-reflexão,

Campos minados de ideias,

Vacilantes que nem pesquisar.

*(José Arilson, Slz, out., 2025).*

# PREFÁCIO



No contexto socioambiental das populações, as mudanças climáticas têm representado riscos significativos para o meio natural e para as comunidades em diferentes escalas. Neste sentido, a Geografia como ciência que se propõe a estudar as relações entre a sociedade e a natureza, contribui para compreensão do espaço geográfico através da análise de modelos, conceitos, metodologias que possibilitam na prevenção, adaptação e na capacidade de lidar com os riscos de desastres.

As distintas realidades que envolvem este tema, ao mesmo tempo que necessitam de uma visão ampla, também precisam de olhares específicos, que notem as características peculiares de cada local, como a que foi realizada nesta obra por Andreza dos Santos Louzeiro.

A autora dedica-se aos estudos deste tema desde 2016 ao iniciar sua trajetória no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pesquisando sobre “Vulnerabilidade e risco de Movimento de Massa no município de São Luís - MA (Brasil)” em uma perspectiva mais ampla no seu mestrado e afinando posteriormente a suas percepções sobre os riscos de desastre na sua tese de doutorado, que traz neste livro a exposição das suas principais contribuições teóricas e, principalmente, metodológicas.

Desde então, Andreza Louzeiro vem desenvolvendo estudos e pesquisas, firmando parcerias com a Defesa Civil, integrando projetos nacionais sobre a temática e buscando debater o tema de Riscos de Desastres com autoridades locais dos municípios que integram a Ilha do Maranhão.

Esta obra, nasce de uma necessidade de uma metodologia que subsidiasse pesquisas relacionadas a risco de desastres em escala microlocal e foi aplicada no bairro da Vila Embratel no município de São Luís - MA, selecionado pela autora por ser o bairro com maior quantidade de risco de movimento de massa do município, conforme a Defesa Civil municipal e com o Serviço Geológico do Brasil (2017).

Este livro apresenta as categorias e indicadores de exposição física e vulnerabilidade com base na adaptação, adição, retirada e ponderação de variáveis específicas, tipos diferentes de movimentos de massa, tipos de vertente e tipo de material

constituente, do ponto de vista físico-natural; e do ponto de vista social, a autora analisa quantidade de domicílios expostos por setor, capacidade de lidar, capacidade de adaptação e a suscetibilidade social dos moradores com relação aos riscos de desastres.

Tudo isto converge em uma obra de eximia importância, não apenas para a realidade socioambiental do bairro da Vila Embratel, onde já foram indicadas intervenções estruturais e não estruturais de mitigação, principalmente no que se refere aos riscos de movimento de massa, mas também para aplicação e adaptação de um sistema de indicadores de escala microlocal em diferentes contextos geográficos, o que já vem acontecendo por parte de estudantes da graduação e pós-graduação.

É uma grande felicidade ver este trabalho que tivemos a oportunidade de acompanhar desde sua fase inicial de pesquisa -passando pelo descobrimento do tema, desafios e alegrias de coletar dados e um contexto pandêmico da Covid-19- tomando forma de um livro. Acreditamos que esta obra irá contribuir para ampliar a visão dos leitores e para o desenvolvimento de futuras pesquisas, cujos cientistas buscam se debruçar sobre a temática de indicadores microlocais para análise dos riscos de desastres.

Thiara Rabelo e Nayara Soares,

19 de outubro de 2025.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>1 GEOGRAFICIDADE DOS RISCOS DE DESASTRES URBANOS</b>	18
1.1 Histórico e Conceitos relacionados aos riscos de desastres	18
1.2 Riscos de Desastres: Desigualdade Social e Territorial	22
1.3 Riscos de Desastres Urbanos	24
1.3.1 Risco de Movimento de Massa	25
1.3.2 Risco de Inundação	29
<b>2 INDICADORES DE RISCOS DE DESASTRES</b>	33
2.1 Análise da Exposição Física como aspecto Ambiental do Risco	34
2.2 Análise da Vulnerabilidade como aspecto Social do Risco	36
2.3 Percepção de Risco Microlocal	41
2.4 Geotecnologias como ferramenta de análise de Risco Microlocal	43
2.5 Indicadores Exposição Física e Vulnerabilidade Social no estudo de Riscos de Desastres	48
<b>3 CAMINHOS PERCORRIDOS: METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	52
3.1 Atividades de Campo: coleta dos dados primários	54
3.2 Recorte espacial: justificativa da Área Prioritária	57
3.3 Aplicação de Questionários-teste: em campo	65
3.4 Aplicação de Questionários: via <i>Google Forms</i>	67
3.5 Imageamento da área através de Aeronave Remotamente Pilotada – ARP	70
3.6 Definição de Padrões Estatísticos a partir do Método <i>Delphi</i> para os Indicadores de Exposição Física e de Vulnerabilidade Social	73
<b>4 METODOLOGIA PROPOSTA: SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE EXPOSIÇÃO FÍSICA À MOVIMENTO DE MASSA</b>	79
4.1 Indicadores de Exposição Física a Risco de Movimento de Massa	79
4.2 Categorias e Variáveis da Exposição: Físico-Natural e Estrutural	87
4.2.1 Exposição Físico-Natural: Características Geomorfológicas, Pedológicas e Geológicas	89
4.2.2 Exposição Estrutural: Infraestrutura e Saneamento básico, Qualidade estrutural das moradias, Densidade da ocupação e Pessoas expostas	91
4.2.3 Justificativa das variáveis das Categorias Físico-Natural e Estrutural	93
4.3 Proposta de Sistematização de Indicadores de Exposição Física aos Riscos de Movimento de Massa microlocal	102

4.4 Ficha de Caracterização Físico-Natural e Estrutural	106
4.4.1 Índice da Categoria Físico-Natural da Área de Estudo	113
4.4.2 Índice da Categoria Estrutural da Área de Estudo	114
4.4.3 Índice de Exposição Física da Área de Estudo	115
<b>5 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NA ÁREA PRIORITÁRIA DE RISCOS DE DESASTRES DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA</b>	119
5.1 Histórico de ocupação e caracterização social do bairro da Vila Embratel	119
5.2 Indicadores de Vulnerabilidade Social da Área de Estudo	123
5.3 Atribuição de pesos aos Indicadores Sociais	126
5.4 Índice de Vulnerabilidade Social da Área de Estudo	131
5.4.1 Capacidade de Adaptação: Quem são os moradores?	132
5.4.2 Suscetibilidade: Qual a situação dos moradores?	136
5.4.3 Capacidade de Lidar: - Qual a capacidade dos moradores de diminuir impactos?	140
5.4.4 Índice de Vulnerabilidade Social: O quanto os moradores estão vulneráveis?	145
<b>6 ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO FÍSICA DA ÁREA PRIORITÁRIA DE RISCOS DE DESASTRES DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA</b>	151
6.1 Índice de Exposição aos Riscos de Movimento de Massa da Área de Estudo	151
6.2 Ficha de Caracterização Física de Inundação e Equações	163
6.3 Índice de Exposição aos Riscos de Inundação da Área de Estudo	168
<b>7 ÍNDICES DE RISCO DE DESASTRES NA ÁREA PRIORITÁRIA DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA</b>	173
7.1 Índice de Risco de Movimento de Massa da Área de Estudo	175
7.2 Índice de Risco de Inundação da área de estudo	185
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	192
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>APÊNDICES</b>	

# INTRODUÇÃO



# INTRODUÇÃO



A Geografia é uma ciência que envolve diversos fatores relacionados ao meio natural e social, pois seu objeto de estudo é o espaço geográfico atrelado às relações existentes entre a sociedade e a natureza. Essa relação traz a luz a vertente socioambiental na Geografia, onde os estudos voltados para os riscos de desastres se fazem presente, sendo possível criar e analisar conceitos, modelos de análise, compreender a percepção do risco, identificar formas de prevenção, adaptação e de lidar com os riscos de desastres.

A partir dessa visão holística de compreensão dos riscos, é possível afirmar que tanto a sociedade quanto o ambiente contribuem para a sua existência. Segundo Medeiros (2014) não só o local de moradia deve ser levado em consideração, mas isto atrelado às desigualdades sociais fazem com que se acentuem a formação de “territórios de risco” que, segundo Almeida (2010) se configuram com a sobreposição de perigos diversos e vulnerabilidade social da população.

Estes territórios estão presentes, principalmente em ambiente urbano e suas periferias, onde são encontrados problemas relacionados a sistemas de saneamento básico, abastecimento de água, drenagem pluvial, desigualdade social, ocupações de encostas e margens de rios, etc. Então, a sobreposição da exposição física (fatores naturais e estruturais da área) com a vulnerabilidade social (alta suscetibilidade, baixa capacidade de lidar e de adaptação) constitui-se territórios de risco.

Para a ocorrência de determinados tipos de riscos, há um ponto de partida ligado às condições climáticas e meteorológicas. No entanto, em se tratando de chuvas, elas não são causadoras dos movimentos de massa ou inundações, por exemplo, mas podem se tornar o fator desencadeador, juntamente com a instalação de moradias e demais construções em áreas de risco, falta de planejamento urbano, pobreza, degradação ambiental, vulnerabilidade social.

Além do entendimento das exposições físicas e vulnerabilidades sociais no estudo dos riscos de desastres, a definição da escala de análise é uma etapa importante para ser definida, se é global, nacional, estadual, municipal, local. Segundo Sales (2020, p. 46) “nos estudos de riscos de desastres, diferentes escalas de análise podem ser consideradas a depender do nível de detalhes que se quer trabalhar e das necessidades apresentadas em cada pesquisa”. A partir da definição escalar, os dados – primários ou secundários - são selecionados, porém numa escala local ou microlocal, a coleta desses

dados se torna um desafio. Segundo Lins-de-Barros e Muehe (2010) a avaliação de riscos em escala local incluindo tanto variáveis socioeconômicas quanto físico-naturais é um desafio devido à baixa resolução espacial dos dados.

Sendo assim, em termos de análises sociais, físico-naturais e espaciais são necessárias etapas de campo específicas para ter acesso, de forma detalhada, a dados sobre renda, educação, saúde para o aspecto social; características geológicas, geomorfológicas, de infraestrutura para o aspecto de exposição físico-natural; e imageamento da área a partir da cobertura espacial com Aeronave Remotamente Pilotada.

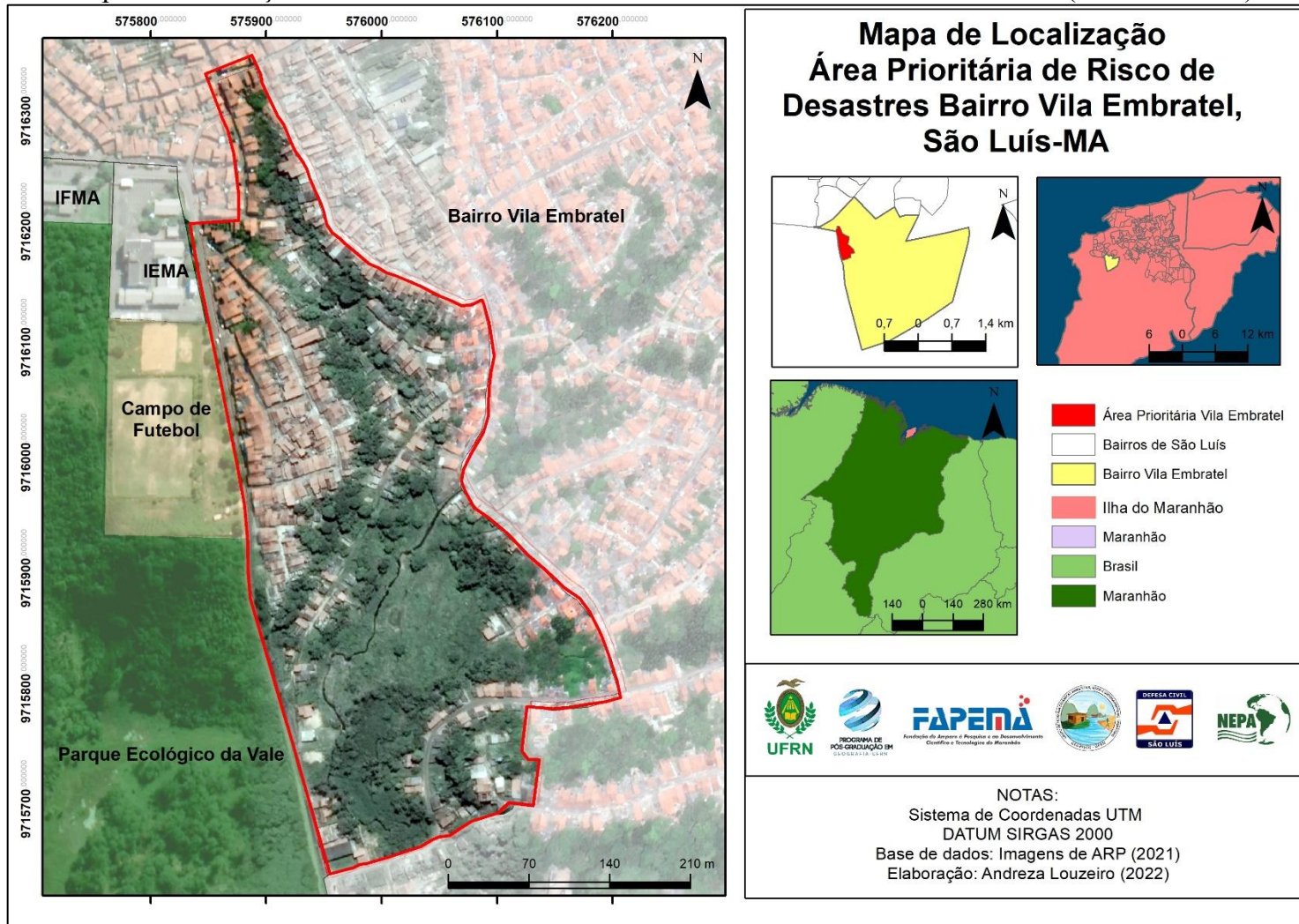
Portanto, cabe destacar que a escala microlocal nos estudos dos riscos de desastres refere-se à uma análise com escala de detalhes mais precisa e específica sobre aspectos intrínsecos ao ambiente e à população, sendo necessária a escolha de uma área com dimensões que se possam detalhar. Nessa perspectiva, destaca-se as áreas de risco de desastres localizadas no município de São Luís – MA, nas quais destacam-se os riscos de movimento de massa, inundação, alagamentos, erosão costeira, erosão fluvial e desabamentos distribuídos em 50, dos 213 bairros do município.

Para esta pesquisa foram analisados os riscos de movimento de massa numa escala microlocal de 1:2.000 no bairro da Vila Embratel, bairro periférico, localizado na Área Itaqui Bacanga, local onde estão situados importantes estabelecimentos e instituições, tais como a Universidade Federal do Maranhão, Vale, Porto do Itaqui e Estação Ferroviária da cidade.

Considerando que a escala em questão é micro, a área de estudo concentrou-se no que aqui chama-se de “Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís” (Mapa 1), a qual diz respeito à uma porção de 13 hectares do bairro da Vila Embratel contendo 555 famílias. De acordo com os trabalhos feitos pela Defesa Civil de São Luís e com os relatórios da SGB (2017) há uma maior concentração de “setores” de risco de movimento de massa em níveis alto e muito alto nesta porção do bairro, possuindo, portanto, prioridade no que se refere a este tipo de risco, segundo a Defesa Civil municipal.

Além da análise dos movimentos de massa, na área também há exposição aos riscos de inundação e com o intuito de não negligenciar os riscos presentes no recorte espacial da área de estudo, tanto os movimentos de massa quanto a inundação foram analisados, coletadas suas respectivas informações e mapeados. No entanto, é importante destacar que o foco principal desta pesquisa são os riscos de movimento de massa.

Mapa 1: Localização da Área Prioritária de Riscos de Desastres do bairro Vila Embratel (São Luís - MA)



Elaborado pela autora (2022)

Os riscos de movimento de massa na Vila Embratel se configuram devido às características físico-naturais e sociais da área que, ao serem combinadas, favorecem processos potencialmente danosos à população. Aliado a isso, a sobreposição de fatores como: presença de encostas íngremes, ocupações de margens de rio, alta suscetibilidade estrutural de moradias e do entorno, falta de capacidade de lidar e de adaptação dos moradores, acentuam o grau de riscos de desastres no bairro.

Segundo o SGB (2018) a área possui aspectos físicos-naturais específicos como predominância de tabuleiros e tabuleiros dissecados, favorecendo a incidência desses eventos. Louzeiro (2018) ainda ressalta que no bairro da Vila Embratel há um alto índice de vulnerabilidade social, alta exposição física, principalmente devido a presença de encostas íngremes cada vez mais fragilizadas devido à interferência antrópica.

Assim, essa pesquisa busca responder ao seguinte questionamento central: Quais indicadores Físico-Naturais e Sociais são relevantes para identificar do grau de risco de movimento de massa numa escala microlocal considerando as dimensões de exposição física e vulnerabilidade social? E às questões secundárias: Como se dá a discussão teórica sobre os riscos de desastres? De que forma é possível realizar uma análise de indicadores sociais numa área de risco de movimento de massa em escala microlocal? Como realizar a espacialização cartográfica da vulnerabilidade social de uma área de risco em escala microlocal? Quais variáveis, indicadores e índices são necessários para identificar e mensurar o nível de exposição física ao risco de movimento de massa e inundação numa área em escala microlocal? Como identificar o nível de risco de desastres de uma área em escala microlocal?

Considerando que o risco é determinado pela função entre a exposição e vulnerabilidade social, a hipótese a ser validada parte da seguinte afirmação: A identificação dos riscos de desastres em escala microlocal parte da análise da vulnerabilidade social e da exposição física, sendo a vulnerabilidade dividida em três categorias distintas: suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação; já a exposição é melhor analisada a partir de categorias que considerem as características físico-natural e também as características estruturais da área de estudo.

O Objetivo Geral desta pesquisa foi Produzir indicadores de Exposição Física aos riscos de movimento de massa microlocal com base em características físico-naturais e estruturais aplicados na Área Prioritária de Riscos de Desastres no bairro da Vila Embratel, São Luís - MA. Para alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes

objetivos Específicos: Discutir sobre a Geograficidade do risco e Indicadores de Riscos de Desastres em escala microlocal; Mensurar o Índice de Vulnerabilidade social da Área Prioritária; Propor indicadores de Exposição Física microlocal a partir de variáveis, atribuição de pesos e métodos estatísticos; Mensurar o Índice de Exposição Física da Área Prioritária; Determinar o Índice de Risco da Área Prioritária

Para responder cada um destes objetivos, o livro está estruturado em sete capítulos. O capítulo um trata da Geograficidade dos Riscos de Desastres Urbanos, o qual foi desenvolvido a partir da realização de pesquisa documental referente à contextualização histórica e conceitos relacionados aos riscos de desastres, discussão sobre riscos e desigualdade social, análise dos riscos de movimento de massa e inundação. O capítulo dois se debruça sobre indicadores sociais e físico-naturais, exposição física e vulnerabilidade social como aspectos essenciais do estudo dos riscos de desastres e uma reflexão sobre a utilização de aeronave remotamente pilotada para o mapeamento de áreas de risco de desastres em escala microlocal.

O capítulo três traça todos os caminhos metodológicos realizados na pesquisa, dando destaque para os trabalhos de campo, aplicação de questionários, imageamento da área com aeronaves remotamente pilotadas e definições dos padrões estatísticos para a quantificação do risco.

O capítulo quatro é o cerne desta investigação, trazendo a identificação dos indicadores de exposição física, seleção dos níveis de exposição para cada variável, atribuição de pesos para cada variável através do método *Delphi* e realização de processos estatísticos para todas as variáveis e fatores de exposição física para que o resultado se aproximasse mais ainda da realidade. Nesta perspectiva foram considerados dois fatores específicos: Categoria Físico-natural e Categoria Estrutural como a proposta e análise dos indicadores de exposição física de forma mais detalhada, seguindo para a elaboração dos mapas e espacialização do índice de exposição física da área.

Os capítulos cinco, seis e sete trazem o resultado desta proposta de sistematização de indicadores através do Índice de Vulnerabilidade Social, Índice de Exposição Física e Índice de Risco. Para tanto foi realizada a espacialização cartográfica dos Índices e posteriormente a discussão a respeito de como se comporta cada categoria, indicador e variável na área de estudo.

## **CAPÍTULO 1**

# **GEOGRAFICIDADE DOS RISCOS DE DESASTRES URBANOS**



# GEOGRAFICIDADE DOS RISCOS DE DESASTRES URBANOS



Este capítulo analisa o Histórico e Conceitos relacionados aos riscos de desastres; entender sobre as desigualdades sociais existentes do âmbito dos Riscos de Desastres; compreender como se dão os Riscos de Desastres em Área Urbana, principalmente no que se refere aos Risco de Movimento de Massa e Inundação.

## 1.1 Histórico e Conceitos relacionados aos riscos de desastres

Diante da crescente frequências e magnitudes dos desastres, muitas agendas internacionais foram estabelecidas para o aprimoramento da gestão do risco de desastres. A criação da Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (IDNDR) e da Estratégia Internacional para a Redução do Risco de Desastres (ISDR) proposta pelas Nações Unidas em 1990 (Almeida, Welle e Birkmann, 2016), a Campanha Construindo Cidades Resilientes, lançada pela ONU em 2013, onde é estabelecido 10 passos necessários para mitigar os riscos de desastres naturais (Toyama, 2013); o Acordo de Paris, que foi uma conferência realizada em 2015 que teve como principal objetivo firmar um acordo entre as 195 nações, voltado para a redução das emissões dos gases do efeito estufa (Nações Unidas, 2015).

Já o Marco de Sendai, implementado na Terceira Conferência Mundial da ONU sobre Redução de Riscos de Desastres, define como principal cenário a ser alcançado até 2030 a “Redução substancial dos riscos de desastres e das perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países” e para que isto possa ser atingido, busca-se “Prevenir novos riscos de desastres e reduzir os existentes através de medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação e aumentar a resiliência” (Nações Unidas, 2015.).

Segundo Jacobi e Sulaiman (2016) o principal desafio à governança dos riscos de desastres reside na tradição tecnocêntrica e corretiva das ações frente a riscos de desastres. Essa limitação deve-se à incapacidade dos gestores públicos em considerar

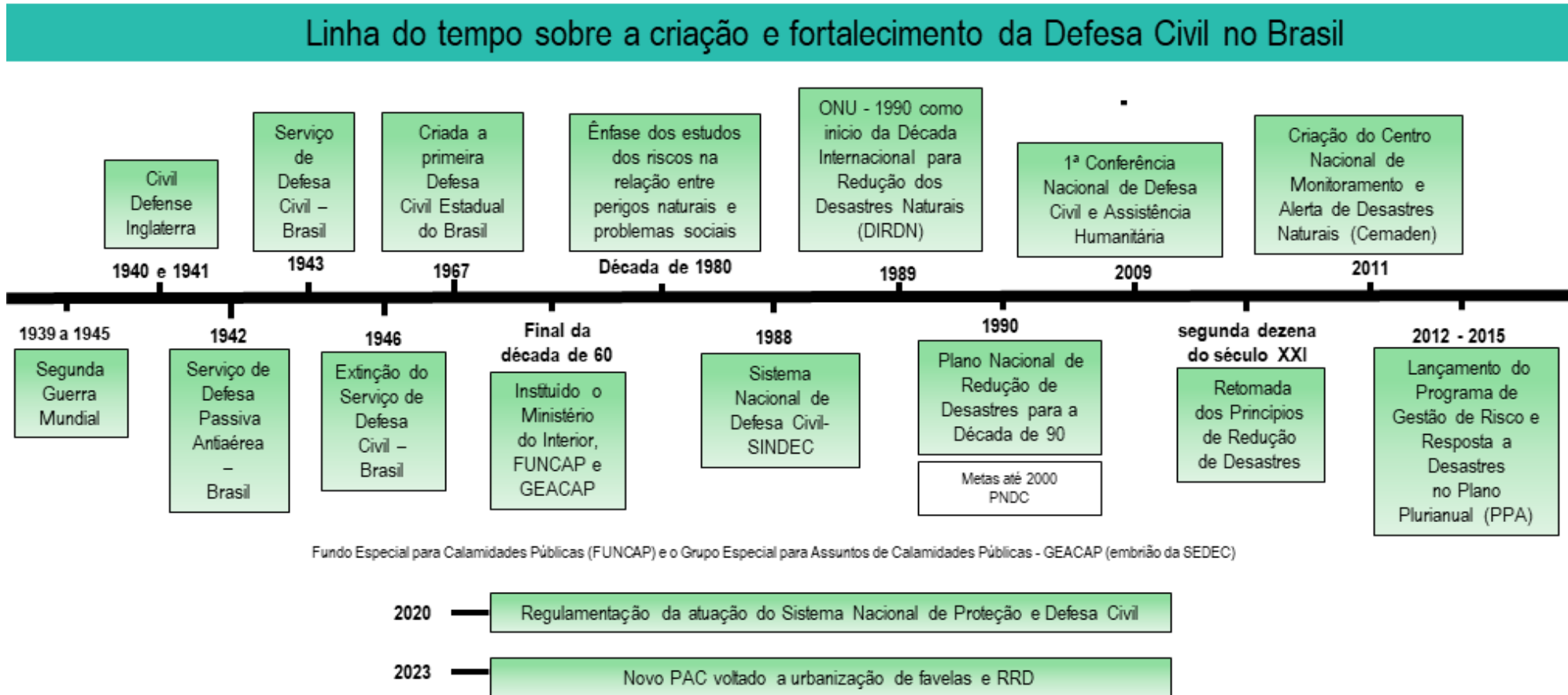
uma avaliação sistemática dos aspectos operacionais e em formular políticas de futuro. A limitação dos gestores públicos na gestão dos riscos de desastres materializa-se na preponderância de medidas estruturais baseadas em intervenções técnicas e construtivas para aumentar a segurança intrínseca dos biótopos humanos, mas que são de curto prazo, custosas, paliativas, com possível impacto ambiental e geradoras de falsa segurança (Buckle, 1990; Unisdr, 2004; 2009).

Segundo Defesa Civil do Rio de Janeiro (2020) o início da preocupação com a defesa e segurança da população começou a partir de 1942, quando foi criado o Serviço de Defesa Passiva Antiaérea Brasileira devido às primeiras consequências da Segunda Guerra Mundial; no final da década de 60 foi criada a primeira Defesa Civil Estadual e o Ministério do Interior com o intuito de assistir as populações atingidas por calamidade pública em todo território nacional; a partir de 1988, com a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil, começou-se a pensar a Defesa Civil como uma estratégia para Redução de Riscos de Desastre; em 1990 foi instituído o Plano Nacional de Redução de Desastres para a Década de 90 e ainda a ONU estabeleceu o ano de 1990 como início da Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais; em 2009 foi fortalecida a importância das Defesas Civas Municipais e na segunda dezena do século XXI houve a retomada dos Princípios de Redução de Desastres (Figura 1).

No âmbito de estudo da presente pesquisa, o estudo dos riscos é uma tradição entre os geógrafos desde a década de 1920 que surgiu antes dos apelos mundiais acerca da degradação ambiental planetária ou mesmo antes dos apelos mais recentes ao resgate da qualidade de vida urbana (Marandola Jr e Hogan, 2004). A esse respeito, os trabalhos pioneiros do geógrafo norte-americano Gilbert F. White se tornaram referência nos estudos dos riscos e perigos naturais em meados do século XIX (Almeida, 2011).

Os primeiros estudos modernos sobre gestão do risco partiram de um problema prático de gestão e ordenamento territoriais que estava incorrendo em perdas humanas e materiais nos Estados Unidos: em 1927, quando o governo estadunidense solicita aos engenheiros da área que propusessem medidas para solucionar o problema das inundações que afligiam a população das áreas rurais e urbanas (Marandola e Hogan, 2004). A partir daí os estudos relacionados aos perigos naturais têm ganhado espaço, principalmente após a Segunda Grande Guerra, que se finalizou, trazendo consigo problemas de ordem natural e social, principalmente no que se refere às desigualdades sociais (Louzeiro, 2018).

Figura 1: Linha do tempo sobre a criação e fortalecimento da Defesa Civil no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora (2022) com base em Castro (2002) e Defesa Civil do Rio de Janeiro (2020)

Na década de 1980, uma nova forma de compreensão surge na Geografia dos Riscos, focando especialmente nas interrelações entre riscos naturais e problemas sociais (Almeida, 2010). Assim, Castro (2000) mostra que os estudos sobre riscos nos anos oitenta do século XX passaram a dar ênfase à relação entre os perigos naturais e o subdesenvolvimento econômico, uma vez que, este incrementa os efeitos danosos dos desastres, causando também uma maior atenção aos perigos antrópicos e o reconhecimento da multidisciplinaridade do tema.

Marandola Jr e Hogan (2004) afirmam que é neste âmbito que os geógrafos, psicólogos, técnicos agrícolas, planejadores urbanos se tornaram profissionais importante para participar de forma mais efetiva de pesquisas e investigações acerca da natureza do problema sobre os riscos.

O Quadro 1 apresenta o conceito de risco sob a ótica de pesquisadores de diferentes áreas da ciência. O conceito mais adequado para análise a partir de uma visão holística é o das Nações Unidas, pois trata o risco como uma probabilidade, ou seja, a possibilidade de ocorrência ou não do desastre, causando algum tipo de perda. Além disso, esta definição considera a condição de perigo e vulnerabilidade social, que é o fruto da interação entre o natural e o humano induzido, o qual é a base teórica abordada na pesquisa.

Quadro 1: Conceitos referentes a definição de risco por área do conhecimento

DEFINIÇÃO DE RISCO	FONTE/ÁREA DO CONHECIMENTO
“É caracterizado por conhecer ou não a distribuição de probabilidade de eventos caracterizados por sua magnitude, frequência e duração”.	Alwang; Siegel; Jorgensen (2001) / Ciências Sociais
“É o potencial de perda para o sujeito exposto ou sistema, resultando da ‘convolação’ do perigo e vulnerabilidade social. É a probabilidade de superar determinado nível econômico, social ou consequências ambientais”	Cardona (2003) / Ciência (multidisciplinar)
“É a probabilidade de um evento multiplicado por suas consequências se o evento ocorrer”	Einstein (1988) / Ciências Naturais
“Indica o grau de perdas potenciais no lugar urbano devido sua exposição a perigos e pode ser considerado como um produto da probabilidade de ocorrências de perigos e graus de vulnerabilidade social.”	Rashed; Weeks (2003) / Geociências
“Possibilidade de um evento adverso; pode se dar devido ao fenômeno físico como um perigo à saúde ou da interação entre sistemas artificiais e eventos naturais, ex: inundação devido ao rompimento de um dique.	Shrestha (2002) / Engenharia
“Probabilidade de consequências danosas, perdas de vida, pessoas feridas, propriedade, interrupção de atividade	UNDP – BCPR (2004)/ Nações Unidas

econômica (ou danos ao ambiente) resultando em interações em conjunto entre natural e humano induzindo condições de perigo e vulnerabilidade social. Risco = perigo x vulnerabilidade social.”	
--	--

Fonte: Adaptado por Louzeiro (2018). Traduzido por Medeiros (2014) a partir de Thywissen (2006).

Com a incorporação destes profissionais às investigações, cada vez mais a questão se direcionou para a relação homem-meio/sociedade-natureza, incidindo diretamente nos impactos e embates decorrentes da ação antrópica no ambiente. Estas preocupações, no seio da Geografia, manifestaram-se primeiramente entre os geógrafos que têm nos elementos da natureza e da sociedade o seu foco principal de estudo (Marandola Jr e Hogan, 2004).

Segundo Louzeiro et al (2018) o estudo dos riscos também está relacionado a incertezas que ocorrem quando a sociedade não está preparada para o enfrentamento de eventos que podem causar algum tipo de dano, seja ele material ou humano. Almeida (2011 p. 87) afirma que

O risco é um constructo eminentemente social, ou seja, é uma percepção humana. Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade social intrínseca desse indivíduo ou grupo.” (Almeida, 2011).

Conforme sua origem, Castro, Peixoto e Rio (2005) descrevem os riscos, de forma geral, em três categorias, que podem ou não estar inter-relacionadas, sendo elas, risco tecnológico, natural e social. Porém, autores como Burton et al (1993); Cutter (2001) e White et al. (2001) advertem que esta classificação tende a ser cada vez menos utilizada, por não ser possível distinguir os riscos/perigos naturais, tecnológicos e sociais, devido à complexidade existente.

## 1.2 – Riscos de Desastres: Desigualdade Social e Territorial

As consequências do risco no âmbito social e ambiental emergiu com a necessidade de discussão e trocas de conhecimento sobre a produção social de riscos e

meios para o combate destes. segundo Beck (2011) a sociedade industrial foi deslocada pela sociedade de risco, na qual a distribuição dos riscos não corresponde às diferenças sociais, econômicas e geográficas da típica primeira modernidade. A sociedade se encontra em uma era que se preocupa com o desenvolvimentismo em demasia e protela em angariar visibilidade a questões ambientais, sociais e emocionais, ocasionando cada vez mais riscos que fogem de seu controle.

A poluição ambiental não respeita fronteiras e onde os riscos nos submetem a todos. Contudo, se isto serve enquanto paradigma conceitual para refletir sobre mudanças globais, o conceito obscurece o fato de que as hierarquias continuam e se acentuam e de que, pelo menos por enquanto, os riscos ambientais têm limites e são sofridos com mais intensidade pelos mais pobres. E, justamente porque são empurrados para os mais vulneráveis, tornam-se insolúveis, invisíveis, mas crescentes (Beck, 1992, 1994; Giddens, 1994, 1994b *apud* Herculano, 2002),

Uma situação de riscos de desastres tem estado associada a desigualdade social pode ser conceituada como uma coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais pobres, discriminados e com alta privação (vulnerabilidade social), que vivem ou circulam em áreas expostas aos riscos ou de degradação ambiental (Exposição física). Bullard (1996 *apud* Cartier et al, 2009), denomina essas regiões onde as populações pobres e discriminadas são forçadas a viver como "zonas de sacrifício". Normalmente, o conceito de vulnerabilidade social no campo ambiental ou dos desastres está associado a uma exposição diferenciada frente aos riscos, e designa a maior susceptibilidade de certos grupos populacionais prevenir, enfrentarem ou sofrerem as consequências decorrentes de algum tipo particular de perigo, diferentemente dos grupos com vulnerabilidade social baixa que podem estar situados no mesmo território, mas possuem condições diferentes.

Segundo Cartier et al (2009) a escolha de moradia frente aos riscos ambientais geralmente está relacionada com a capacidade financeira dos grupos sociais. Se por um lado os grupos economicamente mais abastados podem abandonar áreas cujo ambiente oferece algum tipo de risco, por outro a camada populacional mais pobre não tem opção de saída destes espaços, fortalecendo o laço entre vulnerabilidade social e a exposição aos riscos de desastres.

Os grupos de baixa renda tendem a residir em áreas com más condições urbanísticas e sanitárias, tais como terrenos próximos de cursos d'água e de lixões ou com

declividade acentuada, uma vez que estas se constituem áreas acessíveis a essa população, seja porque são públicas e/ou de preservação, seja porque são muito desvalorizadas no mercado de terras, devido às características de risco e à falta de infraestrutura urbana (Torres, 2009).

Um dos grandes motivos que acarretam esses problemas está relacionado à ao planejamento e gestão ocorridos de forma excludente e segregador, segundo, associado a incapacidade do poder público de buscar dar condições para esta organização territorial. A vivência urbana é um direito do cidadão e junto a ela existe uma gama de fatores que estão relacionados a esse direito.

### 1.3 Riscos de Desastres Urbanos

Segundo IBGE (2010), 84,4 % da população brasileira vive nas cidades. Esta concentração populacional nem sempre veio acompanhada de um processo de ordenação do solo e correlata política habitacional. Menegat (2016) afirma que a ausência dessas iniciativas resulta inúmeros problemas aos habitantes da cidade, como déficit de moradias, de infraestruturas (trânsito, saneamento básico, segurança, saúde, etc.), desemprego, falta de qualidade de vida, falta de condições dignas para muitos, exclusão e segregação espacial e social.

Cabe ressaltar que aqui trata-se área urbana no contexto da cidade e dos equipamentos que nela existem, exemplo: saneamento, vias de acesso, infraestruturas, etc. Segundo Garcias e Bernardi (2008) baseado na Política do Desenvolvimento Urbano e no Estatuto da Cidade existem três grandes grupos de funções na vivência urbana: Funções Urbanísticas (habitação, trabalho, lazer e mobilidade); Funções de Cidadania (educação, saúde, segurança e proteção) e Funções de Gestão (prestação de serviços, planejamento, preservação do patrimônio natural e cultural e sustentabilidade urbana).

A análise de risco em ambiente urbano considera especificamente algumas dessas funções da cidade: funções urbanísticas, de educação, de planejamento, preservação do patrimônio natural e de sustentabilidade urbana. O conjunto desses fatores são fundamentais para prevenção<sup>1</sup> de riscos de desastres, principalmente se forem efetivados conjuntamente e em comum finalidade.

---

<sup>1</sup> Entendendo a prevenção como definido no Decreto 10.593/2020, art 2 - "medidas prioritárias destinadas a **evitar** a conversão de risco em desastre ou a instalação de vulnerabilidades".

Segundo Menegat (2016) é na análise do direito à cidade que as ocupações humanas em áreas de risco ganham visibilidade, pois o impacto decorrente deste evento afeta não só os habitantes, cuja condição e qualidade de vida não condizem com o direito à moradia adequada, mas também onera todos os habitantes da cidade com os custos sociais e econômicos, seja de remoção/reassentamento, quando necessário, controle ou afastamento do risco, seja sobre o impacto que a irregularidade causa no meio ambiente, saneamento básico e serviços públicos de modo geral.

Somando-se os problemas urbanísticos com os assentamentos de moradias em áreas de risco, as consequências se resumem em perdas e danos ocorridos nos desastres, que segundo a Conferência Nacional dos municípios (2022) desastre é

“o resultado de eventos adversos ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios”. (Ministério da Integração Nacional, 2022).

A ideia do crescimento urbano está muito associada a ocorrência de desastres, o que aponta para as dificuldades inerentes ao processo de desenvolvimento ligado à urbanização. Segundo Marandola Jr et al (2013) o conflito entre urbanização, desenvolvimento e ambiente se manifesta no aumento de riscos, seja pela ocupação de áreas frágeis biofísicamente, o que produz áreas de risco no tecido urbano, seja na produção de vulnerabilidades a camadas cada vez mais significativas da população. Isso se manifesta na rápida expansão da mancha urbana sem a infraestrutura básica para atender às necessidades da população, o que aumenta a exposição aos riscos e perigos ambientais.

Esses eventos adversos, no Brasil, são caracterizados por estarem ligados ao clima, meteorologia, à geodinâmica terrestre, geomorfologia, intemperismo, erosão, etc. Segundo os dados da Base Territorial Estatística de Áreas de Risco do IBGE (2018) a população aproximada em áreas de risco nos 872 municípios monitorados pelo CEMADEN alcançava, em 2010, 8 270 127 habitantes e 2 471 349 domicílios particulares permanentes. Segundo a Confederação Nacional dos Municípios (2022) o evento que mais obteve ocorrências no Brasil foi a Seca/Estiagem, seguido de doenças virais (COVID-19) e chuvas (Figura 2). Entendendo este último como o fator propulsor para a ocorrência de inundações, enxurradas, deslizamentos, desabamentos

Figura 2: Quantidade de decretos por evento (tipos de desastres) – 2013 a abril de 2022

Eventos	Ocorrência	Ocorrência (%)
Estiagem/Seca	22.261	41,3%
Doenças infecciosas virais	14.896	27,6%
Chuvas	4.457	8,3%
Enxurradas	2.265	4,2%
Vendaval	1.728	3,2%
Inundações	1.704	3,2%
Incêndio Florestal em parques	1.132	2,1%
Alagamentos	1.163	2,2%
Incêndio Florestal em áreas não protegidas	926	1,7%
Granizo	733	1,4%
Deslizamentos	684	1,3%
Demais	2.011	3,7%
<b>Total</b>	<b>53.960</b>	<b>100,0%</b>

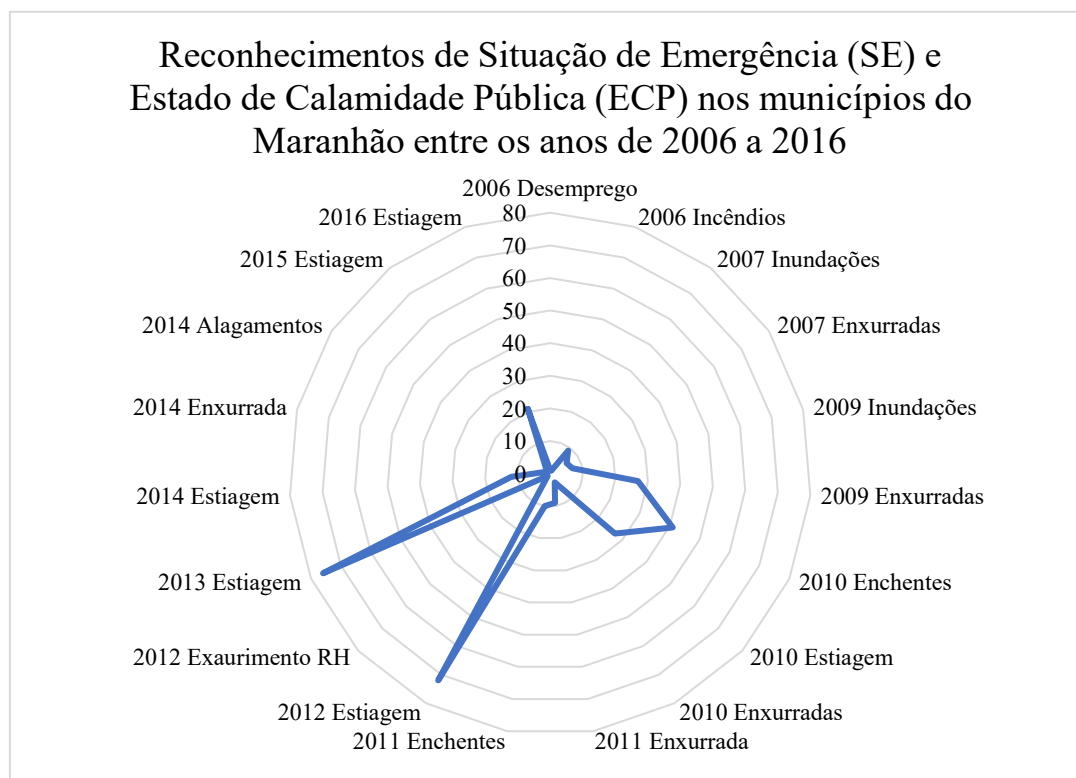
Fonte: S2ID/MDR - Elaboração: Área de Estudos Técnicos/CNM

Fonte: Estudos Técnicos/Defesa Civil – CNM (2022).

Segundo os dados da Base Territorial Estatística de Áreas de Risco do IBGE (2018) do ano de 2013 a 2022 foram registradas 252 decretações de anormalidades por devido à “Doenças Infecciosas Virais”, correspondendo a 1% do total dentro do período em menção. Entretanto, com o advento da pandemia causada pelo Coronavírus - Covid-19, essa categoria passou a representar 27,6% do total 53.960 decretações entre 2013 e 2022, correspondendo a 14.896 decretações que foram registradas a partir da necessidade de expedição dos decretos de calamidade sanitária pelos Entes municipais. Portanto, excepcionalmente nos anos recentes, a evolução dos dados são sensíveis à evolução da pandemia. Mais de 54% dos decretos estão localizados nos Municípios de Minas Gerais (8.095), Bahia (5.441), Paraíba (4.407), Santa Catarina (4.077), Rio Grande do Sul (3.724) e Rio Grande do Norte (3.550). Em termos regionais, 46,8% do total de decretos está no Nordeste, seguido dos Municípios do Sudeste (22,6%), Sul (16,1%), Centro Oeste (9,3%) e Norte (5,2%).

No Maranhão, segundo dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID (2022) entre os anos de 2006 a 2016 aproximadamente 16 municípios maranhenses entraram em Situação de Emergência e Calamidade Pública devido a desastres relacionados a Desemprego, Incêndios, Inundações, Enchentes, Enxurradas, Alagamentos, Estiagem e Exaurimento dos Recursos Hídricos, dando maior destaque para Enchentes em 2010 e Estiagem em 2012 e 213 (Gráfico XX).

Gráfico 1: Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios do Maranhão entre os anos de 2006 a 2016.



Fonte: Elaborado pela autora (2022) com base nos dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID (2022)

No município de São Luís, a Defesa Civil municipal em 2016 divulgou que a cidade possui aproximadamente 60 setores de riscos de desastres distribuídos em sete grandes áreas e 34 bairros da cidade, estes riscos estão relacionados a desabamentos, movimentos de massa, alagamentos e inundações. Sendo que a Área Itaqui Bacanga é a que mais tem problemas relacionados a movimentos de massa, principalmente, no bairro da Vila Embratel.

### 1.3.1 Risco de Movimento de Massa

Segundo Dourado, Arraes e Silva (2012) há uma extensa bibliografia que trata sobre a proposição de diferentes classificações dos conceitos dos movimentos de massa. Segundo Ahrendt (2005) dentre os primeiros brasileiros que trabalham com essa temática, destacam-se Vargas e Pichler (1957) e Freire (1965); os autores internacionais são Sharpe (1938); Terzaghi (1950); Varnes (1958); Hasegawa (1985); Hutchinson (1988) e Varga e Gorbushina (1998).

Segundo a concepção de Guerra (2006) e Wincander e Monroe (2009) os movimentos de massa, atuam como o deslocamento encosta abaixo de materiais (solo e/ou rocha) sobre um embasamento saturado de água que sofreu colapso decorrente da força gravitacional que é favorecida pela declividade, intemperismo, clima, quantidade e frequência das precipitações, presença ou não de vegetação, estabilidade da encosta, sobrecarga, geologia e ação antrópica (Figura 3). A ação humana muitas vezes pode acelerar os deslizamentos, através da utilização irracional de áreas acidentadas.

Figura 3: Imagem ilustrativa de movimento de massa em área urbana, onde 1: Área vegetada protegida do movimento; 2: Área de solo compactado; 3: Caminhos do deslizamento, formando cicatrizes; 4: Moradias na área de risco.



Fonte: Bianchin, 2018.

Em suma, movimento de massa é todo corpo sólido ou viscoso que, influenciado por um agente externo ao meio (chuvas, ventos, terremotos, vulcanismo, etc.), passa por um processo de movimentação encosta abaixo. Isso inclui ambientes continentais, marinhos, fluviais ou flúvio marinhos, os quais podem estar acometidos a qualquer tipo de processo erosivo.

Segundo Fell *et al* (2000) foi Baltzer (1875) um dos primeiros pesquisadores que considerou quedas, escorregamentos e escoamentos de solos e rochas como os principais mecanismos de movimentos de massa. Posteriormente, avanços nessa classificação foram apresentados por Hein (1932) *apud* Fell *et al* (2000), Sharpe (1938) e Terzaghi (1950).

Na literatura, encontram-se inúmeras referências para os trabalhos que propuseram classificações de movimentos de massa. No entanto, a classificação proposta

por Varnes (1978) baseia-se no tipo de material transportado que é uma das classificações mais utilizadas internacionalmente, devido a sua simplicidade (Quadro 02).

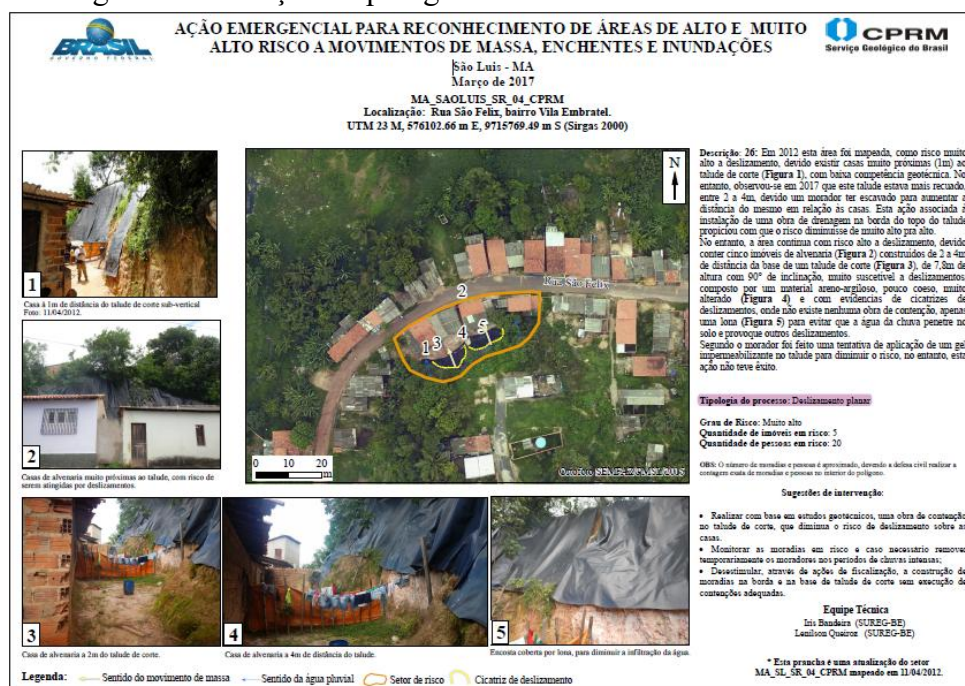
Quadro 2: Classificação simplificada de movimentos de massa

TIPO DE MOVIMENTO DE MASSA	TIPO DE MATERIAL		
	Rocha	Material detrítico grosseiro	Solos
Quedas	Queda de blocos	Queda de detritos	Queda de solos
Tombamentos	Tombamento de blocos	Tombamento de detritos	Tombamento de solos
Escorregamento/ Deslizamento: rotacional, translacional e planar	Escorregamento de rocha	Escorregamento de detritos	Escorregamento de solos
Corrida	Avalanche de blocos	Corrida de detritos	Corrida de solos (ou lama)
Complexo	Combinação de dois ou mais tipos de movimento		

Fonte: Adaptado pela autora (2020). Modificado por Tominaga (2007) a partir de Varnes (1978).

Considerando esses tipos de movimento de massa e a caracterização realizada pela SGB (2017) no bairro da Vila Embratel (Figura 4), pode-se afirmar que na área possui alguns tipos de movimento: deslizamento planar (Figura 5) e quedas (Figura 6). Em sua maioria, o material encontrado é solo e detritos, mas em alguns casos, é possível perceber a presença de rochas de variadas espessuras.

Figura 4: Descrição e tipologia do risco no bairro da Vila Embratel



Fonte: SGB (2017)

Figura 5: Deslizamento planar na área de estudo à esquerda. Figura 6: Queda de rochas na área de estudo à direita.



Fonte: Registros da pesquisa em 19/07/2019

Para mitigar os riscos de movimento de massa, segundo Cardoso e Cardoso (2016), a gestão deve inicialmente sustentar-se em dois fundamentos: previsão e prevenção. A previsão ocorreria através da identificação dos locais em que o evento tenha maior probabilidade de acontecer, e do estabelecimento das condições e circunstâncias para a deflagração do desastre; já a prevenção consistiria na possibilidade de aplicar medidas que visam impedir a ocorrência do desastre e a redução de seus impactos, agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população vulnerável.

Compreendendo esses eventos no que se refere à sua localização e grau de suscetibilidade, pode-se evitar que se tornem desastres, pois assim é possível planejar ações adequadas para lidar com esse tipo de ocorrência, sejam nas

I - ações de mitigação - medidas destinadas a reduzir, limitar ou evitar o risco de desastre; II - ações de preparação - medidas destinadas a otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre; III - ações de prevenção - medidas prioritárias destinadas a evitar a conversão de risco em desastre ou a instalação de vulnerabilidades; IV - ações de recuperação - medidas desenvolvidas após a ocorrência do desastre destinadas a restabelecer a normalidade social que abrangem a reconstrução de infraestrutura danificada ou destruída e a recuperação do meio ambiente e da economia; V - ações de resposta - medidas de caráter emergencial, executadas durante ou após a ocorrência do desastre, destinadas a socorrer e assistir a população atingida e restabelecer os serviços essenciais (DECRETO Nº 10.593, DE 24 DE DEZEMBRO DE 2020).

### 1.3.2 Risco de Inundação

As inundações são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem (UN-ISDR, 2002).

Para Tucci (2003) quando a precipitação é intensa e a quantidade de água que chega ao rio é superior à sua capacidade de drenagem, ou seja, a da sua calha normal, resultando em inundação nas áreas ribeirinhas. Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação da planície de inundação pela população e da frequência com a qual ocorrem esses fenômenos.

Quanto às inundações urbanas Tucci (2003) afirma que estas ocorrem quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupam áreas onde a população utiliza para moradia, vias de acesso, recreação, comércio, indústria, escolas, hospitais, dentre outros usos típicos de ambiente urbano.

Segundo Lechiu, Oliveira Filho e Sousa (2012) quando se substitui a rede de drenagem natural por estruturas artificiais, ocorre aumento na totalidade de áreas impermeáveis provocando o aumento na velocidade de escoamento das águas. A falta de planejamento na ocupação dos espaços urbano, devido ao aumento populacional e do total de áreas impermeáveis, tem alterado significativamente os parâmetros que dizem respeito à impermeabilização de bacias hidrográficas urbanas. Todos estes fatores ocasionam aumento das áreas impermeabilizadas, interferindo na velocidade de escoamento das águas das chuvas, aumentando a vazão e acarretando no acúmulo de carga hidráulica em certos pontos da rede coletora, isto resulta no aumento da magnitude das inundações em áreas mais baixas da bacia ocasionando prejuízos não somente ao poder público, mas também para a população em geral.

Em linhas gerais, as inundações são fenômenos decorrentes da ocupação irregular das planícies fluviais localizadas, principalmente em ambientes urbanos. Este evento acontece na ocorrência de precipitação pluviométrica muito alta, acarretando na cheia dos rios até o seu transbordamento, afetando residências, comércios, escolas e demais estruturas instaladas nas planícies fluviais.

No entanto, é necessário fazer a distinção entre inundações e enchentes. O fenômeno da enchente ocorre quando há o aumento do nível das águas de um rio ocasionado por fortes precipitações, mas sem transbordamento do leito menor do rio. Já a inundação acontece quando o transbordamento d'água se dá para além do leito menor ocupando também o leito maior das planícies fluviais.

Carvalho et al. (2007), expõem que as enchentes ou cheias caracterizam-se pela elevação do nível de água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão chegando a atingir a cota máxima do canal, porém não há extravasamento. Nas inundações há o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação, também conhecida como área de várzea.

No entanto, as enchentes não resultam apenas do aumento das chuvas, mas, principalmente, do aumento da velocidade das águas de escoamento superficial, causado pela impermeabilização do solo. Além disso, todos os dias, os rios recebem uma carga de águas servidas, o esgoto, o que também contribui para aumentar a quantidade de água no leito dos rios (Poli, 2013).

Outro elemento que precisa de diferenciação são os alagamentos, enquanto as inundações têm um perfil natural, os alagamentos, na maioria das vezes, acontecem por causas antrópicas (Figura 7). Em área urbana, eles ocorrem devido à sucessivas falhas nas redes de drenagem, onde não é possível haver o escoamento de águas pluviais, ocasionando assim o seu acúmulo, o que causa sérios transtornos para a população.

Figura 7 - Perfil esquemático dos episódios de enchente, inundação e alagamento



Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campo/SP, 2011.

Para Grilo (1992), os alagamentos ocorrem, geralmente, em áreas planas ou com depressões e fundos de vales, com o escoamento superficial comprometido pela topografia e falta ou insuficiência de um sistema pluvial no ambiente urbano. Ainda, quanto menor a extensão de áreas verdes, menor a infiltração de água no solo, que alimenta os aquíferos suspensos, causando menor auxílio para o escoamento superficial, as quais poderiam atenuar as causas dos mesmos.

Entendendo a diferenciação entre esses três termos: inundação, alagamento e enchentes, cabe afirmar que aqui será trabalhado com a inundação, visto que é um dos fenômenos identificados na área de estudo (bairro da Vila Embratel, São Luís - MA). Sendo assim, Tucci (2008) explica que ocorre inundações por dois motivos: o primeiro em áreas ribeirinhas, quando a área do leito menor do rio é ocupada pela população; já o segundo é por causa da urbanização, quando as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude em razão da impermeabilização do solo e da construção da rede de condutos pluviais, causando inundações.

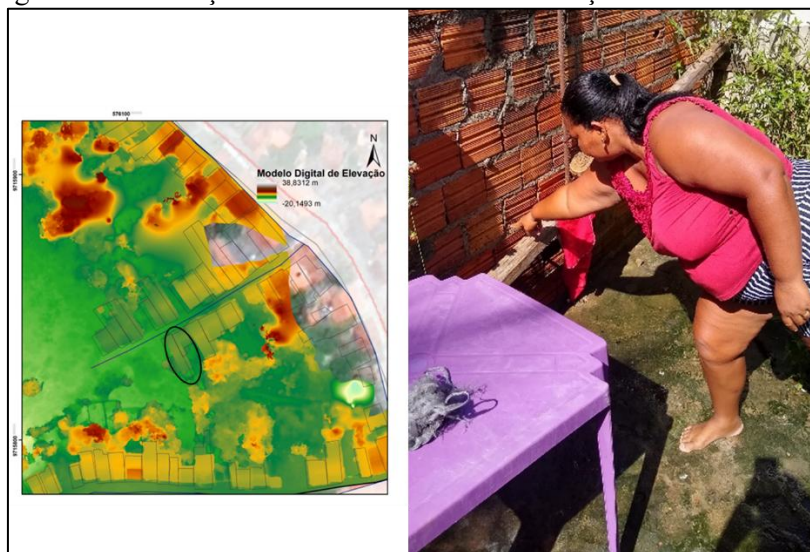
Na presente pesquisa, se trata de inundação por ocupação das planícies ou várzeas de rio, visto que a área não é tão densamente urbanizada, não sendo motivo para uma considerável impermeabilização do solo. Na figura 8 e 9 percebe-se que a área que possui a mesma cota altimétrica do leito do rio está ocupada pela população, que é, justamente a área que sofre as consequências das inundações no bairro da Vila Embratel.

Figura 8: Perfil Topográfico do afluente do rio Bacanga no bairro da Vila Embratel



Fonte: Extraído de Google Earth. Imagem no ano de 2019.

Figura 9: Localização de um dos setores de inundação na área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A probabilidade e ocorrência de inundação é analisada pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicas, sendo elas, formas do relevo, características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; características do solo e o teor de umidade e presença ou ausência da cobertura vegetal (Amaral e Ribeiro, 2009). Cada elemento desse tem uma contribuição significativa para a ocorrência de inundações, no entanto, a falta de planejamento adequado e instalação de moradias em áreas impróprias são elementos antrópicos preponderantes para o acontecimento desse fenômeno.

Infelizmente, o gerenciamento atual não incentiva a prevenção desses problemas, já que, à medida que ocorre a inundação, o município declara calamidade pública e recebe recurso a fundo perdido. Como a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não-estruturais, que envolvem restrições à população, dificilmente um prefeito buscará esse tipo de solução, porque geralmente a população espera por uma obra. Ao passo que, para implementar as medidas não-estruturais, ele teria que interferir em interesses de proprietários de áreas de risco, que politicamente é complexo em nível local (Tucci, 2008).

Sendo assim, para modificar esse cenário, é necessário um programa em nível municipal para apoiar soluções técnicas dos municípios e a educação da população, visto que a busca por uma sociedade que saiba lidar e adaptar-se com esse tipo de eventos se dá através do conhecimento do risco. Além disso, um fator que surte resultado é a atuação junto aos bancos e empresas que financiam obras em áreas de risco através dos inventivos públicos.

## **CAPÍTULO 2**

# **INDICADORES DE RISCOS DE DESASTRES**



# INDICADORES DE RISCOS DE DESASTRES

Este capítulo tem como objetivo principal conhecer Indicadores de Exposição e Vulnerabilidade Social no estudo de Riscos de Desastres; compreender a importância da Percepção de Risco em Escala de Detalhes e das Geotecnologias como Ferramenta de Análise de Risco em Escala de Detalhes e, por fim, entender a Exposição como Aspecto Físico-Natural do Risco e a Vulnerabilidade como Aspecto Social do Risco.

## 2.1 Análise da Exposição Física como aspecto Ambiental do Risco

De acordo com Cardona (2004) exposição é a condição de suscetibilidade que apresenta um assentamento humano de ser afetado por estar numa área de influência de fenômenos perigosos e por sua falta de resistência física diante deles. Para Cutter (2005) e Gall (2007) a ameaça de exposição depende da proximidade do perigo natural, da velocidade do início do evento, da duração do evento, da sua extensão espacial e da probabilidade (risco) com que um perigo de magnitude e frequências específicas ocorrem.

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2004) a exposição define elementos de risco e pessoas expostas a um perigo, ou seja, elementos localizados em uma área dentro da qual eventos perigosos podem ocorrer (Cardona, 1990; UNISDR, 2004 e 2009). Portanto, se uma porção e seus recursos não estão localizados em (ou expostos a) espaços potencialmente perigosos, não existe nenhum problema de risco de desastre. A exposição é um determinante do risco, mas não exclusivo. É possível estar exposto, mas não vulnerável (Almeida, Welle e Birkmann, 2016). No entanto, para ser vulnerável a um evento extremo, é necessário também ser exposto (Cardona et al., 2012).

Segundo Almeida, Welle e Birkmann (2016) dentro da comunidade de pesquisa de risco natural, a exposição abrange pessoas, recursos, infraestrutura, produção, ativos, serviços, ecossistemas e sistemas socioeconômicos acoplados expostos ou propensos a serem afetados por um evento de risco. A exposição também pode ser diferenciada em termos espaciais (extensão geográfica), temporal (duração do evento e das consequências que ele pode causar) e magnitude.

A Exposição se refere à desvantagem de um elemento ou sistema devido à sua localização, quer seja em uma área de encosta, áreas ribeirinhas de inundação,

comunidades próximas à vulcões ativos, etc. A Exposição nada mais é do que a sobreposição das características naturais da área com os elementos que se encontram nela, sejam pessoas ou recursos naturais e/ou materiais.

Exposição refere-se ao inventário de elementos em uma área na qual eventos de risco podem ocorrer (Cardona, 1990; UNISDR, 2004, 2009b). Portanto, se a população e os recursos econômicos não estivessem localizados em (expostos a) locais potencialmente perigosos, não haveria problema de risco de desastre. Embora a literatura e o uso comum frequentemente confundam exposição e vulnerabilidade por engano, eles são distintos. A exposição é um determinante de risco necessário, mas não suficiente. É possível ser exposto, mas não vulnerável (por exemplo, vivendo em uma planície de inundação, mas com meios suficientes para modificar a estrutura e o comportamento da construção para mitigar a perda potencial) (Figura 10). No entanto, para ser vulnerável a um evento extremo, é necessário também ser exposto (Cardona *et al*, 2012).

Figura 10: “Casa Anfíbia” construída na Colômbia para enfrentar enchentes



Fonte: Arboleda e Batista, 2016.

No entanto, existem alguns desafios específicos em medir exposição que devem ser considerados, como por exemplo, fatores relacionados às mudanças climáticas: elevação do nível do mar e seca, que diferem de acordo com características específicas de cada um, como extensão geográfica, intervalo de frequência e magnitude (Almeida, Welle e Birkmann, 2016). As causas da exposição a estes tipos de eventos consideram a

ocupação humana, falta de planejamento urbano e maior preocupação com os fatores humanos, cabendo aos afetados o ofício de sua capacidade de lidar e de adaptar-se ao evento, isto, portanto se refere ao nível de vulnerabilidade que o indivíduo ou população tem.

É importante compreender que tipo de ambientes são mais propensos a terem maior exposição ao risco, pensando nisso Cardona *et al* (2012) elenca algumas dimensões ambientais que potencializam a exposição, são eles: sistemas naturais potencialmente vulneráveis (como zonas costeiras, regiões montanhosas, terras secas e áreas ribeirinhas e com solos friáveis); Impactos nos sistemas (por exemplo, inundações, movimentos de massa, alagamentos, elevação do nível do mar); Mecanismos que causam impactos e Respostas ou adaptações às condições ambientais.

A exposição física de seres humanos a riscos foi paulatinamente moldada por padrões de assentamento de paisagens propensas a riscos, pelos benefícios compensatórios que eles oferecem. Além disso, segundo Westgate e O'Keefe (1976) no contexto das mudanças climáticas, a exposição física em muitas regiões também aumenta devido à extensão espacial de riscos naturais, como inundações, áreas afetadas por secas ou regiões delta afetadas pela salinização. Isso não torna os habitantes desses locais vulneráveis porque eles podem ter capacidade para resistir aos impactos de eventos extremos; essa é a diferença essencial entre exposição e vulnerabilidade. A dimensão física começa com o reconhecimento de um vínculo entre um fenômeno físico ou natural extremo e um grupo humano vulnerável.

A exposição compreende aspectos da geografia, localização (Wilbanks, 2003) e padrões de assentamento e estruturas físicas (Shah, 1995; UNISDR, 2004), incluindo infraestrutura localizada em áreas sujeitas a riscos ou com deficiências na resistência ou suscetibilidade a danos (Wilches-Chaux, 1989). Além disso, o modelo de vulnerabilidade dos perigos de lugar de Cutter (1996) refere-se expressamente à dimensão temporal que, ao reconhecer a natureza dinâmica da vulnerabilidade de lugar, defende uma abordagem mais sutil.

## 2.2 Análise da Vulnerabilidade como aspecto Social do Risco

O conceito de vulnerabilidade evoluiu a partir das ciências sociais e foi introduzido como uma resposta à percepção do risco de desastre puramente orientada para os riscos na década de 1970 (Schneiderbauer e Ehrlich, 2004). Embora ainda haja muitas

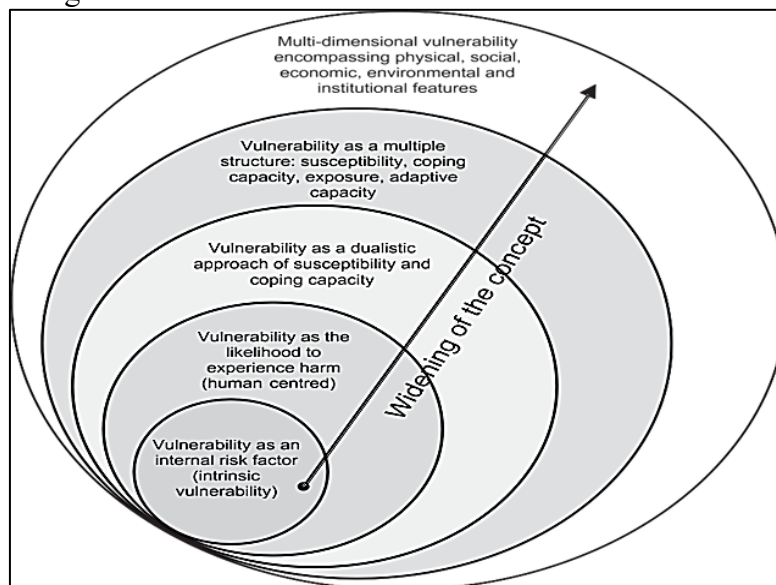
incertezas sobre o que o termo vulnerabilidade abrange, Cardona (2004) destaca que esse conceito ajudou a esclarecer os risco e desastre. O autor destaca a vulnerabilidade como uma predisposição intrínseca a ser afetada ou suscetível a danos; isso significa que a vulnerabilidade representa o sistema ou a suscetibilidade física, econômica, social ou política da comunidade a danos como resultados de um evento perigoso de origem natural ou antropogênico.

Segundo Birkmann (2006), uma das definições mais conhecidas sobre o conceito de vulnerabilidade foi formulada pela Estratégia Internacional para a Redução de Desastres - UN/ISDR (2004) que define a vulnerabilidade como condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto do perigo.

A vulnerabilidade é um fator determinado pelas condições sociais dos moradores, das suas moradias e entorno, principalmente, no que se refere à sua percepção ambiental e social. A análise da vulnerabilidade também inclui características específicas dos moradores como condições de educação, renda, saúde, entendimento do meio, por fim, ressalta-se a importância de entender as adversidades do ambiente.

Segundo Birkmann (2005) para explicar os conceitos que permeiam a definição de vulnerabilidade, as “Esferas-Chave” (Figura 11) são essenciais para entender o seu funcionamento. A primeira esfera sugere as condições do elemento exposto ou da comunidade em risco como características centrais da vulnerabilidade (UN/ISDR, 2004; Cardona, 2004; Wisner, 2002). A segunda, se refere às condições que aumentam e determinam a probabilidade de ferimentos morte, perda e interrupção do sustento dos seres humanos (Wisner, 2002). A terceira esfera pode ser associada à estrutura dualista de vulnerabilidade, que enfatiza o fato de que a vulnerabilidade é moldada e determinada pela probabilidade de lesão e pela capacidade de lidar e recuperar-se dessas tensões e impactos negativos do evento perigoso (Wisner, 2002). Já a quarta esfera amplia o conceito de vulnerabilidade para uma multiestrutura que abrange exposição, sensibilidade, suscetibilidade, capacidade de enfrentamento, adaptação e resposta (Birkman, 2006).

Figura 11: Esferas-chave do conceito de vulnerabilidade



Fonte: Birkmann (2005)

Segundo Birkmann (2006) uma segunda escola define a vulnerabilidade como um componente dentro do contexto de perigo e risco. Ela vê vulnerabilidade, capacidade de enfrentamento e exposição como recursos separados e a estrutura conceitual do risco seria a soma dessas medidas (Figura 12). Para Davidson (1997) e Bollin *et al.* (2003) enquanto o risco é definido através da sua probabilidade e gravidade, a exposição é caracterizada por estruturas, população e economia e a vulnerabilidade tem uma dimensão de análise física, social, econômica e ambiental.

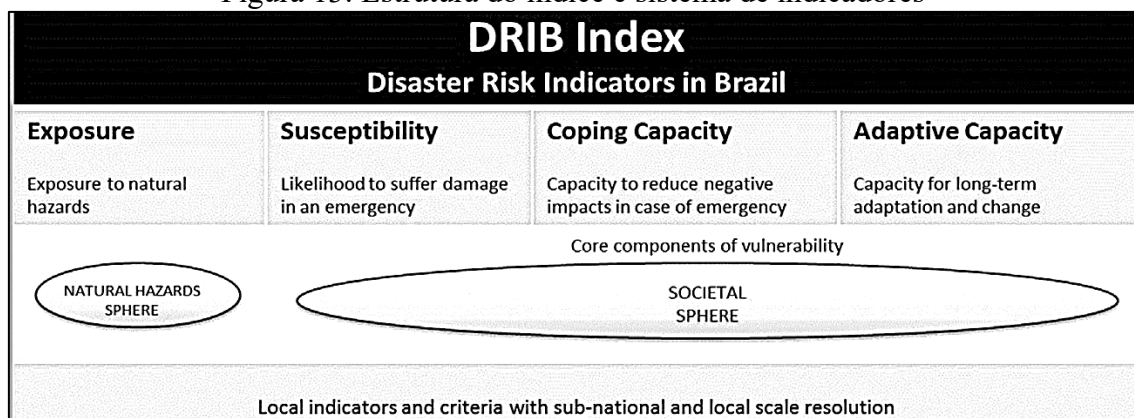
Figura 12: Estrutura conceitual para identificar o risco de desastres



Fonte: Davison (1997) e Bollin *et al* (2003)

Com uma perspectiva semelhante em alguns aspectos, os estudos de Almeida, Birkmann e Welle (2016) mostram que a vulnerabilidade de uma sociedade ou de um país não é o mesmo que a exposição a riscos naturais. Aquela trata de um conjunto de três grandes fatores sociais (suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação) que são analisados separadamente e, posteriormente, são sobrepostos. Já a exposição trata apenas das características físico-naturais da área e da população que ali está exposta, ou seja, mais próxima do perigo (Figura 13).

Figura 13: Estrutura do índice e sistema de indicadores



Fonte: Almeida *et al.* (2011)

Este é o modelo-base que será utilizado nesta pesquisa, pois é o mais completo e dispõe de uma gama de indicadores sociais que podem ser usados em micro e macro escalas de análise. Para uma completa análise de risco, é necessário a compreensão das dimensões físico-naturais e sociais que permitem com que o evento e suas consequências aconteçam, as quais são contempladas neste modelo. A seguir será explicitado sobre cada um dos indicadores presentes no modelo: exposição e vulnerabilidade social (suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação).

A exposição se refere a análise físico-natural da área, onde é identificado o tipo de perigo a que a área está propensa. O modelo dá ênfase aos quatro perigos que mais afetam os Estados brasileiros - seca, inundação, movimentos de massa e elevação do nível do mar. No entanto, para a presente pesquisa os perigos abordados serão os movimentos de massa (que há em ambas as áreas) e inundação (que há no bairro Vila Embratel).

A vulnerabilidade, neste caso, se refere às características sociais da população (Foto 1), as quais, nesta pesquisa, se subdividem em três indicadores: suscetibilidade, que se refere às características de infraestrutura existentes nas residências e seu entorno; capacidade de lidar, que se refere à habilidade de enfrentar o desastre e a capacidade de

adaptação se refere à capacidade de adaptar-se ao local onde ocorrem, periodicamente, os eventos causadores de danos para a população.

Foto 1: Área sem infraestrutura e saneamento básico (Vila Embratel, São Luís - MA)



Fonte: Acervo da pesquisa (20/07/2018)

A suscetibilidade fornece uma visão geral das áreas mais propensas a serem afetadas negativamente por um risco natural ou pela mudança climática, considerando que esse indicador está intimamente relacionado com características estruturais como infraestrutura, capacidade econômica e nutrição, ele pode fornecer evidências básicas das vulnerabilidades específicas da sociedade (Welle e Birkmann, 2015).

A capacidade de lidar é uma dimensão que se refere a capacidade de um grupo ou sociedade tem para enfrentar e gerenciar desastres ou condições adversas que possam levar a um processo prejudicial causado por um fenômeno perigoso. Já a capacidade de adaptação abrange capacidades, medidas e estratégias que permitem que as comunidades mudem e se transformem para lidar com as consequências negativas esperadas dos riscos naturais e mudanças climáticas. Portanto, essas capacidades se concentram em recursos que permitem mudanças socioeconômicas e culturais dentro da sociedade (UNISDR, 2009 e Almeida, Welle e Birkmann, 2016).

### 2.3 Percepção de Risco Microlocal

O estudo de risco está associado diretamente às dimensões de exposição e vulnerabilidade social, sendo assim, iniciaremos tratando sobre a importância desta última em escala de detalhe, onde segundo Pidgeon (1992); Lujala, Lain e Rod (2014); Belo (2014) a percepção é uma ferramenta muito útil para a análise da vulnerabilidade social, onde é possível conhecer as características sociais, econômicas e a forma como os moradores concebem o risco. O que se entende por “percepção” propriamente dita diz respeito à opinião e atitudes dos moradores frente aos riscos. A extração de fatos sobre suas características sociais e econômicas isso é, relatórios sociais que cada indivíduo cede ao entrevistador através de perguntas direcionadas.

Em outras palavras, as pesquisas que envolvem a aplicação de questionários lidam diretamente com a opinião e percepção do entrevistado. Segundo Belo (2014) os estudos de percepção de riscos estão calcados em diferentes abordagens metodológicas, inter cruzando fronteiras psicológicas, antropológicas e sociológicas, sempre em busca de um esclarecimento: como as pessoas entendem e respondem a determinados riscos. Nessa mesma perspectiva Santos, Roxo e Neves (2008) afirmam que os estudos de percepção de risco buscam entender não apenas as opiniões que os indivíduos teriam sobre determinadas situações, mas também a discrepância nas opiniões entre público não especialista (leigo) e especialista.

A expressão “percepção de risco” trata sobre opiniões e atitudes - condutas - das pessoas que, em conjunto, levam à sua percepção. Para asseverar isso, Del Rio (1996, p.4) afirma que embora as percepções sejam “subjetivas para cada indivíduo, admite-se que existam recorrências comuns, seja em relação às percepções e imagens, seja em relação às condutas possíveis.”

Schmidt (2004) e Slovik (2002) partem do pressuposto de que, quando os especialistas julgam os riscos, suas respostas são orientadas com estimativas estatísticas, como por exemplo, o número de mortes em um determinado período, enquanto o juízo de risco dos leigos está relacionado a outras características como, por exemplo, o potencial catastrófico em relação ao futuro.

Sendo assim, Starr (1969) propôs questões relevantes para a discussão sobre o tema, que serviram de fundamentação para a consolidação de marcos teóricos e conceituais do campo da percepção de riscos. Abaixo, algumas dessas questões por ele levantadas (Quadro 3):

Quadro 3: Questões levantadas por Star sobre percepção de risco

1) O público está disposto a aceitar riscos “voluntários”, cerca de mil vezes mais do que os involuntários;
2) A estatística “risco de morte por doença” parece ser o critério psicológico utilizado para estabelecer níveis aceitáveis de outros riscos;
3) A aceitabilidade dos riscos parece ser proporcional à terceira potência dos benefícios (reais ou imaginados);
4) A aceitação social dos riscos é diretamente influenciada pela sensibilização do público para os benefícios de uma atividade.

Fonte: Elaborado pela autora (2022) com base em Star (1969)

Vale ressaltar que a vivência dos moradores locais com o risco é um fator preponderante para a percepção do mesmo. De acordo com Dessai *et al.* (2004) e Myers *et al.* (2013) a aprendizagem emocional baseada na experiência é mais eficaz na mudança de atitude em relação às questões de mudança climática e riscos de desastres do que a aprendizagem baseada no intelectual, que se baseia no processamento de informações sobre mudanças climáticas e suas possíveis consequências. Isto relacionado aos moradores, não aos estudiosos da temática.

A experiência direta de um risco tem o efeito de influenciar as pessoas à essa preocupação, pois ainda não foram encontradas evidências sistemáticas de que o fato de morar em uma área exposta tenha impacto sobre a atitude dos moradores. (Brody *et al.*, 2008 e Wachinger *et al.*, 2013). O fato de um indivíduo estar situado numa área de risco, mas ainda não ter sido vítima dele não quer dizer que este indivíduo se preocupe com as mudanças naturais e/ou antrópicas da área. Isso faz dessa pessoa alguém mais vulnerável ao risco, considerando a sua falta de percepção e/ou conhecimento da sua própria situação.

Esse fato não exclui a importância da opinião de cada morador, mesmo daqueles que não passaram pela experiência do desastre. Para tanto, a aplicação de questionários (Fotos 2 e 3) torna-se a ferramenta mais eficaz para a extração de dados primários sociais, de percepção e atitudes dos moradores para entender como se configura a vulnerabilidade da população local.

Fotos 2 e 3: Aplicação de questionários no bairro Vila Embratel, São Luís - MA



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro (23/07/2018 e 13/11/2019).

A escolha das perguntas, para este estudo, foi baseada na metodologia utilizada por Oliveira (2018), a qual bebeu à luz de UNU-EHS (2013) que tratam de três indicadores essenciais para a mensuração da vulnerabilidade social: suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação. Esses indicadores serão tratados com mais detalhes no capítulo 5 deste trabalho.

#### 2.4 Geotecnologias como ferramenta de análise de Risco Microlocal

A partir do uso das ferramentas de geotecnologias, a qualidade dos produtos cartográficos melhorou, proporcionando uma visão mais ampla da área em estudo através da sobreposição de uma maior gama de informações e com melhor qualidade. Segundo Ribeiro *et al* (2014) por geotecnologias entende-se o conjunto de ferramentas para tratamento da informação geográfica, em que se destaca o sensoriamento remoto, geoprocessamento, cartografia digital, sistema de posicionamento por satélite, etc.

Sabendo que o objeto de estudo da Geografia é o espaço geográfico com todas as suas relações e especificidades, as geotecnologias entram como um mecanismo que possibilita a representação desse espaço. A análise socioambiental é alvo de estudos que envolvem os conhecimentos técnicos, científicos e operacionais que dependem, muitas vezes, das geotecnologias para a operacionalização dos resultados (Louzeiro, 2018).

A geotecnologia é uma ferramenta útil para diversos estudos, inclusive os que consideram análises antrópicas e naturais, tais como a geologia, geomorfologia, pedologia, clima, hidrografia, hidrologia e tantos outros atributos físicos que são alvos de

pesquisas técnicas e acadêmicas. Já os fatores antrópicos têm destaque estudos sociais, econômicos, de saúde, mortalidade, natalidade, educação, emprego, renda e demais campos da sociedade que são analisados e operacionalizados para diferentes fins.

A utilização das geotecnologias pode ser feita com intuito de auxiliar pesquisas que subsidiem planos de manejo, planos diretores, planejamentos urbanos, zoneamentos ecológicos econômicos, Plano Municipal de Redução de Riscos, Planos de Contingência, etc. Dentre essas análises, Brasil (2012) também pode ser citado como um estudo advindo do planejamento ambiental e social, bem como as demais análises citadas, o risco também é considerado um tema que tem a necessidade do uso das geotecnologias para o seu devido planejamento e gestão com vistas à mitigação e prevenção.

Para Rezende e Rosa (2015) a identificação dos riscos a que uma população está sujeita quando está próxima ou inserida em áreas naturalmente mais vulneráveis é importante o uso de ferramentas e metodologias que facilitem a identificação e análise apurada da situação, oferecendo aos gestores públicos subsídios técnicos para tomada de decisão e para a própria população conhecimento de risco e formas de lidar com ele.

Existem inúmeras técnicas para aquisição de imagens, mas dentre as novas plataformas de obtenção desse tipo de produto de Sensoriamento Remoto, as ARP (Aeronave Remotamente Pilotadas), popularmente conhecidos como drones vem ganhando cada vez mais destaque. Segundo Longhitano (2010) Gregorio et al. (2015) os ARPs apresentam vantagens técnicas e econômicas se comparados aos métodos tradicionais de aerolevanteamento. O uso de ARPs em estudos geográficos é recente no Brasil, mas se observa um grande potencial de aplicação dessa tecnologia em diversas análises dessa ciência. Segundo Buffon, Sampaio e Paz (2018) as ortofotos obtidas com ARP constituem importante ferramenta para análise da problemática socioambiental na perspectiva de riscos e vulnerabilidades.

O uso de ARPs é muito eficiente para análise de pequenas áreas, como por exemplo, bairros, ruas e casas. A utilização desse equipamento é essencial para situações onde o imóvel está fechado, quando o acesso é limitado ou até mesmo quando a situação de risco é desconhecida. Esta tecnologia auxilia não apenas em registros de imagens, mas também para análise de profundidade, ou seja, é possível gerar, através de programas de geoprocessamento, a altimetria e declividade da área em escala de detalhe. Tal função facilita substancialmente o diagnóstico de áreas de risco de movimentos de massa, risco de inundação, alagamentos, desabamentos, etc.

No entanto, é mais comum ver pesquisas que tratam sobre a utilização e eficiência do ARP no pós-desastre como ferramenta para rápida localização de pessoas feridas, avaliação dos danos causados e desenvolvimento de planos para reparar esses danos, dentre outros fatores.

Como afirma Griffin (2015) os ARPs têm o potencial de fornecer um aprimoramento significativo na previsão e mapeamento de riscos e ocorrência de eventos de desastres, pois podem ser pré-programados para percorrer trajetos de voo específicos sobre os principais cursos do rio, bancos de diques e infraestrutura para capturar imagens para exame e avaliação. Após um evento, os dados da linha de base podem ser usados para apoiar as avaliações de danos e auxiliar na priorização da atividade de recuperação, por exemplo, remoção de detritos ou reconstrução das principais estradas e pontes.

Essa tecnologia também é eficiente nas ações pré-desastres, principalmente na identificação de áreas prioritárias de risco. Pesquisadores em Taiwan desenvolveram um sistema para automatizar a detecção de deslizamentos de terra usando ARPs de asa fixa, bem como o uso de ARPs para avaliar rapidamente os danos causados por deslizamentos de terra (Rau et al. 2011). Embora esse trabalho tenha se concentrado em avaliações em larga escala, os pesquisadores espanhóis usaram um pequeno VAV multivotores para mapear deslizamentos de terra em aterros (Carvajal et al. 2011). Esta pesquisa mostrou que este era um método eficiente de fornecer um produto fotográfico que cobria uma lacuna entre a fotogrametria aérea tradicional e os produtos de levantamento feitos à mão. Mais pesquisas na França identificaram os sensores baseados em ARP de baixo custo para monitorar deslizamentos de terra.

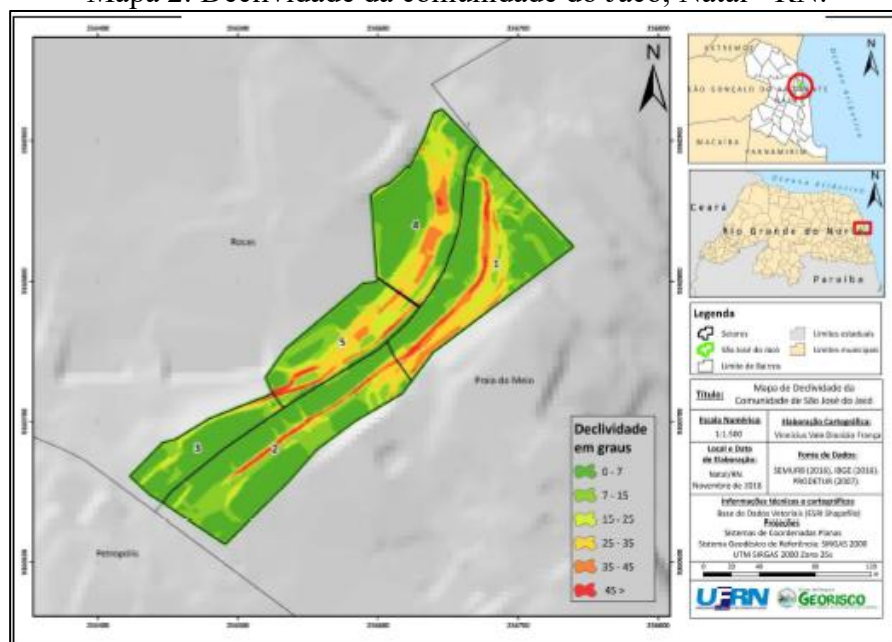
Algumas pesquisas no Brasil também utilizaram do ARP como ferramenta para possibilitar análises de áreas de riscos de desastres, como o trabalho de França (2018) que fez um estudo sobre os níveis de exposição a movimentos de massa na comunidade São José do Jacó, Natal/RN (Foto 4 e Mapa 2), o qual usou de levantamentos aerofotogramétricos para gerar do Modelo Digital de Superfície, que deu subsídio para extrair a declividade e altimetria da área de estudo.

Foto 4: Imagem de parte da Comunidade do Jacó, Natal - RN



Fonte: França (2018).

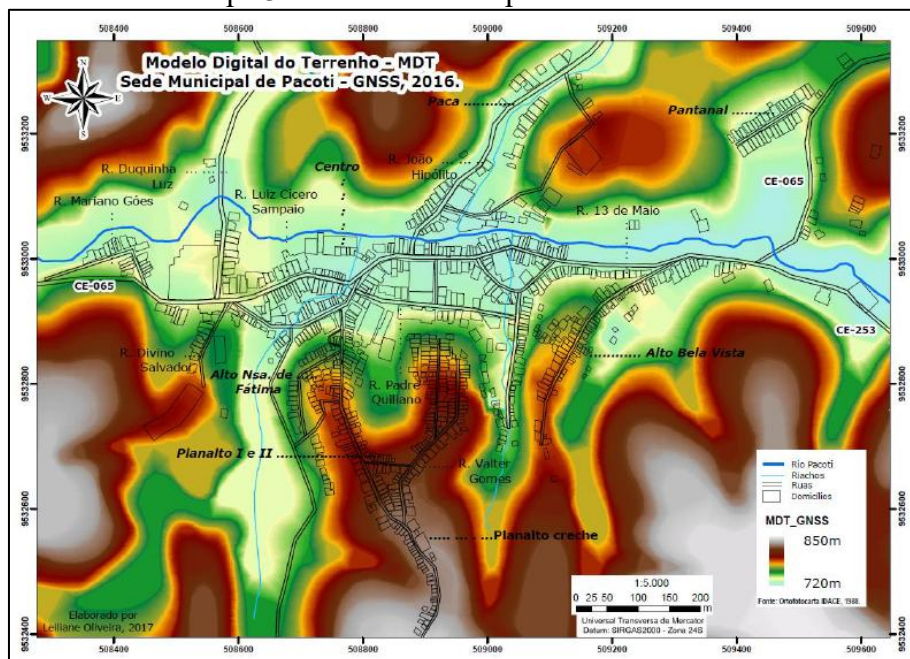
Mapa 2: Declividade da comunidade do Jacó, Natal - RN.



Fonte: França (2018)

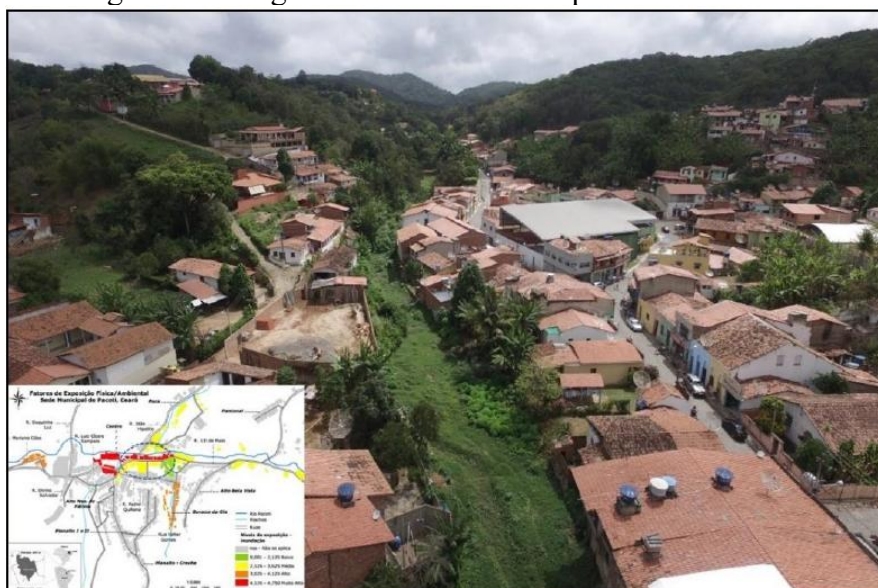
Outro exemplo é o trabalho de Oliveira (2018) que utilizou do ARP como uma ferramenta essencial para a identificação de áreas com maior declividade e altimetria através da geração do MDS e curvas de nível (Mapa 3 e Figura 14). A autora realizou um trabalho sobre análise de risco de movimento de massa e inundação no município de Pacoti - CE e tinha como objetivo produzir indicadores de vulnerabilidade e risco de desastres em Escala Microlocal.

Mapa 3: MDT do município de Pacoti - CE.



Fonte: Oliveira (2018).

Figura 14: Imagem de ARP do município de Pacoti – CE.



Fonte: Oliveira (2018).

Em ambos os trabalhos, as imagens de ARP auxiliaram na compreensão dos espaços em maior risco através da produção do índice de exposição e vulnerabilidade aos riscos de movimento de massa e inundação, identificando as áreas mais críticas. As imagens também possibilitam a análise mais ampla das características intrínsecas ao local e da localização exata dos domicílios para uma identificação mais precisa.

## 2.5 Indicadores de Exposição Física e Vulnerabilidade Social no estudo de Riscos de Desastres

Para a análise de riscos em Escala Microlocal é importante saber qual será a área de estudo (recorte geográfico) e identificar que tipo de análise se deseja extrair (recorte temático). Com isso é possível aferir sobre as características específicas que a área possui e entender como funciona a sua dinâmica. Para isso é necessário a delimitação de variáveis que comporão o sistema de indicadores, agrupá-las e determinar que tipo de análises serão utilizadas para o alcance dos resultados.

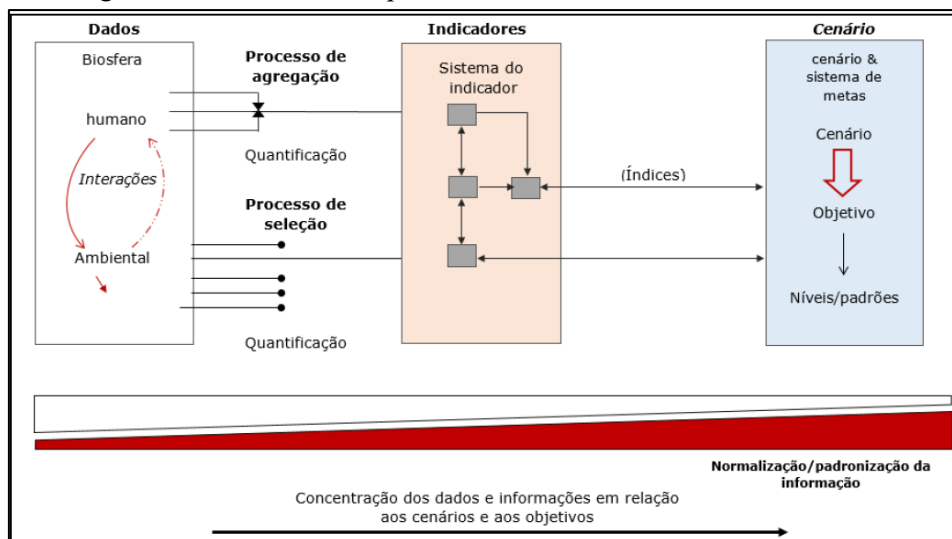
Segundo Santos (2010) essa delimitação é feita durante o processo de planejamento da seleção, coleta e agrupamento dos dados. Isto facilita o processo de aplicação da metodologia e auxilia o uso do indicador em outros trabalhos. Segundo Van Bellen (2002) o objetivo principal dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando, com isso, melhorar o processo de comunicação.

Malheiros Philippi e Coutinho, (2008) enfatizam que o papel dos indicadores como ferramenta é o estabelecimento de uma visão de conjunto que exige um processo de avaliação de resultados em relação às metas estabelecidas sobre o tema escolhido, provendo às partes interessadas condições adequadas de acompanhamento e dando suporte ao processo decisório.

Os indicadores podem comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta, mas também podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno que não seja imediatamente detectável (Hammond, 1995).

Birkmann (2006) afirma que a qualidade do indicador é determinada pela capacidade de indicar a característica de um sistema para o objetivo proposto. A interação entre indicadores, dados, objetivos, metas e cenários como mostra a Figura 15 que indica que o desenvolvimento do indicador deve-se relacionar com a coleta de dados, mas também os pressupostos e julgamentos feitos na seleção das questões, bem como a avaliação da utilidade do indicador é precedido após a delimitação de objetivos, metas e cenários bem definidos.

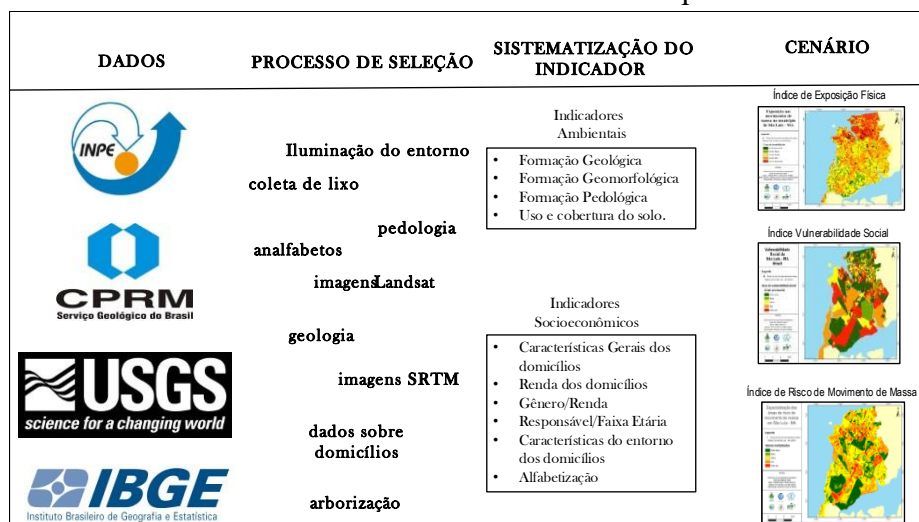
Figura 15: Modelo de três pilares: indicadores, dados e cenários/met



Fonte: Elaborado por Oliveira (2018) adaptado de Birkman (2006)

Para exemplificar esse processo de escolha, agregação e quantificação de indicadores, Louzeiro (2018) fez uso de dados específicos para análise de riscos de movimento de massa no município de São Luís – MA. A partir da escolha dos dados, estes passaram por um processo de seleção (Figura 16), excluindo os dados desnecessários e permanecendo os que seriam usados; após a escolha, esses dados foram agregados e sistematizados, transformando-se em indicadores socioeconômicos e ambientais. Com o tratamento estatístico adequado, esses indicadores foram base para o resultado final (cenário): índice de exposição física, índice de vulnerabilidade social e índice de risco de movimento de massa para a área de estudo.

Figura 16: Processo de sistematização de indicadores ambientais e socioeconômicos para análise de risco de movimento de massa no município de São Luís – MA.



Fonte: Elaborado pela autora (2022) com base em Louzeiro (2018).

Na presente pesquisa foram utilizados indicadores de exposição física e vulnerabilidade social. As variáveis escolhidas tiveram como base estudos sobre o tema, tais como os de Guerra (2009) que produziu uma ficha de análise com indicadores de “deslizamentos” e “enchentes” (Quadro 4) as quais foram adaptadas para movimento de massa e inundação; e Oliveira (2018) que produziu indicadores sociais visando analisar a vulnerabilidade social do município de Pacoti – CE através de três elementos: suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação (Quadro 5).

Quadro 4: Fatores Físicos de Exposição aos deslizamentos de terra e enchentes

Fatores de Vulnerabilidade para Deslizamentos de Terra	Fatores de Vulnerabilidade para Enchentes
Declividade (medida em graus)	Drenagem natural (quantidade de canais)
Drenagem natural (quantidade de canais)	
Rede de esgoto sanitário	Lançamento de detritos (lixo/entulho) dentro ou nas margens dos rios
Rede de águas pluviais	
Abastecimento de água	
Lançamento de detritos (lixo/entulho)	Cobertura vegetal
Existência de cortes e/ou aterros	
Existência de obras de estabilização	
Cobertura vegetal	Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)
Existência de matacões (superficiais)	
Aspectos litoestruturais	Grau de assoreamento dos canais por sedimentos
Qualidade estrutural das moradias	
Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	Impermeabilização das encostas contribuintes
Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	
Aspectos geotécnicos	Drenagem em direção ao rio principal
Densidade de ocupação da encosta (%)	

Fonte: Guerra et al (2009)

Quadro 5: Indicadores de Vulnerabilidade Social

VULNERABILIDADE SOCIAL		
1 - Suscetibilidade	2 - Capacidade de Lidar	3 - Capacidade Adaptativa
1.1 - Infraestrutura pública:	2.1 - Governanças e autoridades	3.1 - Educação
1.2 - Condições de habitação	2.2 - Preparação para desastres e sistema de alerta	3.2 - Equidade de gênero
1.3 - Nutrição	2.3 - Cuidados de saúde / assistência médica	3.3 - Meio ambiente; Estado ambiental; proteção do ecossistema
1.4 - Capacidade econômica e renda	2.4 - Redes sociais (autoproteção e proteção familiar em caso de desastres)	3.4 - Financiamento

Fonte: Oliveira (2018)

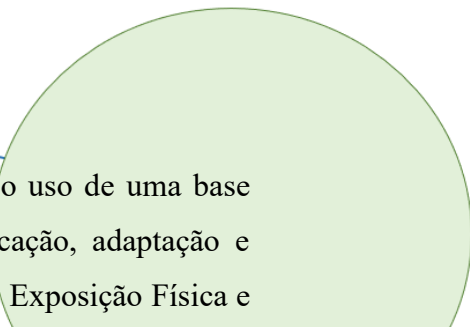
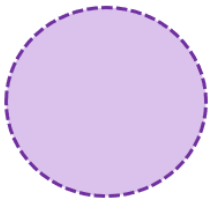

Segundo Oliveira (2018) a seleção, construção e desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade e exposição de risco de desastres é um desafio no Brasil, principalmente no que refere à política de organização e disponibilidade de dados nacionais e, principalmente a nível local. Então cabe aqui priorizar a importância da coleta de dados primários com o objetivo de construção de indicadores com o objetivo de analisar a exposição e vulnerabilidade frente aos riscos em Escala Microlocal.

## CAPÍTULO 3

# CAMINHOS PERCORRIDOS: METODOLOGIA DA PESQUISA



# CAMINHOS PERCORRIDOS: METODOLOGIA DA PESQUISA



Para a realização da análise da pesquisa foi necessário o uso de uma base teórico-metodológica já existente que serviu de suporte para aplicação, adaptação e criação de indicadores e variáveis capazes de mensurar os Índices de Exposição Física e Vulnerabilidade Social aos riscos de movimento de massa no bairro da Vila Embratel, São Luís - MA.

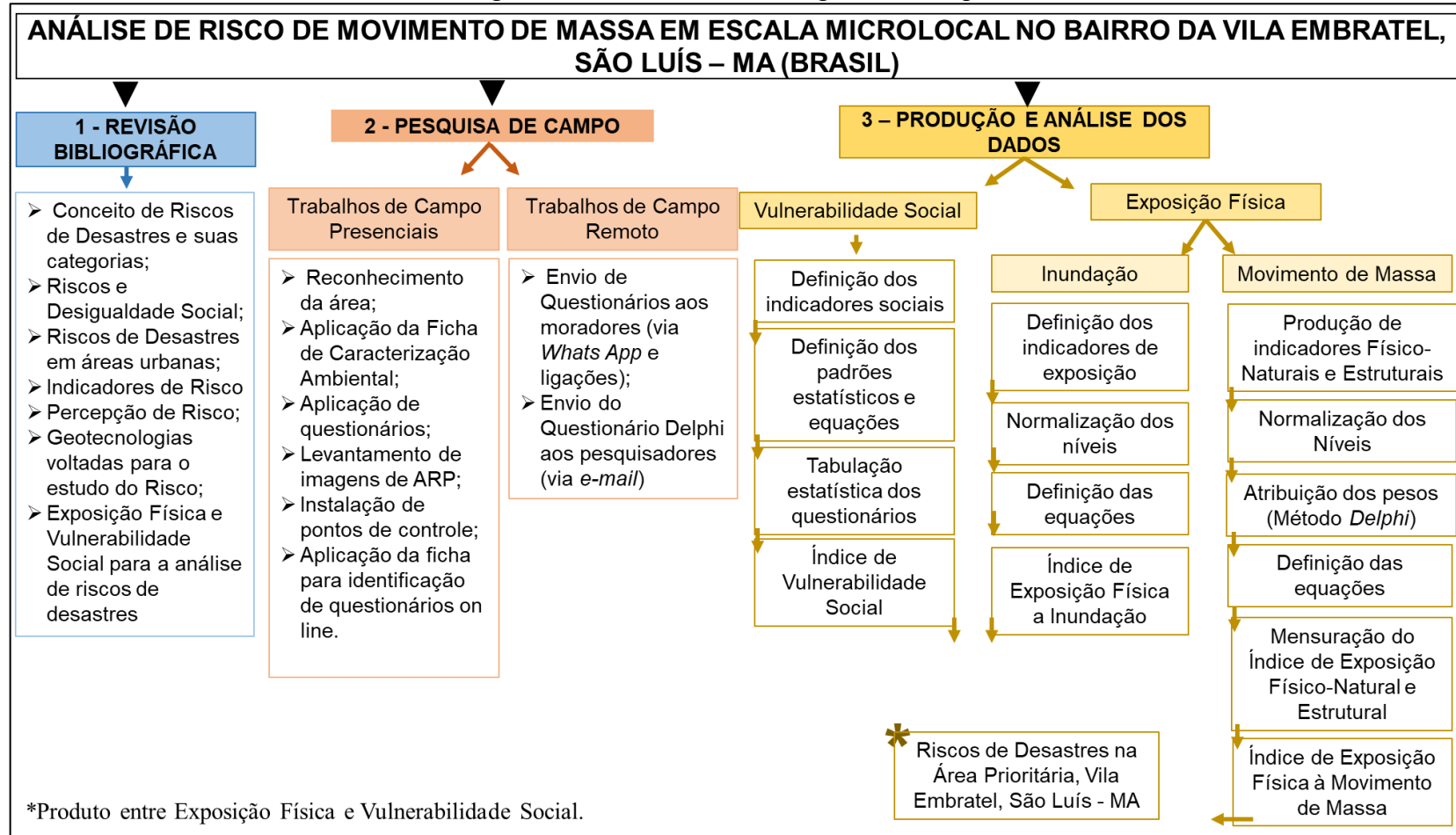
Para o Índice de Vulnerabilidade Social (InVS) foi utilizado a metodologia do DRIB de Almeida, Welle e Birkman (2016) e adaptada por Oliveira (2018) que produziu os indicadores de macro escala para indicadores de micro escala, a autora utilizou os indicadores de Suscetibilidade, Capacidade de Lidar e Capacidade de Adaptação. Já para o Índice de Exposição (InEx), a metodologia adotada por Guerra *et al* (2009) serviu de base para a adaptação, reconfiguração e produção de novos indicadores ambientais com a finalidade de analisar com mais critério as características intrínsecas à área de estudo. Posteriormente, foram calculados os Índices de Exposição Física (InEx) e o Índice de Vulnerabilidade Social (InVS) da área e com a sobreposição destes foi possível mensurar o Índice de Risco de Desastres (InRisco) da Área Prioritária de Riscos de Desastres do bairro Vila Embratel, São Luís – MA.

As fontes dos dados estão apoiadas, principalmente, em coletas primárias, tanto no que se refere à exposição física, quanto à vulnerabilidade social, visto que a escala de análise é a nível de bairro, casas, ruas e becos. A maior parte dos dados secundários disponibilizados nas plataformas digitais possuem uma escala insuficientes para análise local.

Para a caracterização dos indicadores de Exposição foi necessário o uso de imagens de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) juntamente com coleta de pontos com o um receptor GPS/GNSS RTK, que segundo Rodrigues (2014) é utilizado no levantamento dos pontos de controle/amarração da poligonal topográfica e em qualquer trabalho que adote as coordenadas planas retangulares UTM. A utilização do ARP com o GNSS auxiliou substancialmente na geração de dados de altimetria, declividade e para a classificação dos usos da área, principalmente na identificação das residências e demais imóveis da área de estudo. Para a coleta dos dados sociais foi aplicado um questionário com a população com perguntas referentes às três grandes dimensões do índice de vulnerabilidade social: suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação..

A Figura 17 mostra, de forma esquematizada, os percursos metodológicos

Figura 17: Percursos Metodológicos da Pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

### 3.1 – Atividades de Campo: coleta dos dados primários

Os trabalhos de campo presenciais foram divididos em seis principais finalidades: Reconhecimento a área de estudo para definir o recorte; Identificação os setores<sup>2</sup> do recorte espacial; Aplicação da ficha de caracterização físico-natural e estrutural; Levantamento aéreo em alta resolução da área de estudo através da Aeronave Remotamente Pilotada (ARP); Aplicação dos questionários presenciais com os moradores da área e Aplicação da ficha de identificação para os questionários on-line (Quadro 6).

Quadro 6: Atividades de campo presenciais

Quantidade de campos	Dia/Mês/Ano	Ruas visitadas	Finalidade
1	23/07/2018	3ª Travessa do Arame	- Reconhecimento da área para definir o recorte espacial
		Rua 6 de Abril	
		Rua da Estrela	
		Rua Santo Antônio	
		Rua São Félix	
2	26/07/2018	Rua São Pedro	- Reconhecimento da área para definir o recorte espacial
		1ª Travessa Padre Rafael	
		Rua 2 de Maio	
		Rua Bom Jesus	
		Rua João Evangelista	
		Rua 18	
		Rua João Abdala	
		Rua Bom Futuro	
3	18/07/2019	Rua Sebastião	- Aplicação da Ficha de caracterização físico-natural e estrutural
		Travessa Piancó	
		Rua do Arame	
		Rua da Estrela	
		1ª Travessa 6 de Abril	
4	19/07/2019	Travessa São José	- Aplicação da Ficha de caracterização físico-natural e estrutural
		Rua São Pedro	
		Rua São Félix (em cima)	
		3ª Travessa da Rua 10	
5	24/07/2019	Rua Santo Antônio	- Aplicação dos questionários presenciais
		1ª Travessa 6 de Abril	
		2ª Travessa 6 de Abril	
		Rua da Estrela	
		Rua do Arame	

<sup>2</sup> Estes setores se referem às subdivisões feitas no recorte da área de estudo denominado Área Prioritária de Riscos de Desastres do bairro Vila Embratel, São Luís – MA.

		Segunda Travessa São Pedro	
		Rua São Pedro	
		Travessa 6	
		1ª Travessa da Rua 6 de abril	
6	25/07/2019	Travessa da Rua 10	- Aplicação dos questionários presenciais
		Rua São Félix	
		2ª Travessa 6 de Abril	
7	13/08/2020	IEMA	- Levantamento de imagens através de ARP - Instalação dos pontos de controle com RTK.
		Av. Sabiá	
		Rua São Félix	
		Travessa São José	
8	02/12/2020	Av. Sabiá	- Levantamento de imagens através de ARP
9	03/12/2020	Rua da Estrela	- Aplicação da Ficha de Caracterização Físico/Natural
		2ª Trav. Seis de Abril	
		2ª Trav. São Pedro	
		Travessa São José	
10	05/07/2021	Av. Sabiá	- Aplicação da ficha de identificação para questionários on-line - Levantamento de imagens através de ARP
		Rua Santo Antonio	
		Rua São Félix	
		Trav. Da Rua Dez	
		2ª Trav. Seis de Abril	
		Travessa Seis de Abril	
11	06/07/2021	3ª Trav. Da Rua 10	- Aplicação da ficha de identificação para questionários on-line
		Rua São Félix	
		3ª Trav. Rua do Arame	
		Travessa Seis de Abril	
		2ª Travessa São Pedro	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

É importante destacar que durante todo o andamento das etapas de campo, a presença da Defesa Civil (Foto 5 e 6) foi fundamental, especialmente a pessoa do agente Lima Filho, o qual acompanhou todas as etapas de campo. Esse acompanhamento foi fundamental para o reconhecimento da área, visto que é uma área na qual os agentes da Defesa Civil de São Luís se fazem presente de forma periódica. Esse acompanhamento foi importante também durante as etapas de entrevistas, no relacionamento com os moradores, deixando-os mais à vontade para conversar e abrir suas casas para a análise da estrutura das residências e, principalmente, de seus quintais que é onde a maioria das encostas estão localizadas. Outro fator importante a ser destacado sobre a presença da Defesa Civil é a questão da segurança, visto que o bairro da Vila Embratel está localizado na periferia de São Luís e é considerado um local de lato grau de periculosidade.

Fotos 5 e 6: Acompanhamento da Defesa Civil de São Luís nas etapas de campo.



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro em 26/07/2018 à esquerda e 06/07/2021 à direita.

Além da Defesa Civil, houve também a colaboração da Universidade Federal do Maranhão na disponibilização de veículo em todos os dias de campo para o transporte da equipe. Esta equipe contou com os integrantes do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPA, alunos do Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e demais colaboradores da pesquisa, os quais foram essenciais nas etapas de aplicação de questionário e aplicação das fichas caracterização físico-natural e estrutural. O Instituto Estadual do Maranhão também colaborou servindo como base nos dias campo, o Instituto cedeu o seu espaço para sobrevoio com o ARP (Fotos 7 e 8), para estacionamento do veículo do campo e para a permanência da equipe de campo nos intervalos de almoço.

Fotos 7 e 8: Processo de instalação da base do RTK e testes para o levantamento de voo com ARP no IEMA.



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro em: 13/10/2020 à esquerda e 03/12/2020

Considerando o fator de periculosidade, a identificação da equipe de campo foi um fator imprescindível para o bom andamento das atividades. Infelizmente a Defesa Civil não dispunha de coletes o suficiente para toda a equipe, sendo então necessário a confecção manual de coletes (Foto 9) para que nenhum integrante da equipe de campo estivesse descaracterizado.

Fotos 9: Equipe de campo caracterizada com coletes improvisados.



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro em 18/07/2019 à esquerda e 06/07/2021

### 3.2 Recorte espacial: justificativa da Área Prioritária

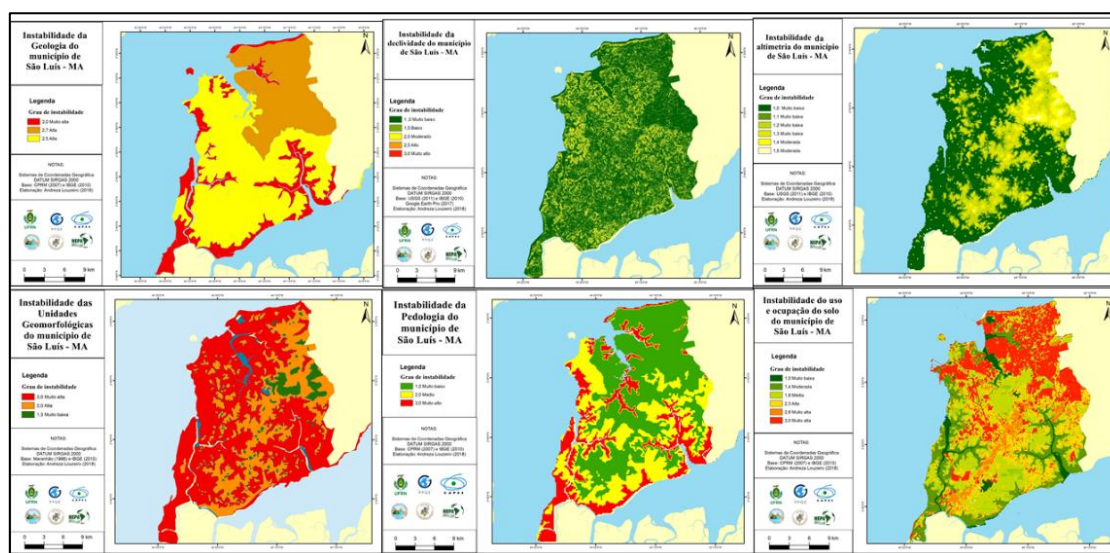
Para análise das características ambientais do bairro da Vila Embratel, é necessária a compreensão, primeiramente, do município de São Luís - MA e sua situação frente aos riscos de movimento de massa. Para tanto, o recorte se deu a partir da pesquisa de Louzeiro (2018) que fez levantamento das características físico-naturais e vulnerabilidade social do município de São Luís e a utilização de indicadores sociais como elementos determinantes para a construção do índice de vulnerabilidade social da área.

Segundo Silva (2012) a área é composta por formas agradacionais, que são as Planície fluvial, Planícies litorânea, Planície Flúviomarinha; e por formas denudacionais, compostas por Superfície Subtabular, Superfície Tabular e Superfície Dissecada; além dos cursos hídricos. Já a pedologia, estudos realizados pela SGB (2007) afirma que os solos presentes em São Luís são Latossolo, Argissolo, Neossolo e Gleissolo, com as

subordens argissolo vermelho amarelo, neossolo quartzarênico e associação de neossolo quartzarênico com latossolo vermelho amarelo.

A partir dessas características, pode-se inferir que se trata de uma área diversificada com relação à instabilidade dos seus elementos. Isto se dá devido a elementos como: pedologia, que apresenta os três tipos de solo com nível máximo de instabilidade; declividade que se mostra como um dos principais fatores naturais para a ocorrência de movimentos de massa; e geomorfologia, que apresenta instabilidade alta para a maior parte das formações geomorfológicas (Figura 18).

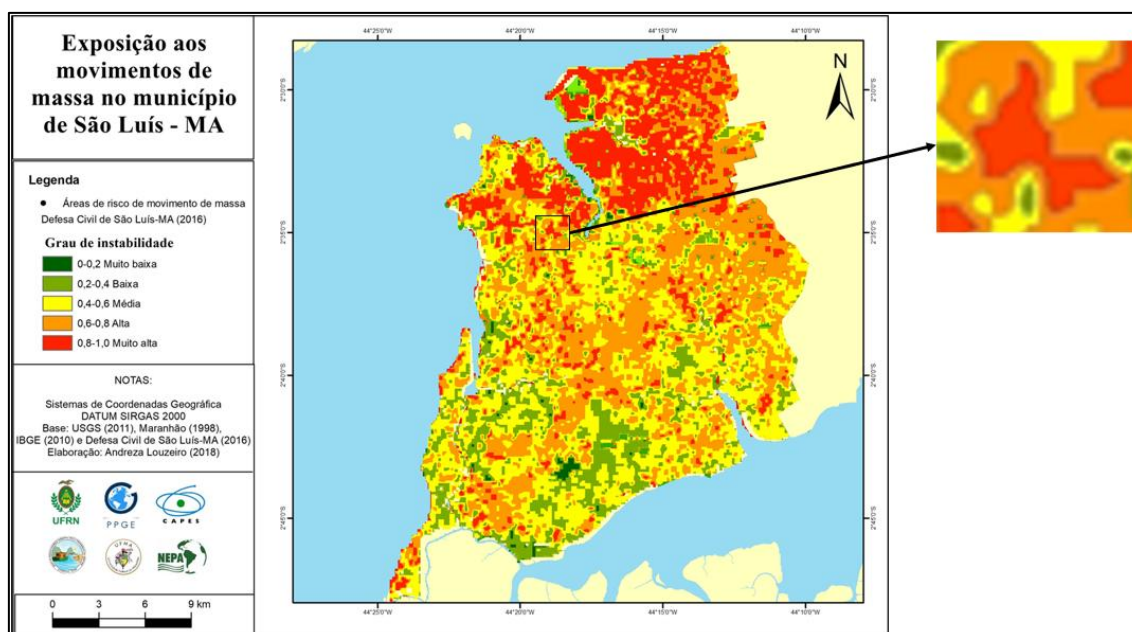
Figura 18: Composição de mapas de exposição aos movimentos de massa para cada característica natural no município de São Luís - MA



Fonte: Adaptado de Louzeiro (2018).

Segundo Louzeiro (2018) os valores de exposição muito alta na cidade de São Luís estão presentes nas áreas que apresentam características de material friável, alto grau de erosão e declividade acentuada e características geomorfológicas propícias a perda de solo (Figura 19). Esses elementos possuem instabilidade natural e/ou acentuada pela ação antrópica, ou seja, são elementos que, uma vez sobrepostos, têm maior capacidade de movimentação de solo, rocha ou detritos, dando origem à energia potencial dos materiais, a qual dependem da altitude e do grau de declividade da área.

Figura 19: Exposição aos movimentos de massa no município de São Luís – MA com destaque para a macha de exposição muito alta para a Área Prioritária de Riscos de Desastres no bairro da Vila Embratel.

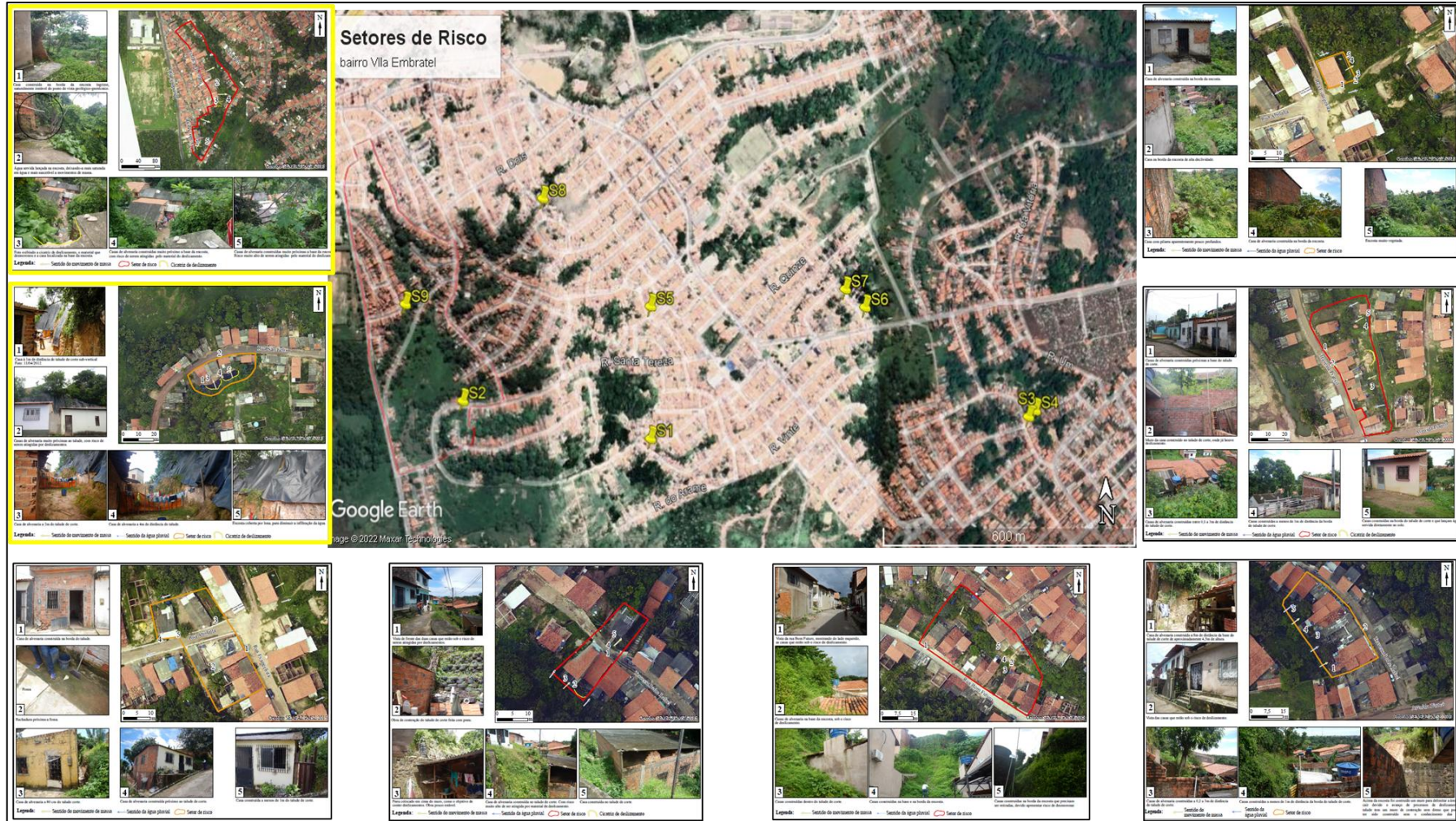


Fonte: Louzeiro (2018)

Também foram utilizadas as informações da SGB (2017), que publicou o relatório “Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes” para a cidade de São Luís identificando setores com risco de movimentos de massa, processos hidrológicos e feições erosivas. No bairro da Vila Embratel foram identificados nove setores de risco, distribuídos em: deslizamento planar e erosão fluvial, sendo oito de deslizamento. Foram realizadas visitas de campo, juntamente com a Defesa Civil, nessas áreas para identificar a área com a maior concentração de pontos e os mais expostos (Figura 20).

Cabe destacar aqui que a SGB (2017) trata essas áreas mapeadas como “setores de risco”, no entanto, aqui nesta pesquisa, o termo “setor” se refere às subdivisões feitas dentro do recorte escolhido para uma melhor organização metodológica.

Figura 20: Identificação espacial dos “setores” de risco da Vila Embratel, dando destaque (em fotos) para os riscos de movimento de massa



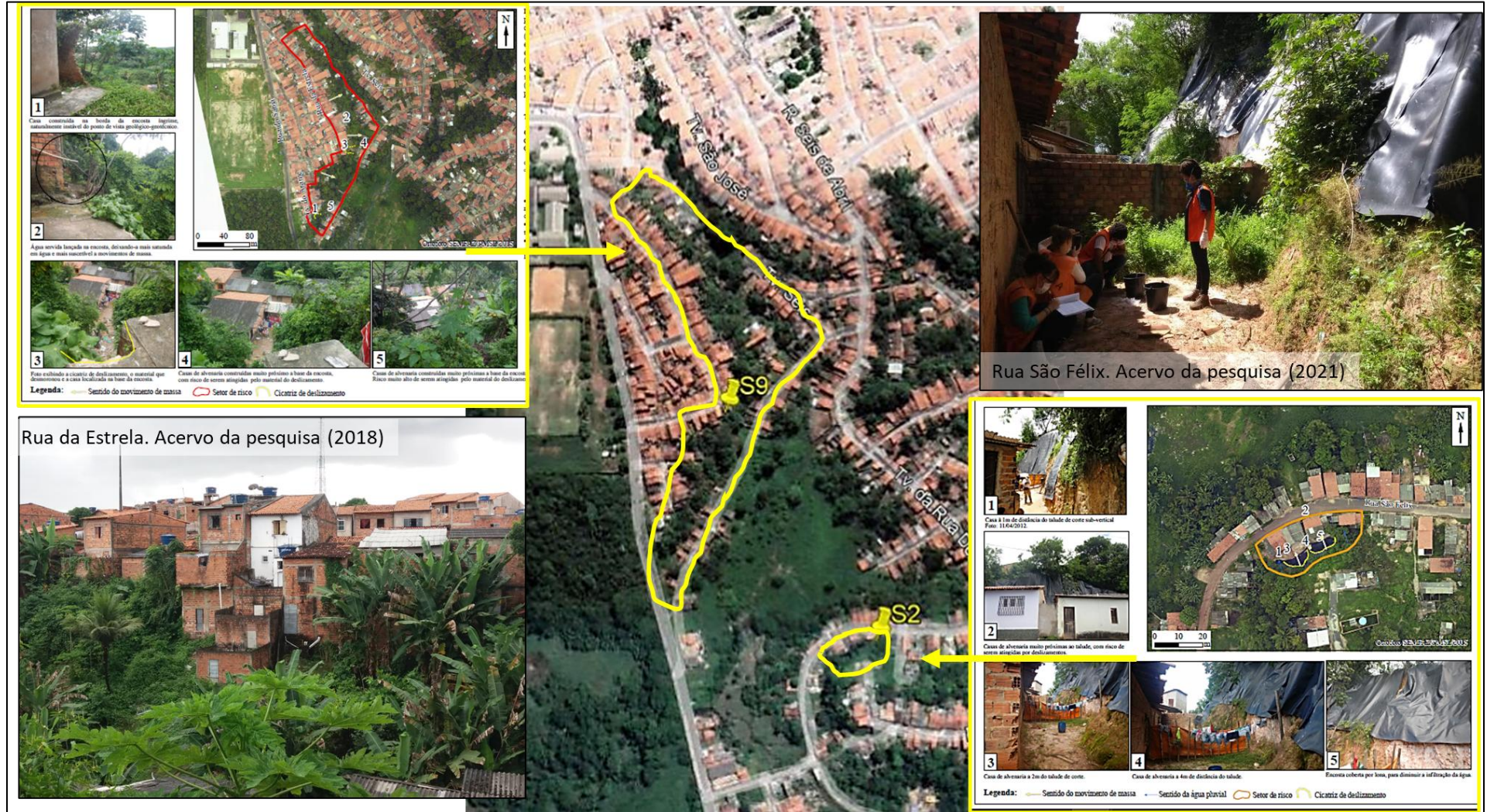
Fonte: Elaborado pela autora (2022) com base na SGB (2017)

A área escolhida está inserida numa concentração de dois “setores de risco” (Figura 21) mapeados pela SGB (2017), sendo um com a maior área territorial e maior quantidade de residências e pessoas atingidas, sendo denominada pela pesquisa por Área Prioritária de Riscos de Desastres no bairro da Vila Embratel. As demais áreas, por mais que estejam em risco alto e muito alto, estavam em menor área territorial e dispostas de forma mais espaçada, impossibilitando assim, um recorte que as contemplasse em conjunto.

Assim sendo, foi possível fazer um recorte da área prioritárias ao risco de movimento de massa no bairro Vila Embratel (São Luís - MA) (Mapa 2). Cabe ressaltar que as imagens do Google Earth foram utilizadas para a elaboração do mapa de localização das áreas e também para a setorização de ambas. Esse trabalho de setorização do recorte espacial auxiliou na logística e metodologia de campo e, posteriormente, na organização dos dados.

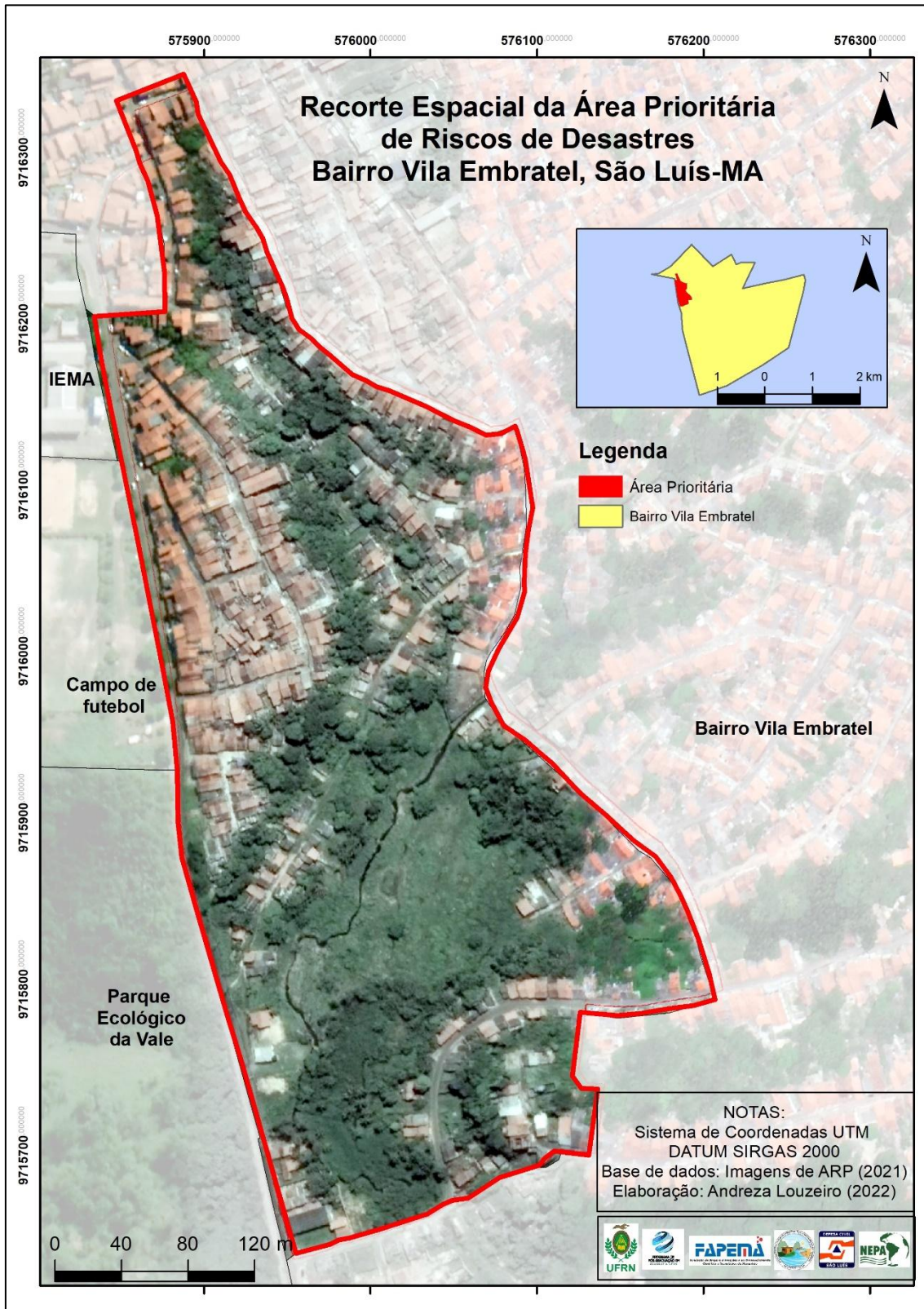
A partir da escolha do recorte das áreas de estudo, foram realizadas as divisões de setores em cada uma para facilitar a logística e organização dos dados. Sendo assim, o recorte no bairro da Vila Embratel (São Luís - MA) teve uma divisão de doze setores (Mapa 4). Os fatores utilizados foram a disposição da vegetação, áreas de planície de inundação, afluente do rio Bacanga, tabuleiros, áreas mais e menos urbanizadas e disposição das ruas. Cabe salientar que nesse recorte de áreas prioritárias de risco de movimento de massa, também se encontra riscos associados à inundação. No entanto, apesar deste risco ser analisado, o foco da pesquisa são os riscos de movimento de massa que estão presentes em ambas as áreas de estudo.

Figura 21: Identificação da Área Prioritária de Riscos de Desastres a partir da localização dos “setores de risco”



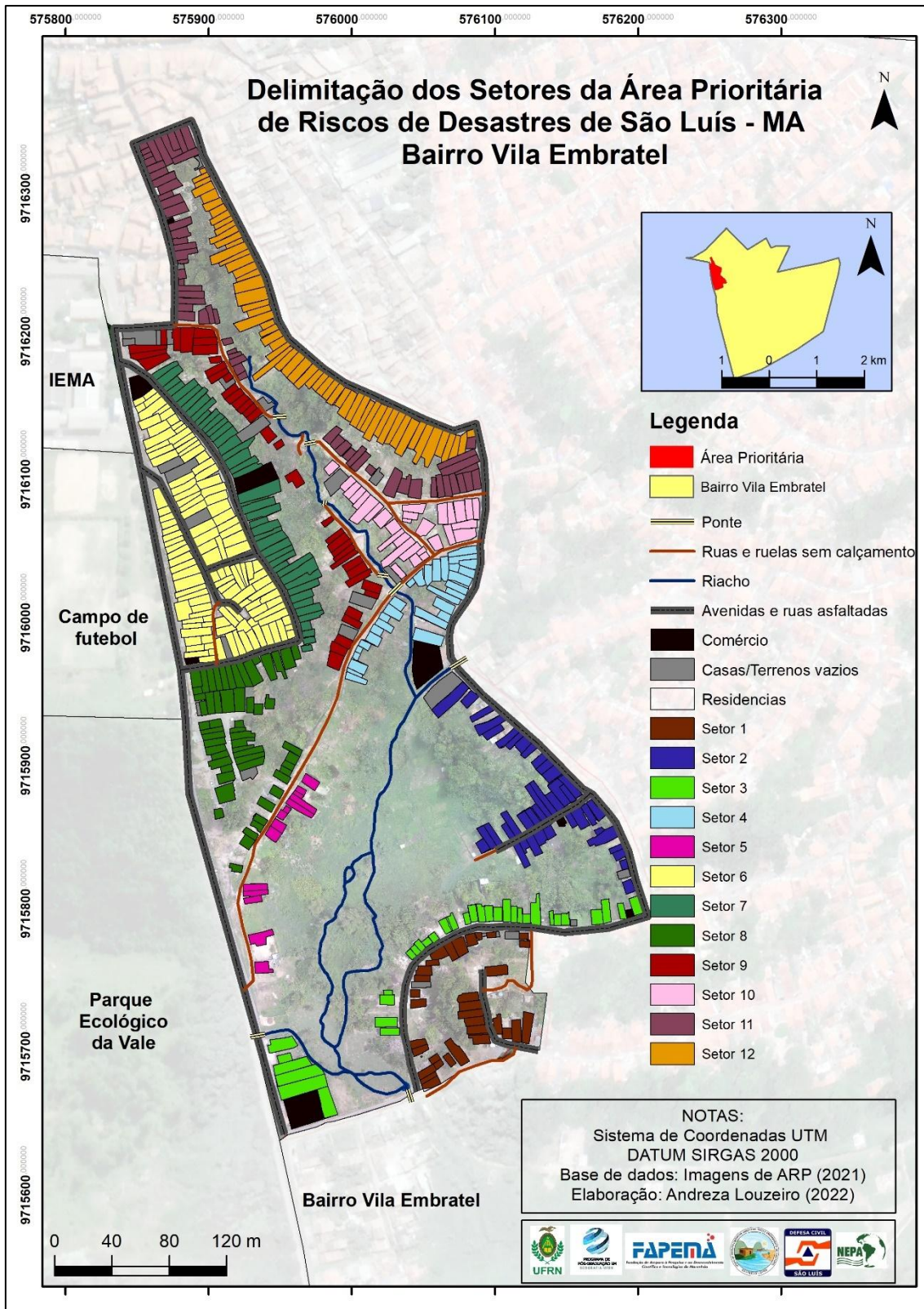
Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir da SGB (2017)

Mapa 4: Delimitação da Área Prioritária de Riscos de Desastres na Vila Embratel



Fonte: Elaborados pela autora (2022)

Mapa 5: Delimitação dos setores na Vila Embratel



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A escolha do recorte espacial foi feita com base no relatório de riscos geológicos e hidrológicos da SGB (2017) a qual identifica a Área Prioritária de Riscos de Desastres através de dois “setores de risco” muito alto. A pesquisa de Louzeiro (2018), embasou essa identificação através do Índice de Exposição Física no município de São Luís – MA, confirmando na Vila Embratel que a Área Prioritária de Riscos de Desastres encontra com “exposição muito alta” para este tipo de evento. Além disso; a Defesa Civil municipal de São Luís teve papel preponderante na escolha do recorte através de conversas sobre as áreas de São Luís que possuem maiores ocorrências de movimentos de massa e também. A Defesa Civil também foi essencial nas etapas de acompanhamento das jornadas de campo para reconhecimento da área, registros fotográficos, aplicação de questionários, conversas informais com os moradores, preenchimento das fichas caracterização físico-natural e estrutural, voo com a Aeronave Remotamente Pilotada e, principalmente, para a segurança de toda a equipe de campo.

### 3.3 Aplicação de Questionários-teste: em campo

A aplicação dos questionários presenciais (Foto 11) teve a finalidade de adaptar, adicionar e/ou retirar alguma pergunta que não tenha sido relevante para a área/tema ou que não seja necessária para a realidade local, ou seja, para o refinamento das perguntas<sup>3</sup> (Figura 22). Então, na Área Prioritária de Riscos de Desastres do bairro da Vila Embratel foram aplicados três questionários nos setores 1, 2, 3, 6 e 7, respectivamente; quatro questionários no setor 6 e cinco questionários no setor 5, totalizando 24 questionários.

Foto 11: Aplicação do questionário presencial para o refinamento das perguntas



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro em 24/07/2019

<sup>3</sup> A metodologia utilizada no critério de escolha das perguntas do questionário será melhor explorada no capítulo 5.

Figura 22: Exemplo das perguntas do questionário presencial. Em verde, pergunta acrescentada, em vermelho pergunta adaptada, em cinza pergunta retirada por não apresentar relevância para a área de estudo.

C4 - De que forma você descarta o lixo da sua casa? (0) carro de lixo; (1) queima; (1) enterra; (1) descarta na rua; (1) descarta na vala/rio. Outros:
<b>1.2 Condições de Habitação</b>
<b>D - Estrutura da casa</b>
D1 - Qual o material de construção primário do domicílio? (1) taipa (madeira/barro/palha) (0,5) tijolo antigo e/ou misturado; (0,75) tijolo comum; (0) tijolo e ferro
D2 - Existe alguma parede do domicílio feita de madeira ou taipa? (1) sim (0) não
D3 - Quantos andares/pisos tem o domicílio? (0) Somente térreo; (1) Térreo + “porão”; (1) Dois pisos; (1) Três pisos; (1) Quatro ou mais
D4 - Quantos cômodos tem a sua casa? ( ) dois; ( ) três; ( ) quatro; ( ) cinco ou mais
D5 - O domicílio tem algum tipo de forro (laje)? ( ) sim ( ) não Se sim, qual?
D6 - Existe alguma rachadura nas paredes ou no chão da sua casa? (1) sim (0) não
D7 - Você se recorda de algum prejuízo causado em sua casa por causa de chuvas nos últimos 10 anos? (1) sim (0) não. Se sim, qual? [rachaduras, queda de muros...]
D8 - Quando chove muito, você observa alguma dessas características em sua casa? (1) sim (0) não ( ) rachadura; ( ) queda de barreira [no quintal ou em outras partes]; ( ) goteira ( ) paredes muito úmidas ( ) queda da parte do reboco ( ) entrou água dentro de casa ( ) falta de energia

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A organização do questionário se deu de forma que a Vulnerabilidade Social dos moradores fosse contemplada a partir da utilização das grandes categorias (Susceptibilidade, Capacidade de Lider e Capacidade de Adaptação), de cada indicador por categoria e de cada variável, a qual foi explorada a partir de uma ou mais perguntas (Figura 23).

Figura 23: Exemplo da disposição da categoria, indicador, variável e perguntas que compõem o questionário

<b>SEÇÃO 1.0 - SUSCETIBILIDADE</b>	Categoria
<b>1.1 Infraestrutura Pública</b>	Indicador
<b>A - Saneamento Básico</b>	Variável
A1 - Qual o destino do esgoto do domicílio? ( ) Fossa Negra/Séptica ( ) CAEMA ( ) Rua/Quintal	Perguntas
A2 - Existe algum tipo de água que é descartada no quintal/rua/rio? ( ) sim; ( ) não. Se sim, que tipo? ( ) pia; ( ) cozinha; ( ) lavanderia; ( ) chuveiro	
<b>B - Acesso à água potável</b>	
B1 - Qual a principal fonte de água que abastece seu domicílio? ( ) CAEMA ( ) Poço ( ) Carro pipa Outros	
B2 - Com que frequência você recebe água na sua casa? ( ) todo dia; ( ) 4x por semana; ( ) 3x por semana; ( ) 2x por semana ou menos; ( ) nunca ou quase nunca	
B3 - Como você avalia a qualidade da sua água? ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima	
B4 - A água para beber, normalmente você: ( ) Usa direto da torneira ( ) filtra ( ) ferve ( ) compra água mineral	
B5 - Quantos dias por semana, nos últimos 12 meses, faltou água em sua casa? ( ) nenhum mês ( ) 1 a 2 dias ( ) 3 a 4 dias ( ) mais de 5 dias	
<b>C - Estrutura da rua (acessibilidade) e limpeza pública</b>	
C1 - Como você avalia a limpeza/coleta de lixo da sua rua? ( ) boa ( ) regular ( ) ruim ( ) péssima	
C2 - Como você avalia a acessibilidade da rua (qualidade do calçamento/asfalto, calçadas, escadas) até a sua casa? ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima/não tem	
C3 - Como você avalia a iluminação pública da sua rua? ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima	
C1 - De que forma você descarta o lixo da sua casa? ( ) carro de lixo; ( ) queima; ( ) enterra; ( ) descarta na rua; ( ) descarta na vala/rio. Outros:	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

### 3.4 Aplicação de Questionários: via *Google Forms*

Devido à Pandemia do COVID-19<sup>4</sup> a continuidade das etapas de trabalho de campo foi comprometida, de forma que a pesquisa passou por um processo de reestruturação metodológica, procedimental, de logística, de objetivos e no recorte de área de estudo para que pudesse ser realizada dentro das normas sanitárias e, principalmente, para a preservação da integridade física de todos os envolvidos nas atividades de campo.

Uma das mudanças metodológicas da pesquisa atingiu diretamente aos questionários que seriam aplicados presencialmente junto aos moradores da área. No entanto, devido a restrição em relação ao contato pessoal e ao alto grau de periculosidade da área houve a necessidade de diminuir o tempo de permanência na área e o contato entre o pesquisador e o entrevistado.

Em alguns casos, o campo precisou ser cancelado devido a ocorrência de brigas entre facções na área, impossibilitando a ocorrências das jornadas de campo em alguns setores. Em outra ocasião, o dia de voo com o drone precisou ser interrompido por causa dos chamados “olheiros” estarem intimidando a equipe de campo. Sendo assim, houve uma certa inconsistência na análise da vulnerabilidade social, visto que não houve o retorno de respostas de pessoas que moram em áreas mais vulneráveis. Além disso, havia a necessidade de separar a área em uma maior quantidade de setores, no entanto, devido aos problemas ocorridos, não foi possível.

Em relação à aplicação de questionário, ao invés de fazer todas as perguntas pessoalmente, foi utilizado o mecanismo da ficha de identificação do morador (Figura 24), contendo a identificação do setor no qual a ficha estava sendo aplicada e as seguintes informações a serem preenchidas pelo morador: nome, endereço e contato de Whats App. Essa ficha foi aplicada, presencialmente na área e com apenas três perguntas, o tempo de exposição do integrante da equipe à população do bairro foi menor.

---

<sup>4</sup> De acordo com o Ministério da Saúde (2021) a Covid-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global. A situação causou períodos de isolamento social, impedindo a realização de certas atividades de caráter presencial.

Figura 24: Ficha de Identificação do morador

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO – INFORMAÇÕES DOS MORADORES  
(SETOR 1)**

**Morador 1**

Nome	
WhatsApp	
Endereço	

**Morador 2**

Nome	
WhatsApp	
Endereço	

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro (2022)

A partir da coleta desses dados, foi feito o contato por Whats App com cada morador de forma individual para o envio do link do questionário a ser respondido (Apêndice I). Quando não havia resposta via aplicativo de mensagens, foram realizadas ligações e, para alguns moradores, foram realizadas entrevistas via telefone. Visto que os questionários foram aplicados de forma on-line (Figuras 25 e 26), houve a necessidade de simplificar, adaptar e retirar perguntas para que o questionário se tornasse menos cansativo e mais entendível por parte dos moradores. Além disso, visto o contexto pandêmico mundial, foram acrescentadas perguntas referentes a questões de renda e de saúde considerando a Pandemia do COVID-19. Assim, para cada variável foi feita apenas uma pergunta para que todas as variáveis pudessem ser contempladas.

Figuras 25 e 26: Perguntas enviadas para os moradores via Whats App.

**Estrutura da casa**

Qual o destino do esgoto da sua casa? (pode marcar mais de uma opção) \*

- Fossa
- Esgoto
- Rio/Quintal
- Rua
- Outros

Você teve ou está tendo alguma dificuldade financeira devido a pandemia do COVID?

Sim

Não

Na sua casa alguém ficou ou está doente por causa do COVID? \*

Sim

Não

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Foram aplicadas 167 fichas de identificação em toda, mas apenas 95 retornaram com as respostas dos questionários devido a problemas como: não recebimento da mensagem via Whats App, número errado, ao ligar diretamente o usuário não atendia, entre outras limitações (Quadro 7). Desses 95 questionários respondidos, apenas 75 respostas puderam ser aproveitadas devido a incoerência de endereço e repetições de respostas. Sendo 4 respostas no setor um; 12 no setor dois; 8 no setor três; 16 no setor quatro; 14 no setor cinco; 9 no setor seis e 11 no setor sete.

Quadro 7: Controle da situação de cada morador que preencheu a ficha para o recebimento do link do questionário

SETOR 1			
Código	Quantidade	Endereço	condição
153	1	Rua Santo Antonio, 33	desligado
141	2	Rua São Félix, 02	Não atende
131	3	Rua São Félix, 118	Impossível completar
113	4	Rua São Félix, 102	ok
114	5	Rua Santo Antonio, 08	Não atende
95	6	Rua São Félix, 100	Não consegue ouvir
96	7	Rua São Félix, 115	ok
160	8	Rua São Félix, 47	ok
	9	Rua São Félix, na subida	ok

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Considerando todos esses percalços metodológicos, é importante destacar que a impossibilidade de chegar em todas as casas da área e a baixa adesão de respostas aos questionários online não foi suficiente para demonstrar a realidade quanto à vulnerabilidade social dos setores 9 e 11. Cabendo ressaltar a importância de obtenção de, pelo menos, 25%<sup>5</sup> de questionários respondidos por setor para que o resultado seja condizente com a área de estudo.

Portanto, os resultados aqui apresentados referentes aos indicadores sociais trouxeram a realidade de dez dos doze setores analisados. No entanto, a análise referente à Exposição Física foi condizente com a realidade da área de estudo, considerando que as fichas foram preenchidas pela autora juntamente com uma equipe de pesquisadores em campo. Ressaltando, que o detalhamento maior se encontra na análise de cada um dos setores.

<sup>5</sup> Oliveira (2018).

### 3.5 Imageamento da área através de Aeronave Remotamente Pilotada – ARP

O levantamento aéreo da área foi realizado a partir da utilização da técnica Real Time Kinematic (RTK) (Foto 12) juntamente com o sobrevoo com a aeronave remotamente pilotada (ARP) (Foto 13). Segundo CPE (2018) o RTK baseia-se na transmissão instantânea de dados de correções dos sinais de satélites, do receptor instalado no vértice de referência ao receptor que percorre os vértices de interesse.

Foto 12: Captação do ponto de controle (à esquerda). Foto 13: Levantamento de voo com ARP (à direita).



Fonte: Acervo da autora (2022).

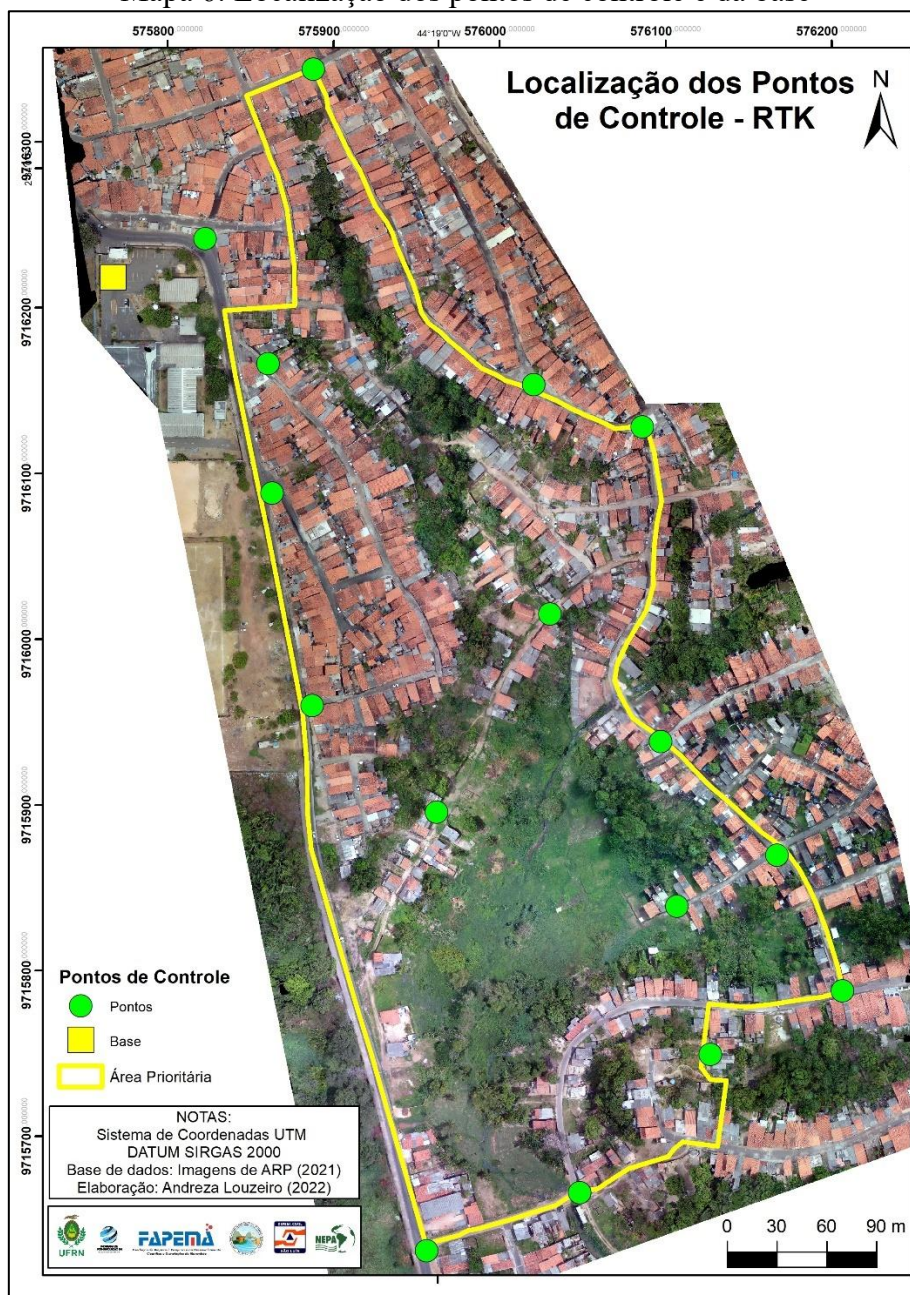
Segundo Delamura (2016) o RTK utiliza uma base em solo que se conecta diretamente com satélites e também com o drone. Essa base possui coordenadas geográficas muito precisas, por estar fixa em um ponto no solo. Então, as coordenadas dessa base são utilizadas para corrigir o posicionamento do drone constantemente, em tempo real. Com essa posição adicional da base, é possível calcular muito mais precisamente as coordenadas de posicionamento da aeronave.

Para a Área Prioritária de Riscos de Desastres de Riscos do bairro da Vila Embratel, foram estabelecidos 16 pontos de controle artificiais distribuídos ao redor e dentro da área de estudo. Segundo Trindade (2021) Pontos de Controle Artificiais constituem alvos artificiais e são os mais utilizados em levantamentos aéreos com drones. Estes alvos possuem formatos variados, sendo fundamental que apresentem cores contrastantes ao ambiente e que sejam facilmente identificáveis em imagens obtidas

durante o levantamento aéreo. É comum o uso de cal, sprays de tinta e chapas de plástico e metal, de forma que seja possível obter o posicionamento geográfico do ponto central desses alvos com GPS RTK ou PPK.

Os pontos foram identificados a partir de marcações com tinta spray e características pontiagudas como esquinas de ruas e casas, esquinas de praças, objetos de concreto ou calçadas. A base foi fixada no estacionamento do Instituto Estadual do Maranhão IEMA, a qual corrigia constantemente o posicionamento do ARP (Mapa 6).

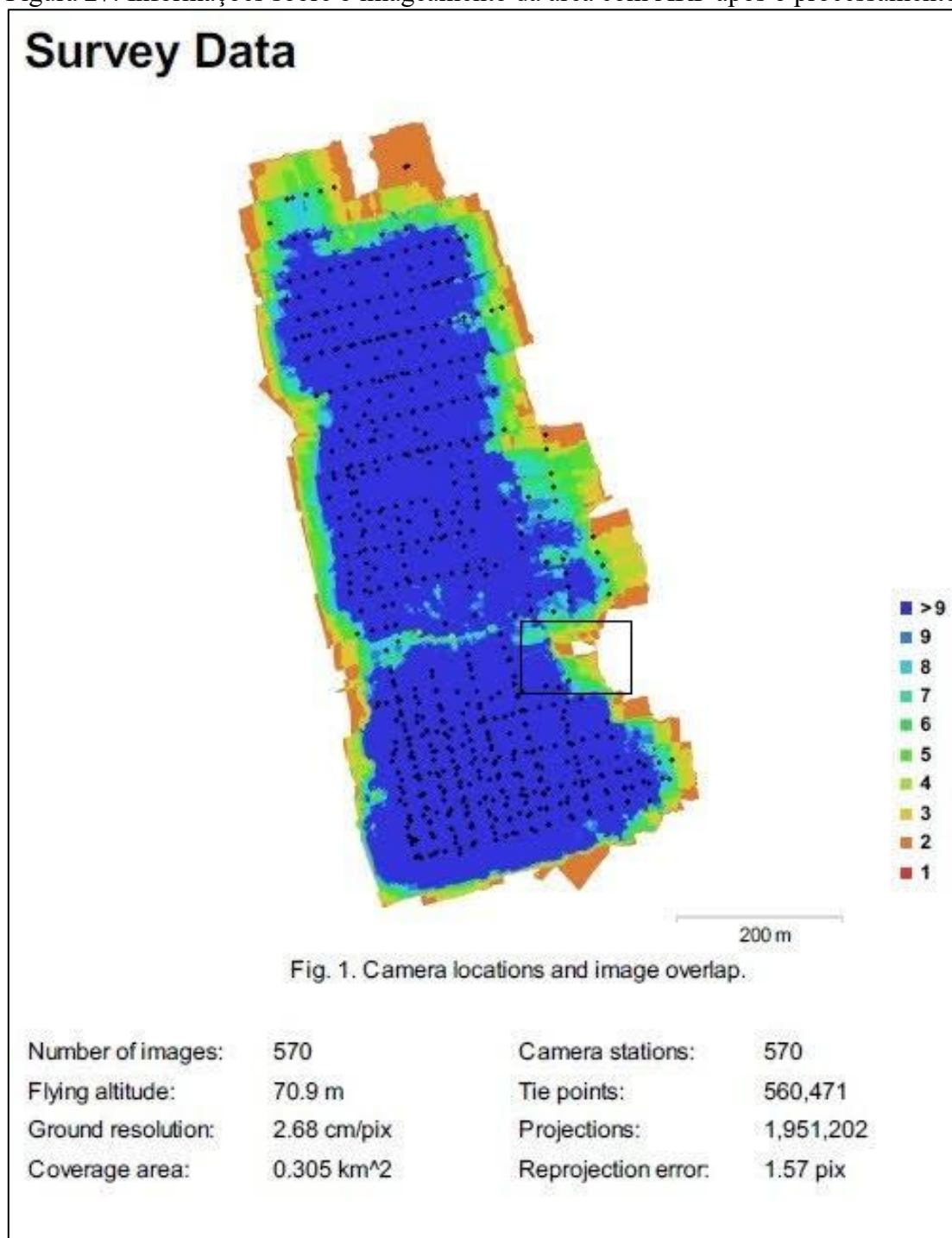
Mapa 6: Localização dos pontos de controle e da base



Fonte: Elaborado pela autora (2022) com base em imagens de ARP.

Para o levantamento aéreo da área foram feitas 570 imagens, com 70,9m de altitude, com resolução de 2,68 cm por pixel. A cobertura total da área imageada foi de 0,305 km<sup>2</sup> ou 30 há. A Figura 27 mostra as informações do plano de voo e a quantidade de fotos tiradas em apenas um ponto. Em azul está a área que obteve melhor cobertura de imagens, em vermelho (às margens da área de estudo) as áreas que obtiveram menos imagens.

Figura 27: Informações sobre o imageamento da área com ARP após o processamento.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No entanto, houveram algumas limitações técnicas (de pessoal) e em campo, relacionado à meteorologia (tempo nublado e ventos fortes) que contribuíram para que tivesse a ausência de imagens em uma parte da área que corresponde ao setor 2 (destaque na Figura 30), o qual passa por riscos relacionados a inundação. Por causa disso, os produtos gerados pelo levantamento aéreo (declividade e MDE<sup>6</sup>) tiveram uma parte do setor 2 sem cobertura, mas isso não comprometeu a pesquisa como um todo, visto que as análises de exposição física foram realizadas baseando-se na classificação vetorial dos setores e nas informações contidas nelas.

### 3.6 Definição de Padrões Estatísticos a partir do Método *Delphi* para os Indicadores de Exposição Física e de Vulnerabilidade Social

Segundo os estudos de Wright e Giovanazzo (2000) o método Delphi passou a ser disseminada no começo dos anos 60, cujo objetivo original era desenvolver uma técnica para aprimorar o uso da opinião de especialistas na previsão tecnológica. Na metodologia desenvolvida, isto era feito estabelecendo-se três condições básicas: o anonimato dos respondentes, a representação estatística da distribuição dos resultados e o feedback de respostas do grupo para reavaliação nas rodadas subsequentes (Martino, 1993 apud Wright e Giovinazzo, 2000).

Nesta pesquisa, o método Delphi se tratou de um questionário interativo, que circulou duas vezes por um grupo de especialistas, mantendo preservado o anonimato de cada respondente e suas respostas individuais para os demais participantes. Antes do envio dos questionários para os especialistas, as perguntas foram analisadas por uma equipe de profissionais que retornaram com sugestões para melhoramento das mesmas.

Na primeira rodada, os questionários foram enviados para 95 pesquisadores de todo o Brasil, destes, 41 retornaram com suas respectivas respostas e sugestões que se basearam em alterações, reformulação e acréscimo de perguntas e inserção de alternativas. Após as modificações do primeiro questionário, houve uma segunda rodada (Apêndice II) com os participantes e um retorno de 43 respostas<sup>7</sup>.

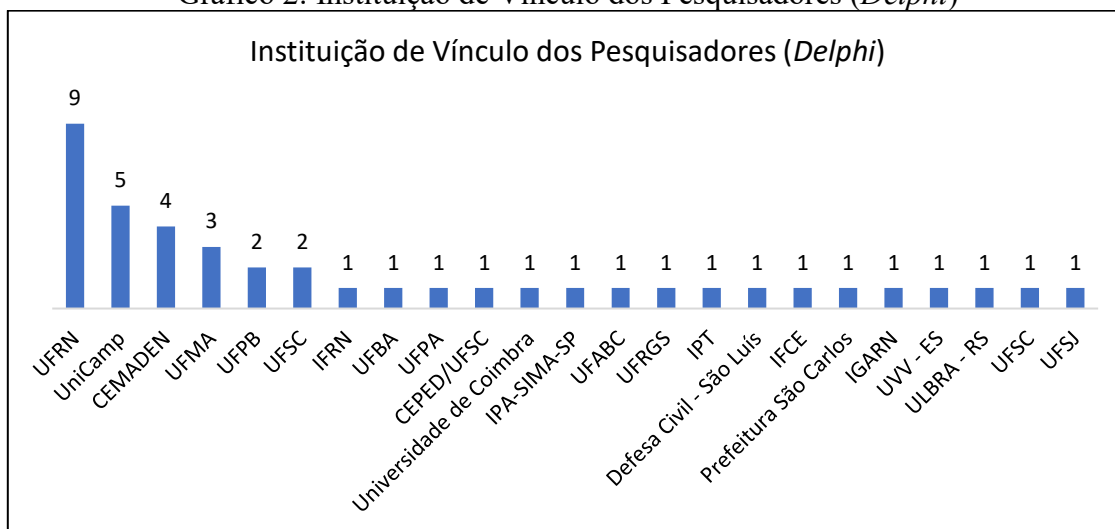
---

<sup>6</sup> Os produtos gerados pelo levantamento aéreo serão melhor explorados no capítulo 6.

<sup>7</sup> Na primeira rodada o questionário não teve identificação (de acesso apenas para a proponente), então não tinha como saber quais foram os especialistas que responderam ao questionário, então na segunda rodada o questionário teve o espaço para identificação e foi enviado para os mesmos 95 pesquisadores + um agente da defesa civil. Com a identificação, foi possível entrar em contato com cada respondente, o que foi importante para o envio de notificações lembrando-os de responderem ao questionário.

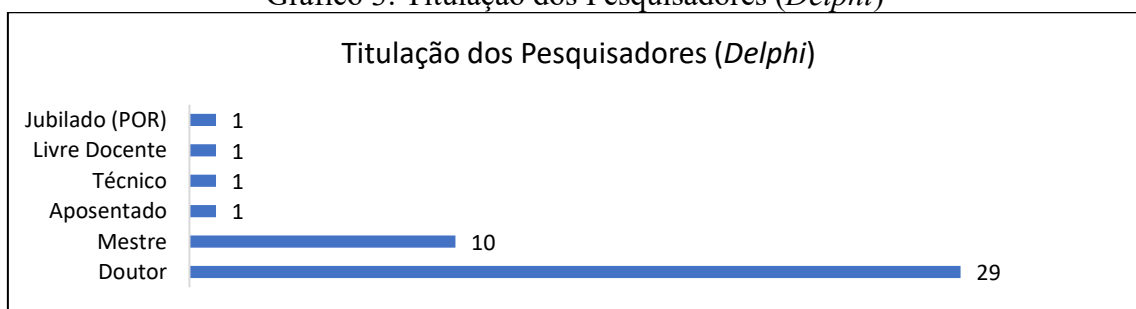
Os especialistas que participaram da pesquisa Delphi são pesquisadores de instituições públicas do Brasil e de Portugal (Gráfico 2); são, em sua maioria doutores (Gráfico 3) em Geografia e áreas afins (Gráfico 4); a temática que a maioria dos pesquisadores atuam é voltada para Riscos, Desastres ou Vulnerabilidade (Gráfico 5).

Gráfico 2: Instituição de Vínculo dos Pesquisadores (*Delphi*)



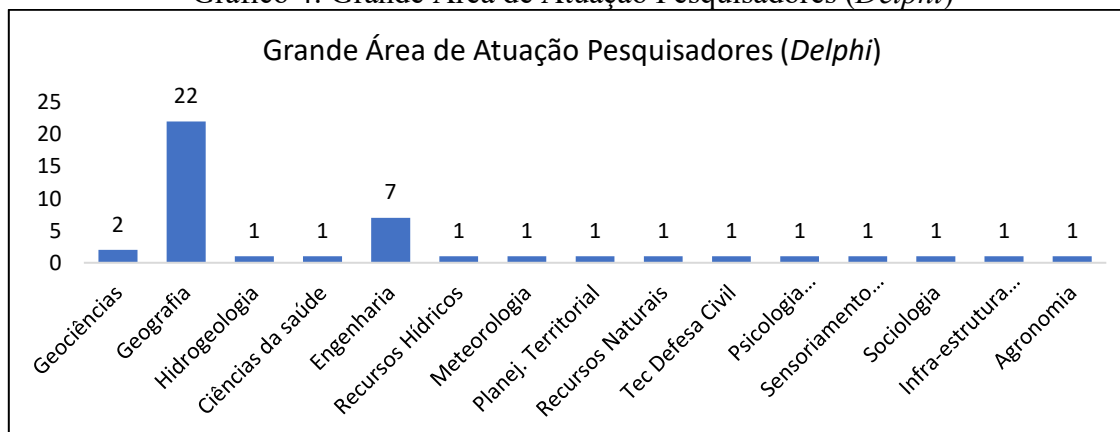
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Gráfico 3: Titulação dos Pesquisadores (*Delphi*)

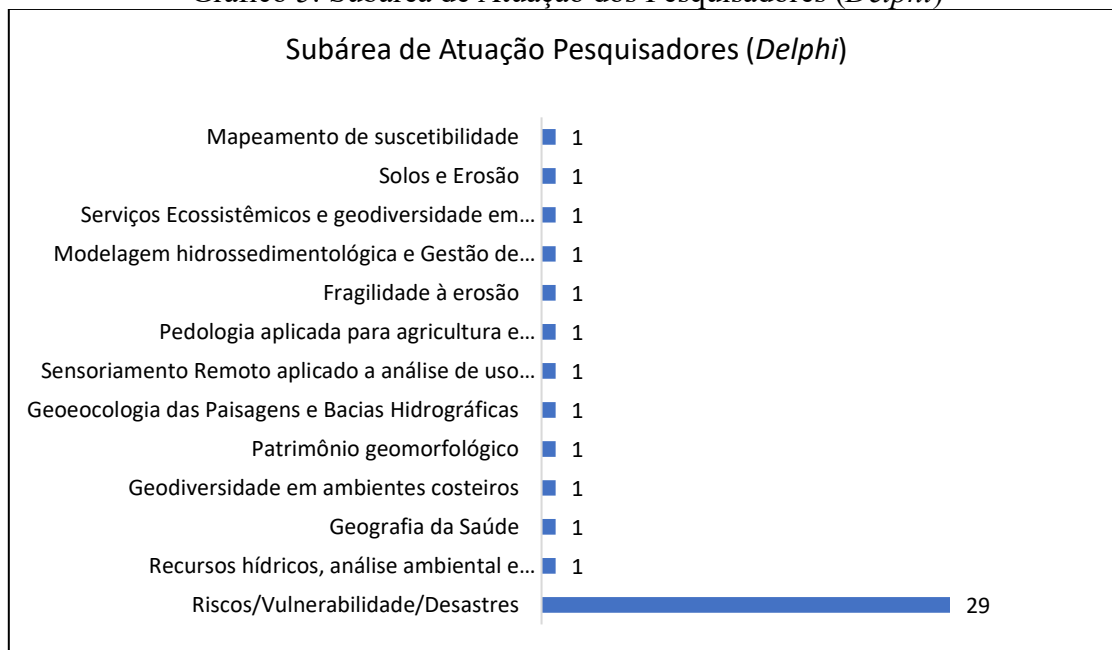


Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Gráfico 4: Grande Área de Atuação Pesquisadores (*Delphi*)



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Gráfico 5: Subárea de Atuação dos Pesquisadores (*Delphi*)

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Os pesquisadores foram questionados com perguntas voltadas a atribuição de peso para indicadores de Exposição Física e Vulnerabilidade Social, nas quais tiveram as opções “Nenhuma Relevância”, “Pouca Relevância”, “Média Relevância”, “Grande Relevância” e “Não Tenho Conhecimento Sobre Este Indicador” (Figuras 28 e 29). Esta última alternativa foi inserida na segunda rodada, visto que nem sempre os especialistas tinham expertise em ambos os temas, sendo alguns mais experientes nos indicadores de Exposição Física e outros nos indicadores de Vulnerabilidade Social.

Figuras 28 e 29: Algumas das perguntas feitas aos pesquisadores

**INDICADORES DE EXPOSIÇÃO FÍSICA**

Qual nível de relevância de cada indicador você julga ser mais adequado para a análise de risco de movimento de massa? Exercite se perguntando: "ter o conhecimento/informação sobre tal indicador é importante para analisar o referido risco?"

(arraste para o lado se estiver respondendo pelo celular. São cinco alternativas)

**Fatores físico-naturais da área \***

	Nenhuma relevância	Pouca relevância	Média relevância	Grande relevância	Não tenho conhecimento sobre este indicador
Declividade da Encosta (em graus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altura da Encosta (em metros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existência de cortes e/ou aterros na encosta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipos de corte (em patamares, desordenados, próximo a crista, próximo a base)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL**

Qual nível de relevância de cada indicador você julga ser mais adequado para a análise de risco de movimento de massa? Exercite se perguntando: "ter o conhecimento/informação sobre tal indicador é importante para analisar o referido risco?" (arraste para o lado se estiver respondendo pelo celular. São cinco alternativas)

**Suscetibilidade dos moradores \***

	Nenhuma relevância	Pouca relevância	Média relevância	Grande relevância	Não tenho conhecimento sobre este indicador
Infraestrutura Pública (saneamento, acesso à água potável condição da rua)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condições de Habitação (estrutura da casa dos moradores)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutrição (investimento da renda dos moradores em alimentos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Para cada alternativa foi atribuído um valor específico, levando em consideração o padrão estabelecido pela pesquisa (valores entre 0 e 1) sendo assim, quanto mais próximo a 1, mais alta é a relevância do indicador escolhido e quanto mais próximo de 0, mais baixa (Quadro 8).

Quadro 8: Níveis de Relevância estabelecidos no questionário *Delphi*

Nível de Relevância	Nenhuma Relevância	Pouca Relevância	Média Relevância	Grande Relevância	Não tenho conhecimento sobre este indicador
Peso	0	0,33	0,66	1	-

Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

Para a atribuição de peso final, foi considerada média, moda e mediana, conforme preconiza Pizani, Seron e Rinaldi (2009) e Mendes et al (2006) que consideraram que o nível de consenso esperado para as respostas é quando a mediana, moda e média é igual ou superior a quatro numa escala de Likert<sup>8</sup> de cinco pontos.

Nesta pesquisa, foram gerados os valores da média, moda e mediana para os dados. Segundo Muniz (2011) a média é mais utilizada quando o tipo de análise segue um mesmo padrão de valor se forem respostas homogêneas, embora esconda realidades quando se trata de valores heterogêneos; a mediana é utilizada quando os dados têm respostas mais regulares, mas esconde realidades relacionadas a extremos, visto que considera os valores que estão no meio do intervalo; já a moda mostra os elementos que mais aparecem, no entanto não segue um padrão do quantitativo de elementos que aparecem com mais frequência. É mais confiável para respostas mais homogênea.

Na análise dos dados, percebeu-se que houve um padrão para todas as respostas, principalmente no que se refere à moda e à mediana, pois apresentaram valores homogêneos, já a média dos indicadores apresentou um valor mais específico e levou em consideração todas as opiniões dos especialistas. Os resultados da pesquisa foram, em sua maioria, mais homogêneos, então a média foi o fator estatístico padrão a ser utilizado, visto que em um conjunto de dados, considera todas os valores contidos na análise.

Na Tabela 1 é possível perceber que o valor da Moda e da Mediana no indicador “Altura” é 1 (Grande Relevância). No entanto, esse valor aparece 25 vezes o que representa 61% das opiniões. Já no indicador “Declividade” o valor 1 aparece 41

<sup>8</sup> Escala Likert é uma espécie de tabela de classificação. Afirmativas são apresentadas e o respondente é convidado a emitir o seu grau de concordância com aquela frase. Esse grau vai de “concordo totalmente” (nível 5) a “Discordo totalmente (nível 1) (FRANKENTHAL, 2022).

vezes, representando 98% das opiniões. Neste caso, a utilização da moda e da mediana não seria condizente com a realidade dos dados coletados, pois não há uma padronização do que seria uma “maior frequência” nas respostas. Já a média leva em consideração todos os valores atribuídos e deixa o peso final mais equilibrado. Lembrando que esse padrão se repete em todos os demais indicadores.

Tabela 1: Distribuição dos pesos atribuídos pelos pesquisadores para Declividade, Altura da encosta e Existência de cortes. Ao final, os valores da média, moda e mediana de cada indicador. Com destaque para o valor (da média) que foi utilizado na pesquisa para os indicadores de Exposição Física e Vulnerabilidade Social.

Pesquisador	Declividade	Pesos	Altura	Pesos	Existência de cortes	Pesos
1	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
2	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
3	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
4	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
5	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
6	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
7	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Média relevância	0,66
8	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
9	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Média relevância	0,66
10	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
11	Grande relevância	1	Pouca relevância	0,33	Grande relevância	1
12	Pouca relevância	0,33	Pouca relevância	0,33	Grande relevância	1
13	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
14	Não tenho conhecim .		Não tenho conhecim .		Não tenho conhecim .	
15	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
16	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
17	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Média relevância	0,66
18	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Média relevância	0,66
19	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
20	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Média relevância	0,66
21	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
22	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
23	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
24	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
25	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
26	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
27	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
28	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
29	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
30	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
31	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
32	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
33	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
34	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
35	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
36	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
37	Grande relevância	1	Não tenho conhecim .		Grande relevância	1
38	Grande relevância	1	Pouca relevância	0,33	Grande relevância	1
39	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
40	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
41	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
42	Grande relevância	1	Média relevância	0,66	Grande relevância	1
43	Grande relevância	1	Grande relevância	1	Grande relevância	1
	Média	0,984047619	Média	0,843170732	Média	0,95952381
	Moda	1	Moda	1	Moda	1
	Mediana	1	Mediana	1	Mediana	1

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

## **CAPÍTULO 4**

# **METODOLOGIA PROPOSTA: SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE EXPOSIÇÃO FÍSICA AOS RISCOS DE MOVIMENTO DE MASSA**



# METODOLOGIA PROPOSTA:

## SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE EXPOSIÇÃO FÍSICA AOS RISCOS DE MOVIMENTO DE MASSA

### 4.1 Indicadores de Exposição Física a Risco de Movimento de Massa

A Exposição refere-se a sistemas propensos a serem afetadas por um evento de risco, incluindo pessoas, recursos, infraestrutura, produção, bens, serviços ou ecossistemas e sistemas. A exposição pode, assim, ser diferenciada em um componente temporal e espacial. Dentro do WorldRiskIndex, a exposição está relacionada ao número médio potencial de indivíduos que são expostos a cada ano a terremotos, tempestades, secas, inundações, elevação do nível médio do mar (UNU-EHS, 2011) e movimentos de massa (Almeida, Welle e Birkman, 2016).

Existem diversas metodologias voltadas para a quanti-qualificação dos riscos em escalas de nível mundial, nacional, estadual e municipal. No entanto, a nível local esse leque se limita. Para sistematizar essa análise em Escala Microlocal foi utilizada como base teórico-metodológica o Word Risk Index elaborado por UNU-EHS (2013) e adaptado para Escala Microlocal por Oliveira (2018), no qual cada variável é baseada em características e problemas locais (município de Pacoti – CE), em escala de detalhe (casas, famílias, indivíduos), suas especificidades, considerando o ambiente em que vivem e a situação social que se encontram.

No entanto, a adaptação da metodologia de Oliveira (2018) está no âmbito da Vulnerabilidade Social, na qual modificou variáveis mais gerais para variáveis específicas. A exemplo disso, no WordRiskIndex, a UNU-EHS (2013) usa a o indicador “Preparação para Desastres e Sistema de Alerta” através da variável “Política de Gestão de Riscos de Desastres Nacionais de acordo com o relatório das Nações Unidas”. Na proposta de Oliveira (2018) esse indicador é dividido em duas variáveis “medidas estruturais para reduzir risco de desastres (obras da prefeitura na rua, obras no domicílio, reforma)” e “Percepção da população da necessidade de Corpo de Bombeiros e Defesa Civil”, fazendo com que esse fator seja melhor adequado à escala da área de estudo (Quadro 8).

Quadro 8: Indicadores de Vulnerabilidade Social em Escala Microlocal aplicado ao município de Pacoti – CE.

<b>INDICADORES DE RISCO LOCAL (SÍNTESE)</b>			
<b>EXPOSIÇÃO</b>	<b>1 - SUSCETIBILIDADE</b>	<b>2 - CAPACIDADE DE LIDAR</b>	<b>3 - CAPACIDADE ADAPTATIVA</b>
a – Movimento de Massa b – Inundação	<p><b>1.1 - Infraestrutura pública:</b></p> a) Saneamento básico b) Acesso à água potável c) Estrutura da rua (acessibilidade) e limpeza pública	<p><b>2.1 - Governanças e autoridades</b></p> a) Percepção da população quanto à corrupção no município b) Percepção da população quanto a programas municipais de ação social/cultural c) Percepção da população quanto ações participativas nas tomadas de decisão	<p><b>3.1 - Educação</b></p> a) Taxa de analfabetismo de adultos b) Grau de escolaridade dos integrantes do domicílio
	<p><b>1.2 - Condições de habitação</b></p> d) Estrutura das casas - quantidade de pisos/ampliação	<p><b>2.2 - Preparação para desastres e sistema de alerta</b></p> d) medidas estruturais para reduzir risco de desastres (obras da prefeitura na rua, obras no domicílio, reforma)	<p><b>3.2 - Equidade de gênero</b></p> c) Paridade de gênero na educação d) Mulheres provedoras financeiras/ trabalhando com carteira assinada/ com emprego fixo e/ou temporário
	<p><b>1.3 - Nutrição</b></p> e) Investimento da renda familiar em alimentos	e) Percepção da população da necessidade de Corpo de Bombeiros e Defesa Civil	<p><b>3.3 - Meio ambiente; Estado ambiental; proteção do ecossistema</b></p> e) Legislação f) Instrumentos de planejamento municipal g) Percepção ambiental da população h) Vulnerabilidade institucional
	<p><b>1.4 - Capacidade econômica e renda</b></p> f) Renda por domicílio (per capita) g) Bens de consumo duráveis h) Auxílio do governo i) Casa própria/alugada/cedida j) Acesso à internet k) Número de trabalhadores com carteira assinada l) Número de desempregados	<p><b>2.3 - Cuidados de saúde / assistência médica</b></p> g) Percepção da população quanto à qualidade dos serviços de saúde h) Número de pessoas afetadas por doenças graves	<p><b>3.4 - Financiamento</b></p> i) Seguro de vida j) Despesas com plano de saúde k) Acesso à empréstimos financeiros
		<p><b>2.4 - Redes sociais (autoproteção e proteção familiar em caso de desastres)</b></p> i) Possui recursos próprios para manter-se j) Pode contar com ajuda de vizinho/familiar k) Presença de líder comunitário	

Fonte: Oliveira (2018).

Oliveira (2018) também usa pesos através de perguntas quantificáveis em sua análise, de forma que cada alternativa tenha um peso específico, exemplo: “Possui plano de saúde? Sim (peso 0), Não (peso 1)”. Desta forma, a autora faz uma rica proposição de indicadores sociais a nível local adequando cada uma das variáveis à escala de análise. Já no que se refere aos indicadores de Exposição Física, a autora seguiu a metodologia original, partindo, primeiramente, da escolha do tipo de perigo a ser analisado e ficando a seu critério a metodologia utilizada para esta análise, que no caso, os perigos foram movimentos de massa<sup>9</sup> e inundação. Para a análise mais detalhada dos movimentos de massa e inundação em sua pesquisa, a autora parte da utilização da metodologia de Guerra et al (2009) que propõe uma ficha de preenchimento em campo para a análise dos riscos de movimento de massa e inundação.

Sendo assim, há uma necessidade de especificar de forma mais minuciosa a análise do perigo relacionado à movimento de massa e a exposição física do mesmo, considerando também o número de pessoas expostas. Na presente pesquisa, a proposta metodológica se baseia nas proposições de Guerra et al (2009) (Quadro 9) que traz uma metodologia específica de atribuição de níveis para variáveis específicas e de Corominas et al (2011) (Figura 30), que fornece uma visão geral das metodologias e traz também uma setorização de variáveis, facilitando a compreensão de cada uma.

Guerra et al (2009) faz uma proposta de monitoramento riscos de movimento de massa e inundações no município de Petrópolis, Rio de Janeiro a partir de vistorias de setores de risco do bairro do Quitandinha, onde foram levantadas uma série de variáveis ambientais, com o objetivo de classificar áreas, com relação aos indicadores<sup>10</sup> de exposição física aos movimentos de massa e inundação.

Uma preocupação presente no trabalho de Guerra (2009) é oferecer à Defesa Civil informações sobre riscos de deslizamentos e de enchentes, para cada bairro ou área do município, baseado, nas informações relativas ao quadro natural, bem como a atuação do homem. Desta forma, os agentes da Defesa Civil sairiam a campo, com uma margem de probabilidade de acerto bem elevada, no sentido de remover pessoas de suas casas, que estejam na iminência do risco de acontecer um deslizamento e/ou uma enchente.

---

<sup>9</sup> Oliveira (2018) utiliza o termo “deslizamento de terra” por ser mais usual na mídia e entre os moradores, no entanto, a presente pesquisa faz uso do termo “movimento de massa” por ser mais abrangente.

<sup>10</sup> Guerra et al (2009) utiliza o termo “fatores de vulnerabilidade a deslizamento de terra e enchentes”. A presente pesquisa, usa o termo “indicadores de exposição física aos movimentos de massa e inundação”

Quadro 9: Fatores de Exposição Física para Deslizamento de Terra

Fatores de Exposição Física para Deslizamentos de Terra	NA	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Declividade (medida em graus)		1° - 10°	11° - 20°	21° a 30°	31° a 41°	Acima de 41°
Drenagem natural (quantidade de canais)		Local que não recebe nenhuma contribuição de canais de drenagem	Local que recebe pouca contribuição de canais de drenagem	Local que recebe contribuição de canais de drenagem maior e com surgência de água	Local situado nos flancos dos canais de drenagem	Local situado dentro de um canal de drenagem (canal de 1ª ordem)
Rede de esgoto sanitário		Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuídas espacialmente	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossa e/ou sumidouro	Presença de valas a céu aberto
Rede de águas pluviais		Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/canaletas e com boa distribuição espacial e limpos	Rede de águas pluviais com quantidade razoável de bueiros/canaletas e com distribuição espacial regular	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos, que não são suficientes para a vazão do escoamento da água	Presença de bueiros mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta
Abastecimento de água		Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos	Baixo nível de vazamentos e em poucos lugares	Médio nível de vazamentos e bem distribuídos pela região	Alto nível de vazamentos das tubulações e distribuídas por toda a área	Ausência total de abastecimento de água oficial
Lançamento de detritos (lixo/entulho)		Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos (espessura de até 0,50m) localizada em poucos lugares	Presença de razoável quantidade de detritos (espessura acima de 0,50m) distribuídas ao redor da ocorrência	Presença de grande quantidade de detritos (espessura acima de 1,0m) jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) despejadas frequentemente ao redor da ocorrência e também nos mesmos locais
Existência de cortes e/ou aterros		Ausência de cortes e/ou aterros	Cortes e/ou aterros pequenos (até 1,50m) em pouca quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior em tamanho (acima de 1,5m) e em quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros (até 1,50m) sem contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior (acima de 1,50m) e sem contenções
Existência de obras de estabilização		Presença de obras de estabilização de boa qualidade e em bom estado, sem rachaduras, deformações ou infiltrações	Obras de estabilização com pequenas rachaduras, em poucos locais, com baixa deficiência da obra, com altura até 1,50m	Obras de estabilização, com pequenas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo da obra, com media deficiência e altura acima de 1,50m	Obras de estabilização com muitas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo de toda a obra e com alta deficiência da obra	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção

Cobertura vegetal		Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas	Gramíneas, capim e/ou arbustos	Solo exposto
Existência de matacões (superficiais)		Não há matacões ao longo da encosta	Presença de pequena quantidade de matacões e de pequeno tamanho	Presença de matacões de porte médio, em quantidade pequena e concentrados em poucos locais e parcialmente enterrados	Presença de matacões de porte médio, em grande quantidade e simplesmente apoiados no terreno em posição medianamente desfavorável	Presença de matacões grandes, em grande número e em posições bastante desfavoráveis
Aspectos litoestruturais		Rocha sã, sem aspectos de fraturas ou rupturas	Rocha com poucas fraturas localizadas, sem risco aparente de queda de blocos	Rocha com presença de fraturas localizadas e com aparência de risco moderado de queda de blocos	Rocha moderadamente fraturada com grande risco de queda de lascas/blocos	Rocha extremamente fraturada com alto risco de queda de lascas/blocos
Qualidade estrutural das moradias		Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção de boa qualidade, fundação em material estável, longe da crista e base de taludes.	Casas de alvenaria com ou sem revestimento, com fundação em material estável e estrutura deficiente	Casas de alvenaria com fundação e estrutura deficiente, sem calha, localizadas próximas a crista e/ou base de talude.	Casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras.	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos a casa
Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)		0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima 45%
Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)		0 a 10%	11 a 25%	26 a 40%	41 a 50%	Acima 50%
Aspectos geotécnicos		Solo residual sem indícios de processo erosivo ou cicatrizes de deslizamentos	Colúvio sem sinais de rastejo e/ou solo residual com início de processo erosivo sem cicatrizes de deslizamentos	Colúvio com pequenos sinais de rastejo ou solo residual com sulcos e/ou algumas cicatrizes de deslizamentos	Colúvio com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo	Colúvio com sinais de rastejo com muitas trincas; contato abrupto solorocha e solo residual com voçorocas
Densidade de ocupação da encosta (%)		0 a 15%	16 a 30%	31 a 50%	51 a 65%	Acima de 65%

Fonte: Guerra et al (2009).

Figura 30: Visão Geral dos fatores de ocorrência a deslizamento de terra e suas respectivas relevâncias e riscos

Table 2 Overview of factors controlling the occurrence of landslides, and their relevance in landslide susceptibility and hazard assessment for different landslide mechanisms (R = rockfalls, S = shallow landslides and debris flows, L = large, slow-moving landslides)							
Group	Parameters	Relevance for landslide susceptibility and hazard assessment	Type of factor		Landslide mechanisms		
			C	T	R	S	L
Topography	Elevation, internal relief	Elevation differences result in potential energy for slope movements	●		H	C	H
	Slope gradient	Slope gradient is the predominant factor in landslides	●	●	C	C	C
	Slope direction	Might reflect differences in soil moisture and vegetation, and plays an important role in relation to discontinuities	●		C	M	M
	Slope length, shape, curvature, roughness	Indicator of slope hydrology, important for runout trajectory modelling	●		C	H	H
	Flow direction and accumulation	Used in slope hydrological modelling, e.g. for the wetness index	●		M	C	H
	Geology	Rock types	Determine the engineering properties of rock types	●		C	H
Weathering		Types of weathering (physical/chemical), depth of weathering, individual weathering zones and age of cuts are important factors	●		C	H	H
Soils	Discontinuities	Discontinuity sets and characteristics, relation with slope directions and inclination	●		C	M	H
	Structural aspects	Geological structure in relation to the slope angle/direction	●		H	H	H
	Faults	Distance from active faults or widths of fault zones	●		H	H	H
	Soil types	Origin of the soil determines its properties and geometry	●		L	C	H
Hydrology	Soil depth	In superficial formations, depth determines the potential movable volume	●		L	C	H
	Geotechnical properties	Grain size, cohesion, friction angle, bulk density	●		L	C	H
	Hydrological properties	Pore volume, saturated conductivity, PF curve	●		L	H	H
	Groundwater	Spatial and temporal variations in depth to groundwater table, perched groundwater tables, wetting fronts, pore water pressure, soil suction	●	●	L	H	H
Geomorphology	Soil moisture	Spatial and temporal variations in soil moisture content	●	●	L	H	H
	Hydrological components	Interception, evapotranspiration, throughfall, overland flow, infiltration, percolation, etc.	●	●	M	H	H
	Stream network and drainage density	Buffer zones around streams; in small scale assessment, drainage density may be used as an indicator for type of terrain	●		L	H	H
	Geomorphological environment	Alpine, glacial, periglacial, denudational, coastal, tropical, etc.	●		H	H	H
	Old landslides	Material and terrain characteristics have changed, making these	●		M	H	C

Table 2 continued							
Group	Parameters	Relevance for landslide susceptibility and hazard assessment	Type of factor		Landslide mechanisms		
			C	T	R	S	L
Land use and anthropogenic factors	Past landslide activity	locations more prone to reactivations Historical information on landslide activity is often crucial for determining landslide hazards and risk	●		C	C	C
	Current land use	Type of land use/land cover, vegetation type, canopy cover, rooting depth, root cohesion, weight	●		H	H	H
	Land-use changes	Temporal variations in land use/land cover	●	●	M	C	H
	Transportation infrastructure	Buffers around roads in sloping areas with road cuts	●		M	H	H
	Buildings	Slope cuts made for building construction	●	●	M	H	H
	Drainage and irrigation networks	Leakages from such networks may be an important cause of landslides	●	●	L	H	H
	Quarrying and mining	These activities alter the slope geometry and stress distribution. Vibrations due to blasting can trigger landslides	●	●	H	H	H
Dams and reservoirs	Reservoirs change the hydrological conditions. Tailing dams may fail	●	●	L	H	H	

The relevance is indicated as *C* (crucial), *H* (highly important), *M* (moderately important), and *L* (less important). The type of factor is indicated as either *C* (conditioning factor) or *T* (triggering factor)

Continuação...

Fonte: Corominas et al (2014)

Corominas et al (2011) apresentam metodologias recomendadas para a análise quantitativa de risco de movimento de massa em diferentes escalas espaciais (local, regional e nacional), bem como para a verificação e validação dos resultados. O foco dos autores está voltado para uma perspectiva metodológica e quantitativa, no qual é apresentada uma visão geral das metodologias existentes para a análise quantitativa e zoneamento da suscetibilidade de escorregamentos e risco em diferentes escalas, e fornecer orientações sobre como implementá-las. Em uma dessas análises expostas são mostrados métodos para determinar a distribuição espacial da intensidade do deslizamento de terras, a caracterização dos elementos em risco, a avaliação do potencial grau de dano e a quantificação da vulnerabilidade dos elementos em risco e aqueles utilizados para realizar a análise de risco quantitativo.

Apesar de ambas serem pesquisas ricas, detalhadas e específicas, os autores não fazem o uso de análises socioeconômicas para a compreensão dos riscos de movimento de massa. Partindo da afirmativa de que a análise de risco se dá a partir da relação da suscetibilidade e capacidade que o indivíduo tem de lidar e de se adaptar com esse risco<sup>11</sup>, há uma necessidade do fornecimento de uma análise criteriosa e abrangente sobre essas duas grandes dimensões que sustentam a ideia de riscos de desastres.

Outro fator a ser ponderado, diz respeito à quantificação dos elementos de ambas as pesquisas, Guerra et al (2009) utiliza de níveis quantitativos (que vai de 1 a 5) em relação a cada uma das variáveis, por exemplo, para o fator declividade, cada grau tem um nível específico que vai aumentando à medida que a declividade também aumenta. Já Corominas et al (2011) faz uma relação de dependência e importância para cada variável a partir dos mecanismos de deslizamento, tipo de fator (condicionante ou desencadeador) e a sua relevância (Crucial, Altamente importante, Moderadamente importante e Menos importante) a partir dessa relação de dependência.

Ambas as pesquisas utilizaram de métodos e técnicas quantitativas a partir da atribuição dos pesos das próprias variáveis, onde Guerra et al (2009) fez uso da média aritmética e Corominas et al (2011) faz uso de métodos quantitativos relacionando a relevância das variáveis com os mecanismos de deslizamento, mas não estabelece um peso numérico para isso.

---

<sup>11</sup> UNU-EHS (2011).

Sendo assim, o que as supracitadas pesquisas propõem está muito mais relacionado à Exposição de Riscos de Movimento de Massa do que ao Risco em si, visto que o fator de vulnerabilidade social não se mostra igualmente relevante nas análises. Além disso, também não foi identificado as justificativas que defendam a escolha de cada uma das variáveis que os referidos autores utilizaram em suas pesquisas.

Então, a partir desta explanação, aqui é proposta uma análise de Risco de Movimento de Massa em Escala Microlocal, considerando a Vulnerabilidade como elemento Social do Risco e a Exposição como elemento Físico-Natural do Risco a partir da identificação de variáveis relacionadas aos aspectos físicos e naturais do ambiente e também aos aspectos estruturais. Apesar das pesquisas de Guerra et al (2009) e Corominas et al (2011) terem servido de base para esta análise, outras variáveis foram acrescentadas, outras foram adaptadas e a mensuração do índice foi feita com base em análises estatísticas e ponderadas. Além disso, foi realizada a justificativa da escolha de cada uma dessas variáveis que já existiam e as que forma acrescentadas. É proposta também uma ponderação quantitativa a partir da atribuição de pesos feita através do Método *Delphi* para cada uma das variáveis da Exposição Física e para cada um dos indicadores da Vulnerabilidade Social.

Neste sentido, esta pesquisa propõe categorias, indicadores e variáveis com o intuito de mensurar o Índice de Exposição aos Riscos de Movimento de Massa, considerando as dimensões de exposição física e vulnerabilidade social em Escala Microlocal. Foi possível realizar a análise a partir de pesquisa bibliográfica, implementação e validação em campo, atribuição de pesos por variável, quantificação através de equações e espacialização dos resultados em mapas.

Nas próximas sessões serão apresentadas as categorias de Exposição Física, seus indicadores, variáveis e suas respectivas justificativas a partir de embasamento teórico relacionando cada uma aos riscos de movimento de massa. Também serão apresentadas as atribuições de peso para cada variável e as análises estatísticas utilizadas para a mensuração dos índices. Por fim, são apresentados os Índices de Exposição Física a Movimento de Massa, de Exposição a Inundação, o Índice Geral de Exposição Física para a área de estudo e o Índice de Riscos de Desastres, o qual utiliza também do Índice de Vulnerabilidade Social.

#### 4.2 Categorias e Variáveis da Exposição: Físico-Natural e Estrutural

Conforme Zêzere (2005) definir qual a causa que esteve na origem de determinado movimento de massa é uma ação complexa, pois há diversos fatores envolvidos, podendo alguns deles estarem na origem da redução da estabilidade da encosta, enquanto outros poderão ser responsáveis pelo desencadeamento do movimento.

Herrman et al (2005) afirma que os fatores condicionantes aos escorregamentos estão relacionados, principalmente, à estrutura geológica, geomorfologia, declividade da vertente e atividade antrópica, sendo que este último constitui-se como um dos maiores potencializadores dos escorregamentos, destacando-se o uso indevido das áreas declivosas, os desmatamentos, os cortes e aterros mal executados para a construção de casas e estradas, o lançamento direto de águas servidas, o vazamento da rede de abastecimento de água, as fossas sépticas e o acúmulo de lixo.

Já Bigarella et al. (2003, p. 1026) afirma que:

As condições que favorecem os movimentos de massa dependem principalmente da estrutura geológica, da declividade da vertente (forma topográfica) [...], da perda de vegetação e da atividade antrópica, bem como pela existência de espessos mantos de intemperismo, além da presença de níveis ou faixas impermeáveis que atuam como planos de deslizamentos.

Para identificar os fatores condicionantes do risco de movimento de massa da Área Prioritária de Riscos de Desastres no município de São Luís foram consideradas as características Físicas e Naturais e as características de Infraestrutura e Saneamento. Entende-se aqui por características “Físicas e Naturais” processos intrínsecos à área, mas que nem sempre são naturais. A exemplo disso, tem-se a declividade que é um fator da geomorfologia, mas em encostas urbanas, em sua maioria, são formadas por ações antrópicas através de cortes artesanais e desordenados. Já as características Estruturais se referem a existência e condição de equipamentos e características urbanas, como por exemplo: esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo, etc.

Apesar de a escolha dos indicadores ter como base fichas pré-existentes, viu-se a necessidade da justificativa de cada uma das variáveis com base em pesquisas que tiveram como ponto principal a análise de movimentos de massa a partir de características específicas. Para tanto Pinto (2015) realizou uma criteriosa análise bibliográfica, no qual apontou os principais parâmetros físicos e antrópicos utilizados por autores em pesquisas sobre movimento de massa (Figura 31)

Figura 31: Condicionantes Físicos e Antrópicos utilizados para estimação de Suscetibilidade e Risco a Movimentos de Massa.

Condicionantes Considerados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Total
<b>Geológicos</b>																																				27	
1-Litologia																																					19
2-Estrutura (falhas, fraturas, lineamentos etc.)																																					10
3-Unidades geológicas																																					6
4-Descontinuidades																																					2
<b>Climáticos:</b>																																					5
5-Pluviosidade																																					5
<b>Pedológicos:</b>																																					15
6-Tipo de solo																																					15
<b>Geomorfológicos:</b>																																					35
7-Declividade																																					33
8-Forma da vertente																																					20
9-Altitude																																					17
10-Área de drenagem																																					9
11-Orientação																																					14
12-Unidades geomorfológicas																																					12
13-Densidade de drenagem																																					5
14-Rugosidade do terreno																																					1
<b>Cobertura vegetal e uso da Terra</b>																																					31
15-Cobertura vegetal																																					19
16-Uso da terra																																					17
17- Estradas																																					11
18-Ocupação																																					8
19-Áreas agrícolas																																					3

Fonte: PINTO (2015).

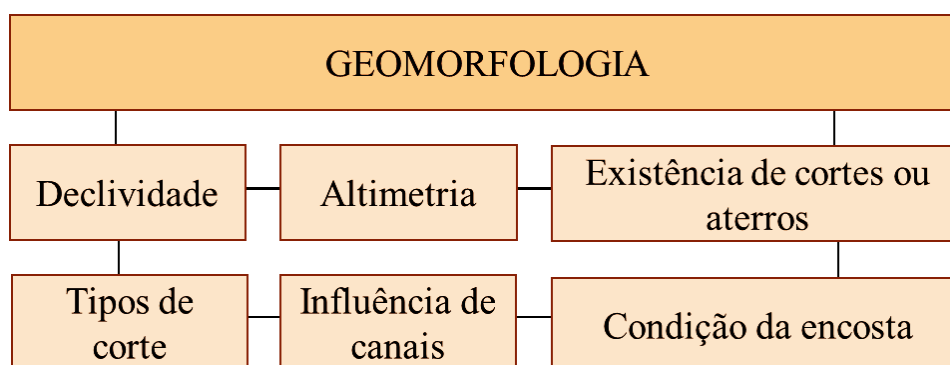
A pesquisa de Pinto (2013) ajudou a confirmar e a justificar as variáveis utilizadas nas pesquisas de Guerra et al (2009) e de Corominas et al (2011), nas quais foi possível aferir sobre as variáveis físico-naturais e estruturais a serem consideradas na presente pesquisa. Para a sistematização dos fatores condicionantes aos movimentos de massa, utilizou-se as categorias de I - Exposição Físico-Natural (Caracterização Geomorfológica, Caracterização Geológica e Caracterização Pedológica); II - Exposição Estrutural (Infraestrutura e Saneamento Ambiental, Densidade da População e Qualidade das Moradias); e III - Número de Pessoas Expostas.

#### 4.2.1 Exposição Físico-Natural: Características Geomorfológicas, Pedológicas e Geológicas

##### *Características Geomorfológicas*

Pinto (2013) afirma que as condições de instabilidade para a ocorrência de processos erosivos e também de movimentos coletivos, em taludes e encostas, estão diretamente associadas aos condicionantes geomorfológicas. Segundo Christofolletti, (1980); Fernandes e Amaral (1996) e Fernandes et al. (2001) essa instabilidade se dá em função dos parâmetros morfométricos, com destaque para a declividade e a altimetria. Desta forma, para o indicador Geomorfologia foram consideradas: a declividade medida em graus; a altimetria e altura da encosta; a existência de cortes ou aterros na encosta ou próximo a ela; os tipos de cortes realizados na encosta; existência e tipos de processos de corte; influência dos canais de drenagem fluvial e condição da encosta, no que se refere ao processo de estabilização, presença de vegetação e lixo (Figura 32).

Figura 32: Indicadores relacionados a categoria Geomorfologia

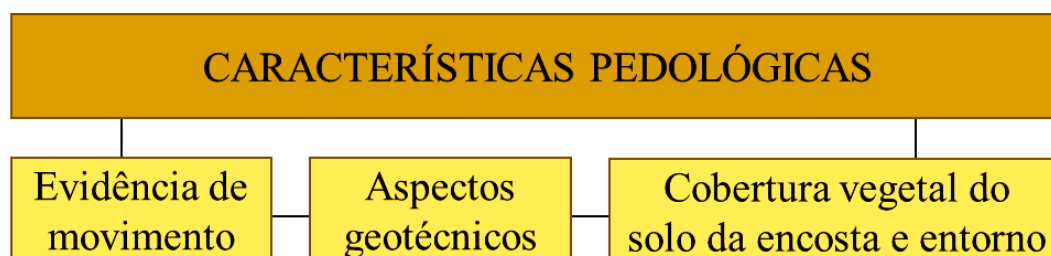


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

### *Características Pedológicas*

Pinto (2013) afirma que além dos solos estarem correlacionados a outros condicionantes de instabilidade das vertentes como a geologia e a geomorfologia, estes configuram-se como fator individual que influencia e sofre ação dos fatores erosivos, em função de suas propriedades inerentes: textura, estrutura, permeabilidade e densidade. Sendo assim, para o indicador Características Pedológicas foram consideradas as variáveis: evidência de movimentos, considerando a presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, embarrigamentos, árvores inclinadas e voçoroca; aspectos geotécnicos e cobertura vegetal do solo da encosta e entorno (Figura 33).

Figura 33: Indicadores relacionados a categoria de Características Pedológicas

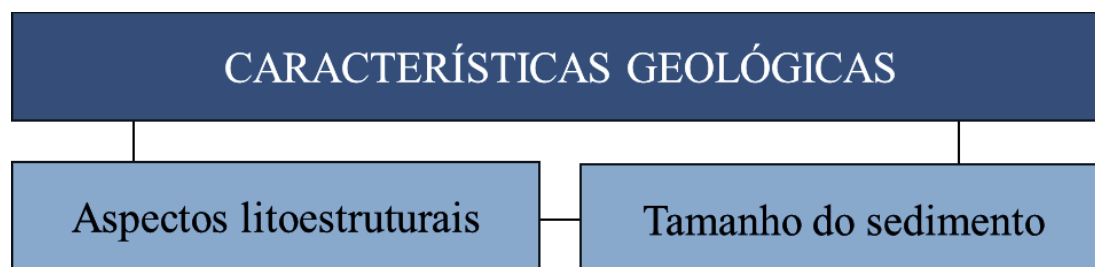


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

### *Características Geológicas:*

Conforme o IPT (1991) o tipo e tamanho do solo/rocha determina a suscetibilidade dos terrenos à erosão, em função de suas características granulométricas (argilosos, siltosos e arenosos), estruturais, de espessura, etc. Portanto, para o indicador Características Geológicas consideram-se: aspectos litoestruturais, que vai desde arenitos quartzosos a colúvios e tamanho do sedimento, que vai desde a inexistência do sedimento à matações a partir de 20 cm (Figura 34)

Figura 34: Indicadores relacionados a categoria Características Geológicas



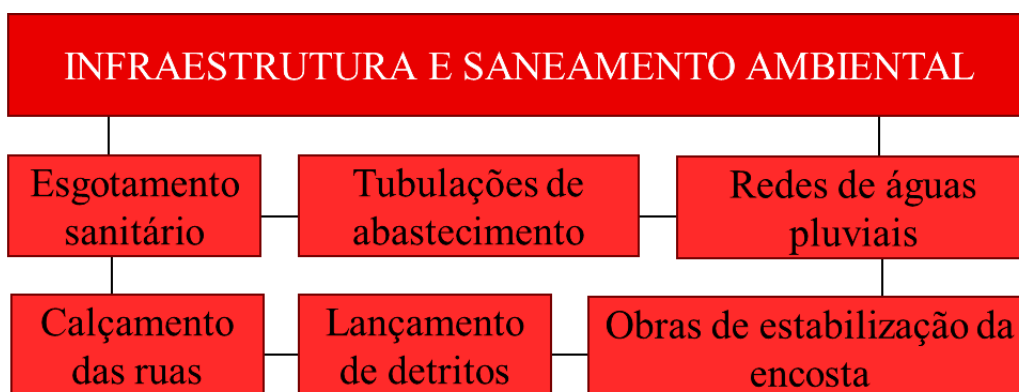
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.2 Exposição Estrutural: Infraestrutura e Saneamento básico, Qualidade estrutural das moradias, Densidade da ocupação e Pessoas expostas

##### *Infraestrutura e Saneamento Básico:*

Macedo, Pedrosa e Almeida (2012) afirmam que a junção perversa da pobreza, habitação improvisada e precária, pouca ou nenhuma infraestrutura, com a ocupação de espaços susceptíveis aos perigos naturais, criou territórios de riscos e vulnerabilidades, que recorrentemente coincidem com os ambientes degradados, desvalorizados e negados pela sociedade. Então, para o indicador de infraestrutura e saneamento ambiental foram utilizadas as variáveis esgotamento sanitário, tubulações de abastecimento, redes de águas pluviais, calçamento de ruas, lançamento de detritos e obras de estabilização (Figura 35).

Figura 35: Indicadores de Infraestrutura e Saneamento Ambiental

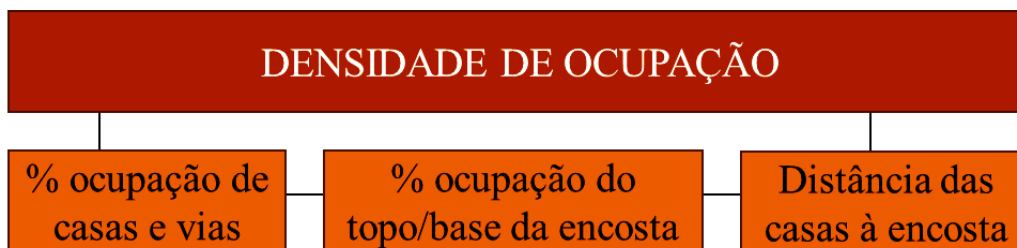


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

##### *Densidade da Ocupação:*

A associação entre a ocupação de encostas, que ocorre de forma desordenada e frequentemente por estruturas precárias, ocupação intensa de casas e vias de acesso, ocupações no decorrer da encosta, sem respeitar a distância mínima de proteção, associado a intensidade pluviométrica, tem transformado esses ambientes em zonas de risco à vida humana e ao patrimônio (PARIZZI et al., 2010). Desta forma, o indicador relacionado à Densidade da Ocupação será utilizado a partir das variáveis Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas), Densidade de ocupação do topo ou base da encosta (%) e Distância das casas à encosta (base e topo) (Figura 36).

Figura 36: Indicadores de Densidade de Ocupação

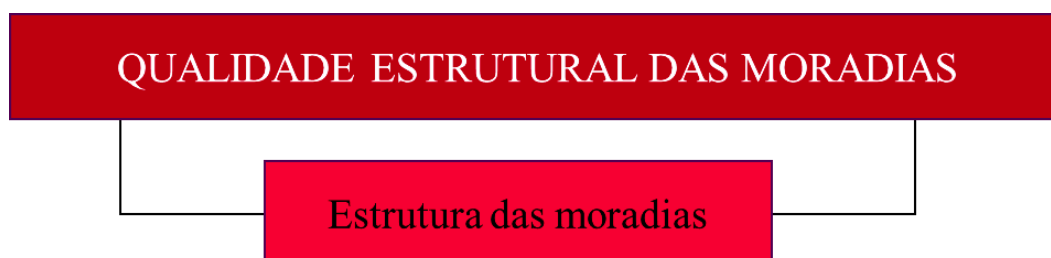


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### *Qualidade Estrutural das Moradias:*

O aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco de desastres e em moradias impróprias tem sido uma das características negativas do processo de urbanização e crescimento de grande parte das cidades brasileiras. Segundo Nascimento, Filgueira e Silva (2013) a densidade e a qualidade da habitação e riscos estão associadas, principalmente se a moradia for precária, sem fundação e sem estrutura o suficiente para resistir ao possível impacto. Então, para o indicador de Qualidade Estrutural das Moradias, foi utilizada a varável estrutura das moradias, considerando o material de construção da casa, de material estável e longe da base ou crista da encosta (Figura 37).

Figura 37: Qualidade Estrutura das moradias



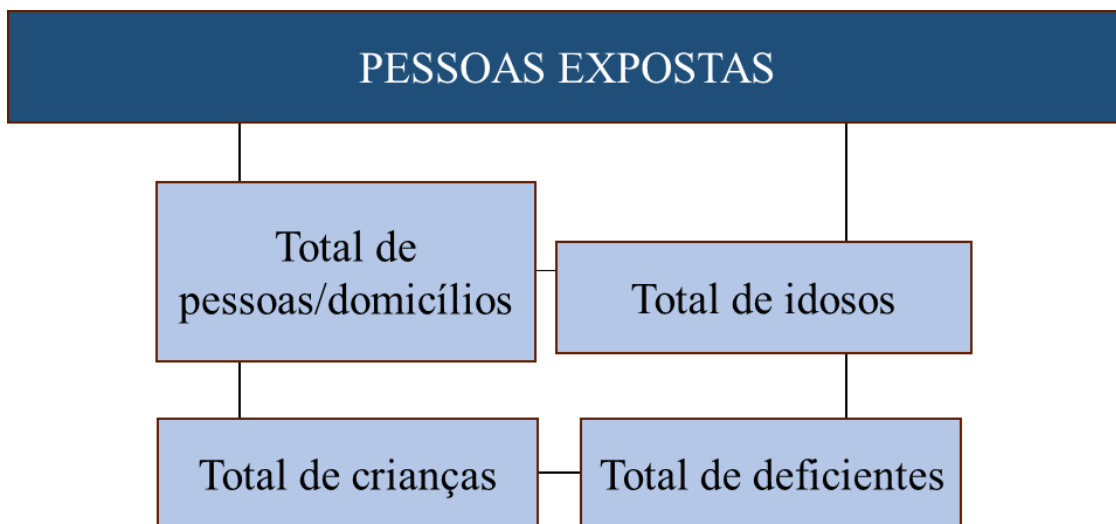
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### *Número de Pessoas Expostas:*

Por fim, o indicador Número de Pessoas Expostas (Figura 38) mostra o quantitativo populacional em cada nível de risco, ou seja, se existe uma densidade de pessoas em situações de alto nível de exposição. A incorporação desse indicador se deu com base na metodologia do Word Risk Index elaborado pela UNU-EHS (2013), onde o

quantitativo do total de pessoas ou domicílios, número de idosos, pessoas com deficiência e crianças foi aderido como variáveis capazes de mostrar as residências mais expostas considerando as pessoas mais vulneráveis. Esse indicador auxilia substancialmente em medias de gestão da área de forma mais específicas e ações concentradas, onde o alvo seriam locais mais expostos, mais vulneráveis e onde há a concentração de pessoas.

Figura 38: Variáveis relacionadas ao número de pessoas expostas



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

#### 4.2.3 Justificativa das variáveis das Categorias Físico-Natural e Estrutural

Para justificar cada uma das variáveis, Almeida (2017) propõe um quadro de produção e sistematização de indicadores, no qual é necessário expor os indicadores gerais, que aqui é tratado como “categorias”, o indicador proposto, a unidade de medida, que aqui é tratada como variável, a escala espacial, a literatura de referência, a relevância da unidade de medida e as limitações existentes a partir da análise teórica e/ou metodológica e das atividades de campo para a identificação desse indicador. Desta forma, as variáveis estão justificadas no Quadro 10.

Quadro 10: Variáveis usadas no Índice de Exposição Física aos Riscos de Movimento de Massa e suas respectivas justificativas

<b>INDICADORES USADOS NO ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO AOS RISCOS DE MOVIMENTO DE MASSA</b>					
<b>CATEGORIA: Exposição Físico-Natural</b>					
<b>INDICADOR: Geomorfologia/Relevo</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Declividade medida em graus	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Herrmann (2006); Lei estadual nº 6.063; Girão (2007); Pinto (2013); Christofolletti, (1980); Fernandes e Amaral (1996) e Fernandes et al. (2001).
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Os riscos de movimento de massa (deslizamento de terra, fluxo de detritos, corrida de massa) são maiores em terrenos que se encontram em maiores declividades, sendo um fator preponderante na grande maioria dos estudos. No entanto, são áreas densamente habitadas, principalmente, por aqueles de menor poder aquisitivo, o que deixa mais evidente as desigualdades sociais e degradação ambiental, visto que áreas declivosas são protegidas por lei, não sendo permitidas as instalações de estruturas naquelas com declividade igual ou superior a 30°.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	A declividade foi medida com base na análise empírica. No entanto, não foi possível observar todas as encostas de perto, algumas se encontravam embaixo do domicílio de residência, não dispondo de acesso para chegar até a encosta.				
<b>INDICADOR: Geomorfologia/Relevo</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Altimetria em metros	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Pinto (2013); Christofolletti, (1980); Fernandes e Amaral (1996); Fernandes et al. (2001); Crepani et al (2001).
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	A altimetria faz parte da análise morfométrica da geomorfologia, sendo um fator determinando para a análise da força gravitacional, pois quanto maior a amplitude altimétrica maior é a energia potencial e maior é a capacidade de deslocamento de material, principalmente se associada a elevadas declividades				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Apesar da altimetria ser muito usada nos trabalhos, não há um consenso quanto com relação aos limites precisos para aferir a instabilidade da encosta, pois em cada pesquisa os níveis alto, médio e baixo da altimetria são diferentes, ficando a critério do pesquisador realizar essa análise a partir da realidade da sua área.				
<b>INDICADOR: Geomorfologia/Relevo</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Existência de cortes/aterros	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Silva (2008); Guerra et al (2009); Oliveira (2018); SGB (2017); Mirandola e Macedo (2014).

<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	A ocupação desordenada e a implantação de cortes e aterros de forma improvisada potencializam a ocorrência de processos de erosão e movimentos de massa. O aumento do número de cortes e aterros geram novas relações com os fatores condicionantes naturais associados a modificação natural do relevo, podendo causar o afloramento e a instabilização de matacões inicialmente imersos no solo. Portanto, nas áreas de risco os maiores problemas se dão por movimentos de massa deflagrados em taludes de corte.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Por mais que a análise tenha sido numa Escala Microlocal, não foi possível fazer a análise empírica em exatamente todos as encostas da área, limitando-se a observação a um ponto por setor. Em muitas áreas, a declividade só poderia ser observada a partir do quintal dos moradores, mas em muitos locais a encosta estava localizada abaixo das casas, impossibilitando a sua observação.				
<b>INDICADOR: Geomorfologia/Relevo</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Tipos de cortes	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Sousa, Palivanov e Barroso (2019); IPT (1991);
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Cortes executados sem critérios estão entre as razões que levam aos cenários de riscos de desastres. Deslizamentos em cortes podem ser classificados pela inclinação acentuada com corte na base da encosta, pela instabilidade por cortes no topo da encosta, facilitando o desmoronamento de possíveis edificações instaladas no topo.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Nem sempre era possível identificar o tipo de corte devido a surgência de vegetação após o corte.				
<b>INDICADOR: Geomorfologia/Relevo</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Drenagem natural (quantidade de canais)	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Pinto (2013); Lin, Gramani e Campos (2016);
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	A drenagem é um fator que interfere no comportamento das águas superficiais e de subsuperfície que, por sua vez, tem influência direta na dinâmica dos processos erosivos e nos movimentos gravitacionais de massa. Há uma relação entre a quantidade de sinais de movimento e a proximidade com a drenagem fluvial.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Foi possível identificar todo o canal de drenagem que permeia a área, exceto uma pequena parte que está situado mais distante das moradias.				
<b>INDICADOR: Geomorfologia/Relevo</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Condição da encosta	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Guerra et al (2009); Pinto (2013); Jesus (2004)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	É um fator importante pois identifica se a encosta está vegetada, visto que a vegetação auxilia na contenção da erosão e movimentos gravitacionais; identifica também se é um talude de corte ou natural; se há ou não há obras de estabilização com depósito de lixo e/ou água				

	servida próximo ao topo/base encosta. A vegetação tem relação direta com a condição de equilíbrio das encostas, uma vez que, interfere tanto no processo de pedogênese, quanto no deslocamento de materiais, nesse último funcionando como obstáculo para o transporte de sedimentos e detritos.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Não houveram limitações para a identificação e análise dessa variável.				
<b>INDICADOR: Características Pedológicas</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Evidência de Movimento	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Rubira, Melo e Oliveira (2016); Jesus (2004)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Essa variável mostra se na área possui ravinas, fendas, voçorocas e inclinação de árvores e muros. Entende-se ravinas e voçorocas como sinais de processos erosivos, embora se saiba que erosão e movimento de massa são dois fatores diferentes, a erosão precede os movimentos, principalmente se for deslizamento de terra, corrida de massa, escorregamentos. Os cortes, aterros, erosão e assoreamento como feições do modelado antrópico resultantes do processo de urbanização como fatores potenciais de risco geomorfológico, na medida em que modificam e alteram a estabilidade dos terrenos ao longo do tempo. O maior ou o menor grau de suscetibilidade que os solos apresentam frente a erosão está condicionado ao clima, a natureza do solo, a declividade do terreno e ao manejo do solo.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Não foi possível realizar a análise desses parâmetros por toda a extensão das encostas devido a impossibilidade de acesso.				
<b>INDICADOR: Características Pedológicas</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Aspectos Geotécnicos	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Corominas et al (2011); Raimundo (1998)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Este aspecto leva em consideração o tipo de solo e a sua condição. Isto associado a elevada densidade pluviométrica, desencadeia expressivamente a ocorrência de ordem geotécnica em encostas. Sendo assim, a condução de investigações geológico-geotécnicas mais detalhadas, tem o grande potencial de minimizar as incertezas e contribuir para um gerenciamento de riscos mais adequado.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Em alguns casos, não era possível realizar a análise desses parâmetros em toda a extensão das encostas devido a impossibilidade de acesso, mas foi analisado no setor correspondente				
<b>INDICADOR: Características Pedológicas</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Cobertura vegetal do solo	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Silva (2008); Gusmão Filho et al. (1997)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	A vegetação protege o solo de fatores que condicionam o deslizamento, como por exemplo, o aumento do escoamento superficial. A presença da vegetação em taludes e encostas naturais é de grande importância para o processo de estabilização através das raízes das plantas, melhorando a qualidade e aumentando a resistência do solo. Portanto, áreas com menor cobertura da vegetação tende a ter maior risco de movimento de massa.				

<b>LIMITAÇÕES</b>	É preciso tomar cuidado, pois nem toda vegetação é positiva para as encostas, ex: bananeira, que é uma planta que retem muita umidade.				
<b>INDICADOR: Características Geológicas</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Aspectos Litoestruturais	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Crepani et al (2001); Vargas (2015).
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Os aspectos litoestruturais estão relacionados ao processo de denudação da rocha. Uma vertente é estável se sua a força excede os processos de denudação, e instável se os materiais são mais frágeis que esses processos, sendo que esses processos erosivos e de movimentos de massa acontecem nas vertentes, sendo acentuados pela inclinação e pelo uso indevido do solo. A intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e à permeabilidade do solo e da rocha. Rochas e solos impermeáveis dificultam a infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, aumenta o escoamento superficial (runoff) e, portanto, uma maior capacidade de promover a morfogênese.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Em alguns casos, não era possível realizar a análise desses parâmetros em toda a extensão das encostas devido a impossibilidade de acesso, mas foi analisado no setor correspondente.				
<b>INDICADOR: Características Geológicas</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Tamanho do sedimento	<b>Escala Espacial:</b>	Escala de detalhes/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Paixão e Kobiyama (2017); Zambrano et al (2018).
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	O entendimento dessa variável está muito associado a prever os efeitos causados a uma área de risco de movimento de massa a partir do tamanho do sedimento presente. O tamanho do sedimento é um dos parâmetros mais utilizados para fins de mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos e fluxos de detritos, sendo facilmente encontrados desde sedimentos finos à matacões. Sedimentos menores apresentam maior mobilidade, permitindo que grandes distâncias sejam alcançadas e áreas maiores sejam atingidas. Já os sedimentos maiores alcançam pequenas distâncias, mas causam maiores prejuízos, aumentando a probabilidade de acidentes fatais.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Em alguns casos, não foi possível realizar a medição dos tamanhos do sedimento em toda a extensão das encostas devido a impossibilidade de acesso, mas foi analisado no setor correspondente.				
<b>CATEGORIA: Exposição Estrutural</b>					
<b>INDICADOR: Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Esgotamento Sanitário	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	UNU-EHS (2011); Almeida et al (2017) Oliveira (2018); IFRC, 2006

<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Quando uma família não tem abastecimento de água regular ou mesmo convive com sistema de esgoto ineficiente, e ainda seus efeitos negativos são potencializados por perigos naturais, passam a enfrentar “micro desastres cotidianos, o que facilmente é negligenciado pelo Poder Público. A existência e boa qualidade dos sistemas de esgotamento sanitário amenizam os impactos causados pelos riscos de desastres.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Não houveram limitações para identificar esta variável na área.				
<b>INDICADOR: Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Tubulações de abastecimento	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Santos (2018); Franco, Menezes e Gomes (2009); Oliveira (2018).
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	A precária situação de tubulações de abastecimento de água faz parte de um cenário favorável a ocorrência de deslizamentos de terra, ou seja, a ação antrópica tem fundamental relevância como fator condicionante que leva a deslizamentos. Estes cenários são facilmente encontrados em áreas de desigualdade social e degradação ambiental. s escorregamentos estão associados a períodos chuvosos e muitas vezes potencializados pela concentração de águas servidas ou de vazamento de tubulações do sistema de abastecimento de água ou esgoto sobre as encostas.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Foram considerados vazamentos visíveis. Eventualmente, algum morador era questionado.				
<b>INDICADOR: Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Redes de águas pluviais	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Silva (2008); Oliveira (2018); São Paulo (2008)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Com um sistema inexistente ou precário sistema de drenagem pluvial há uma concentração de águas de chuvas em superfície e vazamentos de tubulações. Os principais processos adversos esperados são escorregamentos em taludes naturais, e de corte e evolução dos processos erosivos devido à maior infiltração de água no solo.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Foram consideradas a existência de bueiros, canaletas e destino da vasão pluvial. Não houveram dificuldades para a identificação desta variável.				
<b>INDICADOR: Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	SGB (2007).

<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Ruas em áreas de declividade elevada sem meio-fio, calçamento ou galerias podem direcionar as águas das chuvas para a encosta e causar escorregamentos. Quanto mais calçada ou asfaltada for a rua, maiores são os mecanismos de drenagem superficial, contribuindo para a existência de erosão ou movimentos gravitacionais de massa.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Em algumas áreas o calçamento foi providenciado pelos próprios moradores, mas como a metodologia não exige que esse calçamento seja realizado por vias do Poder Público, esses casos foram considerados.				
<b>INDICADOR: Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Lançamento de detritos	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Oliveira (2018); Costa et al (2022);
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Uma das condicionantes antrópicas que contribuem para o desencadeamento de riscos de movimento de massa é o lançamento inadequado de lixo, agravando a situação de risco. É comum, em área urbana, observar taludes instáveis e grande quantidade de lixo e esgoto sendo lançados diretamente no local.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Na ficha, não foi considerado se na área tem ou não tem coleta de lixo regular. Considerou-se apenas a quantidade de lixo presente na área no momento da análise.				
<b>INDICADOR: Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Obras de estabilização da encosta	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Louzeiro, Mendes e Almeida (2018); Raskovisch (2020).
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	A existência de obras de estabilização de encostas é considerada uma medida estrutural para conter os riscos de movimentos gravitacionais de massa, sendo necessária a regularização destas obras para garantir a contenção desses eventos. Para tanto, existem alguns tipos de obras ideais para cada tipo de terreno: estrutura com peso, estrutura com ancoragem, estrutura por ficha, estruturas mistas.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	As obras de contenção nas encostas da área são, em sua maioria, realizadas de forma artesanal, ou seja, os próprios moradores providenciaram e também obras de cunho temporário, como por exemplo: as lonas de plástico colocadas pela defesa civil em uma das áreas mais instáveis.				
<b>INDICADOR: Densidade de Ocupação</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	% de ocupação por casas e vias de acesso	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Oliveira (2018); Sales (2018); Bezerra (2016).

<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	As áreas de risco de movimentos de massa se apresentam na sociedade brasileira à medida que, geralmente, diante da exclusão territorial, novas alternativas de moradia popular surgem em terrenos pouco ou não adequados à ocupação humana. O histórico de ocupação, adensamento da população e construção de “puxadinhos” nos domicílios, reflete no aumento do número de pessoas que vivem em áreas de risco. Quanto mais adensada for a encosta, maiores serão os problemas relacionados a infraestrutura e saneamento básico da área, resultando em áreas inapropriadas para moradia, tanto pela instabilidade natural, quanto pelos fatores antrópicos, o que amplia a probabilidade de deflagração de desastres.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Identificar a porcentagem exata da densidade de ocupação por casas e vias apenas no olhar. Seria interessante ter um parâmetro mais preciso para esse tipo de análise.				
<b>INDICADOR: Densidade de Ocupação</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	% de ocupação no topo/base da encosta	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	IPT (1991); Tucci (1997, 2007, 2010)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	É um fator que acentua as chances de ocorrer um desastre, visto que a ocupação de casas tanto nas áreas de encostas como também às margens do rio causa a compactação do solo, impedindo que a água siga o seu curso sem impedimentos. As causas antrópicas que ocasionam movimentos de massa são: retirada da cobertura vegetal e consequente exposição dos solos; concentração de águas pluviais e lançamento de águas servidas; execução inadequada de aterro. Tudo isso são respostas de ocupação urbana nessas áreas. Em relação às inundações, à medida que a urbanização evolui, ocorrem também problemas nos leitos dos rios relacionados com o aumento das vazões, aumento da produção dos sedimentos, deterioração da qualidade da água, obstrução do escoamento com pontes e taludes de estrada, deposição e obstrução de rios e projetos de obras de drenagem inadequados.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Identificar a porcentagem exata da densidade de ocupação apenas no olhar. Seria interessante ter um parâmetro mais preciso para esse tipo de análise.				
<b>INDICADOR: Densidade de Ocupação</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Distância das casas à encosta	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Machado e Zacarias (2016); Sterlacchini <i>et al</i> (2007)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	É um dos elementos que determinam, diretamente, se é um local muito ou pouco exposto. É muito clara a relação dos desastres com o quanto eles afetam a sociedade. Um mesmo evento pode ser encarado de formas diferentes, dependendo de sua proximidade com uma comunidade. Sendo assim, quanto mais próximo de uma encosta ou de margem de rio, mais exposto esse indivíduo é.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Os parâmetros para medir a distância da área de risco não levam em considerações situações adversas que podem acentuar ou minimizar a exposição aos riscos.				

<b>INDICADOR: Qualidade Estrutural das Moradias</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Estrutura das moradias	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	Cutter (2003); Oliveira (2018)
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	É um fator fundamental na compreensão do grau de risco de desastres. Quanto mais debilitada é a estrutura da residência, mais propensa a ser atingida com consequências por algum tipo de evento ela é. Então fatores como alicerces, muros, paredes, telhados, sistemas de esgoto e abastecimento de água são fatores que, se apresentarem deficiência ou ineficiência acentuam as chances de um elevado nível de exposição. Essa variável também tem muito a ver com a vulnerabilidade social da área, visto que trata das condições da moradia em si e de que forma isso acentua o nível de exposição.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Nem sempre é possível analisar a condição da estrutura da moradia, pois para ter acesso à casa, depende da disposição dos moradores em permitir a entrada da equipe.				
<b>INDICADOR: Total de pessoas/domicílios expostos</b>					
<b>VARIÁVEL:</b>	Pessoas no geral, idosos, deficientes, crianças	<b>Escala Espacial:</b>	Escala Microlocal/ bairro	<b>LITERATURA DE REFERÊNCIA</b>	UNU-EHS (2011); Oliveira (2018);
<b>RELEVÂNCIA DA UNIDADE DE MEDIDA</b>	Mostra o quantitativo populacional em cada nível de risco (alto, médio ou baixo), ou seja, qual a densidade de pessoas em situações de exposição e vulnerabilidade social altas. Em domicílios que possuem idosos, crianças e deficientes a vulnerabilidade social é maior, visto que esses indivíduos demandam de uma atenção maior em relação a renda, nutrição, educação, acessibilidade e outros fatores mais específicos.				
<b>LIMITAÇÕES</b>	Embora na pesquisa original o cálculo do índice seja com base no número de pessoas. Na presente pesquisa foi baseado no número total de domicílios a partir de análise do mapeamento e com base na existência ou não de idosos, deficientes e crianças. Devido ao período de rígidas restrições sanitárias por causa da pandemia do COVID-19, não foi possível realizar a aplicação do questionário de recenseamento para ter a informação do quantitativo de cada uma dessas pessoas específicas. No entanto, no questionário on-line foi possível ter uma visão geral da situação de vulnerabilidade da área. Destaca-se também que este indicador não é calculado como os demais. Ele é o fator divisor pelo Índice de Exposição para saber quantos domicílios estão mais ou menos expostos na área.				

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

### 4.3 Proposta de Sistematização de Indicadores de Exposição Física aos Riscos de Movimento de Massa microlocal

Até aqui foi apresentado metodologia voltada para análise de risco de desastres a partir da Vulnerabilidade Social, ficando a metodologia de Exposição Física fica a critério de escolha do próprio pesquisador. Foram apresentadas também Metodologias de Exposição Física com fatores aplicáveis numa Escala Microlocal, porém sem um critério de organização bem definido além dos que concerne aos próprios indicadores por si só (Ex.: Topografia: Altimetria, Declividade, Curvatura da encosta) sem considerar o contexto maior em que se encontram. Desta forma, o Quadro 11 expõe a Proposta Metodológica de Indicadores para mensuração de Exposição Física a Movimento de Massa em Escala Microlocal, considerando duas grandes categorias, seus respectivos indicadores e variáveis.

Quadro 11: Categorias, Indicadores e Variáveis de Exposição Física a Movimento de Massa em Escala Microlocal

<b>CATEGORIAS, INDICADORES E VARIÁVEIS DE EXPOSIÇÃO FÍSICA PARA MOVIMENTOS DE MASSA</b>	
<b>1 – Categoria Físico-Natural</b>	<b>2 – Categoria Estrutural</b>
1.1 – Características Geomorfológicas	2.1 – Infraestrutura e Saneamento Básico
a) Declividade	a) Existência de esgotamento sanitário
b) Altimetria	b) Condições das tubulações de abastecimento de água
c) Existência de cortes ou aterros	c) Rede de águas pluviais
d) Tipos de corte	d) Obras de estabilização da encosta
e) Influência de canais fluviais	e) Calçamento das ruas
f) Condição da encosta	f) Lançamento de detritos na encosta
1.2 - Características Pedológicas	2.2 - Densidade da população
g) Evidência de movimento	f) Ocupação por casas e vias de acesso
h) Aspectos Geotécnicos	g) Ocupação no topo ou base da encosta
i) Cobertura vegetal do solo da encosta e entorno	h) Ocupação de casas rente à encosta (base e topo)
1.3 - Características Geológicas	2.3 - Qualidade estrutural das moradias
j) Aspecto litoestruturais	i) Estrutura das moradias
k) Tamanho do sedimento	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Outro fator a ser destacado se refere a utilização da ponderação dos indicadores ou das variáveis na equação final. Lembrando que a utilização ou não de ponderação numa pesquisa é de total escolha do pesquisador, o qual pode decidir não usar – ficando os dados com os valores de origem, tendo o mesmo peso/importância para todos -, ou pode decidir usar, deixando a cargo da sua própria análise ou de uma estatística matemática ou de estatística a partir da opinião de especialistas a atribuição desses pesos.

Entende-se por ponderação a atribuição de valores específicos a diferentes variáveis e/ou indicadores. Para isso, o método *Delphi*<sup>12</sup> que é amplamente utilizado em pesquisas de inúmeras áreas do conhecimento é uma rica ferramenta usada para a atribuição desses pesos. Sendo assim, considerando a aplicação do Método *Delphi* nesta pesquisa o Quadro 12 apresenta as categorias, indicadores e variáveis, já o Quadro 13 apresenta também os respectivos pesos para a Exposição Física. O Quadro 14 apresenta a Proposta Metodológica para a Mensuração de Risco de Movimento de Massa em Escala Microlocal considerando esses pesos para cada variável de Exposição Física e cada indicador de Vulnerabilidade Social.

Quadro 12: Atribuição de pesos às variáveis de Exposição Física a Movimento de Massa em Escala Microlocal.

CATEGORIA	INDICADORES	VARIÁVEIS	Pesos
FÍSICO-NATURAL	CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	Declividade	0,984047619
		Altura da encosta	0,843170732
		Existência de cortes	0,95952381
		Tipos de cortes	0,927142857
		Condição da encosta	1
		Drenagem natural	0,958536585
	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	Aspectos litoestruturais	0,830714286
		Tamanho do sedimento	0,760243902
	CARACTERÍSTICAS DO SOLO	Evidência de Movimento	0,97475
		Aspectos Geotécnicos	1*
Cobertura Vegetal		0,966829268	
ESTRUTURAL	INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO	Rede de Esgoto	0,911428571
		Rede de águas pluviais	0,927619048
		Obras de estabilização	0,975714286
		Calçamento das ruas	0,741666667
		Tubulações de abastecimento	0,900487805
		Lançamento de detritos	1
	QUALIDADE DAS MORADIAS	Estrutura das moradias	0,863571429
	DENSIDADE OCUPACIONAL	Ocupação de casas e vias de acesso	1*
		Ocupação no topo ou base da encosta	1*
Ocupação de casas rente a encosta (topo ou base)		1*	
* Indicadores inseridos após a aplicação do Método <i>Delphi</i> .			

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

<sup>12</sup> Maiores explicações sobre a aplicação do Método *Delphi* se encontram na sessão 3.6.

Quadro 13: Sistematização de Indicadores de Risco de Movimento de Massa em Escala Microlocal

INDICADORES DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA PARA ESCALA MICROLOCAL				
EXPOSIÇÃO FÍSICA		VULNERABILIDADE SOCIAL		
1 – Categoria Físico-Natural	2 – Categoria Estrutural	1 - Suscetibilidade	2 - Capacidade de Lidar	3 - Capacidade Adaptativa
<p><b>1.1 – Características Geomorfológicas</b></p> <p>a) Declividade b) Altimetria c) Existência de cortes ou aterros d) Tipos de Cortes e) Influência de canais fluviais f) Condição da encosta</p> <p><b>1.2 - Características Geológicas</b></p> <p>g) Aspectos litoestruturais h) Tamanho do sedimento</p> <p><b>1.3 - Características Pedológicas</b></p> <p>i) Existência de movimento j) Aspectos geotécnicos k) Cobertura vegetal do solo da encosta e do entorno.</p>	<p><b>1.4 – Infraestrutura e Saneamento Ambiental</b></p> <p>a) Existência de esgotamento sanitário b) Condições das tubulações de abastecimento de água c) Rede de águas pluviais d) Obras de estabilização da encosta e) Calçamento das ruas f) Lançamento de detritos na encosta</p> <p><b>1.5 - Qualidade estrutural das moradias</b></p> <p>g) Estrutura das moradias</p> <p><b>1.6 - Densidade da população</b></p> <p>h) ocupação por casas e vias de acesso i) Ocupação no topo ou base da encosta j) Ocupação rente à encosta (topo ou base).</p>	<p><b>1.1 - Infraestrutura pública:</b></p> <p>a) Saneamento básico b) Acesso à água potável c) Estrutura da rua (acessibilidade) e limpeza pública</p> <p><b>1.2 - Condições de habitação</b></p> <p>d) Estrutura das casas - quantidade de pisos/ampliação</p> <p><b>1.3 - Nutrição</b></p> <p>e) Investimento da renda familiar em alimentos</p> <p><b>1.4 - Capacidade econômica e renda</b></p> <p>f) Renda por domicílio (per capita) g) Bens de consumo duráveis h) Auxílio do governo i) Casa própria/alugada/cedida j) Acesso à internet k) Número de trabalhadores com carteira assinada l) Número de desempregados</p>	<p><b>2.1 - Governanças e autoridades</b></p> <p>a) Percepção da população quanto à corrupção no município b) Percepção da população quanto a programas municipais de ação social/cultural c) Percepção da população quanto ações participativas nas tomadas de decisão</p> <p><b>2.2 - Preparação para desastres e sistema de alerta</b></p> <p>d) medidas estruturais para reduzir risco de desastres (obras da prefeitura na rua, obras no domicílio, reforma) e) Percepção da população da necessidade de Corpo de Bombeiros e Defesa Civil</p> <p><b>2.3 - Cuidados de saúde / assistência médica</b></p> <p>g) Percepção da população quanto à qualidade dos serviços de saúde h) Número de pessoas afetadas por doenças graves</p> <p><b>2.4 - Redes sociais (autoproteção e proteção familiar em caso de desastres)</b></p> <p>i) Possui recursos próprios para manter-se j) Pode contar com ajuda de vizinho/familiar k) Presença de líder comunitário</p>	<p><b>3.1 - Educação</b></p> <p>a) taxa de analfabetismo de adultos b) grau de escolaridade dos integrantes do domicílio</p> <p><b>3.2 - Equidade de gênero</b></p> <p>c) Paridade de gênero na educação d) Mulheres provedoras financeiras/ trabalhando com carteira assinada/ com emprego fixo e/ou temporário</p> <p><b>3.3 - Meio ambiente; Estado ambiental; proteção do ecossistema</b></p> <p>e) Legislação f) Instrumentos de planejamento municipal g) Percepção ambiental da população h) Vulnerabilidade institucional</p> <p><b>3.4 - Financiamento</b></p> <p>i) Seguro de vida j) Despesas com plano de saúde k) Acesso à empréstimos financeiros</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Quadro 14: Proposta de Sistematização e Mensuração de Indicadores de Risco de Movimento de Massa em Escala Microlocal

PROPOSTA DE MENSURAÇÃO DE INDICADORES DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA EM ESCALA MICROLOCAL									
EXPOSIÇÃO FÍSICA				VULNERABILIDADE SOCIAL					
	Pesos		Pesos		Pesos		Pesos		Pesos
Categoria Físico-Natural		Categoria Estrutural		Suscetibilidade		Capacidade de Lidar		Capacidade Adaptativa	
Características Geomorfológicas		Estrutura e Saneamento Ambiental		Infraestrutura pública	0,886904762	Governanças e autoridades	0,59	Educação	0,887142857
Declividade	0,984047619	Existência de esgotamento sanitário	0,911428571	Saneamento básico		Percepção da população quanto à corrupção no município		Taxa de analfabetismo de adultos	
Altimetria	0,843170732	Condições das tubulações de abastecimento de água	0,900487805	Acesso à água potável		Percepção da população quanto a programas municipais de ação social/cultural		Grau de escolaridade dos integrantes do domicílio	
Existência de cortes ou aterros	0,95952381	Rede de águas pluviais	0,927619048	Estrutura da rua (acessibilidade) e limpeza pública		Percepção da população quanto ações participativas nas tomadas de decisão			
Tipos de corte	0,927142857	Obras de estabilização da encosta	0,975714286	Condições de habitação	0,91952381	Preparação para desastres e sistema de alerta	0,904976771	Equidade de gênero	0,907
Influência de canais fluviais	0,958536585	Calçamento das ruas	0,741666667	Estrutura das casas - quantidade de pisos/ampliação		Medidas estruturais para reduzir risco de desastres (obras da prefeitura na rua, obras no domicílio, reforma)		Paridade de gênero na educação	
Condição da encosta	1	Lançamento de detritos na encosta	1			Percepção da população da necessidade de Corpo de Bombeiros e Defesa Civil		Mulheres trabalhando com carteira assinada/ com emprego fixo e/ou temporário	
Características Geológicas		Qualidade estrutural das moradias		Nutrição	0,689210526	Cuidados de saúde / assistência médica	0,818809524	Meio ambiente, Estado Ambiental, Proteção do Ecossistema	0,508821212
Aspecto litoestruturais	0,830714286	Estrutura das moradias	0,863571429	Investimento da renda familiar em alimentos		Número de habitantes com limitação física		Legislação	
Tamanho do sedimento	0,760243902			Capacidade econômica e renda	0,843414634	Percepção da população quanto à qualidade dos serviços de saúde		Instrumentos de planejamento municipal	
Características Pedológicas		Densidade da população		Renda por domicílio (per capita)		Número de pessoas afetadas por doenças graves		Percepção ambiental da população	
Evidência de movimento	0,97475	Ocupação por casas e vias de acesso	1*	Bens de consumo duráveis		Redes sociais	0,886904762	Vulnerabilidade institucional	
Aspectos Geotécnicos	1*	Ocupação no topo ou base da encosta	1*	Auxílio do governo		Possui recursos próprios para manter-se		Financiamento	0,636923077
Cobertura vegetal do solo da encosta e entorno	0,966829268	Ocupação de casas ente à encosta (base e topo)	1*	Casa própria/alugada/cedida		Pode contar com ajuda de vizinho/familiar		Seguro de vida	
* Indicadores inseridos após aplicação do questionário Delphi.				Acesso à internet		Presença de líder comunitário		Despesas com plano de saúde	
				Número de trabalhadores com carteira assinada				Acesso à empréstimos financeiros	
				Número de desempregados					
Elaborado por Andreza Louzeiro (2022).									

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### 4.4 Ficha de Caracterização Físico-Natural e Estrutural

Posteriormente à proposição de cada uma das categorias, indicadores, variáveis e suas respectivas ponderações foi possível realizar, em campo, a aplicação da ficha caracterização físico-natural e estrutural considerando as categorias de Exposição Físico-Natural e Exposição Estrutural. Essa ficha foi preenchida a partir das características físicas e estruturais dos doze setores que compõem a área de estudo, indicando o nível (de 1 a 5) de cada uma das variáveis (Quadro 15).

Quadro 15: Indicadores de Instabilidade associados a movimento de massa em Escala Microlocal

<b>INDICADORES DE INSTABILIDADE ASSOCIADOS A MOVIMENTO DE MASSA EM ESCALA MICROLOCAL</b>					
<b>Níveis de instabilidade para cada variável</b>	<b>Nível 1</b>	<b>Nível 2</b>	<b>Nível 3</b>	<b>Nível 4</b>	<b>Nível 5</b>
<b>CATEGORIA FÍSICO-NATURAL</b>					
<b>CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS</b>					
<b>Declividade (medida em graus)</b>	1° - 10°	11° - 20°	21° a 30°	31° a 41°	Acima de 41°
<b>Altura da encosta (HIGHLAND e BOBROWSKY, 2008)</b>	>1m	1m	2m	3m	> 4m
<b>Existência de cortes e/ou aterros</b>	Ausência de cortes e/ou aterros	Cortes e/ou aterros pequenos (até 1,50m) em pouca quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior em tamanho (acima de 1,50m) e em quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros (até 1,50m) sem contenções	Cortes e/ou aterros acima de 1,50m e sem contenções
<b>Tipos de corte</b>	Inexistente	Em patamares	Desordenado	Próximo à crista, desordenado	Próximo ao pé, desordenado
<b>Condição da encosta</b>	Encosta natural, sem processo de estabilização	Encosta com talude de corte ou natural, com presença de vegetação	Talude de corte ou natural com presença de vegetação e de obras de estabilização	Talude de corte ou natural sem vegetação e sem obras de estabilização	Talude de corte ou natural sem vegetação ou alguma vegetação, sem obras de estabilização com depósito de lixo e/ou água servida próximo ao topo/base encosta
<b>Drenagem natural (quantidade de canais)</b>	Local que não recebe nenhuma contribuição de canais de drenagem	Local que recebe pouca contribuição de canais de drenagem	Local que recebe contribuição de canais de drenagem maior e com surgência de água	Local situado nos flancos dos canais de drenagem	Local situado dentro de um canal de drenagem (canal de 1ª ordem)

<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS</b>					
<b>Aspectos litoestruturais (CREPANI <i>et al</i>, 2001)</b>	Areias Quartzosas ou ortoquartzosas;	Conglomerados, arcózios	Siltitos e argilitos	Folhelhos	Sedimentos inconsolidados: aluviões, colúvios.
<b>Tamanho do sedimento BRANCO (2015)</b>	Não há sedimentos ao longo da encosta	Sedimento fino (Grânulos): de 2mm à 4mm	Sedimento fino (Grânulos): de 2mm à 4mm, Sedimento médio (seixos): de 4 mm a 64 mm e sedimento Grosso	Sedimento médio (seixos): de 4 mm a 64 mm e Sedimento Grosso: de 64 mm a 256 mm	Sedimento Grosso: de 64 mm a 256 mm e Muito Grosso (matacões): mais de 256 mm
<b>CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS</b>					
<b>Existência de movimentos</b>	Ausente	Ravinas	Ravinas e cicatrizes	Ravinas com cicatrizes e fendas	Cicatrizes com ravinamentos, fendas, embarrigamentos, árvores inclinadas e voçoroca
<b>Aspectos Geotécnicos</b>	Solo residual sem indícios de processo erosivo ou cicatrizes de deslizamentos	Sedimentos sem sinais de rastejo e/ou solo residual com início de processo erosivo sem cicatrizes de deslizamentos	Sedimentos com pequenos sinais de rastejo ou solo residual com sulcos e/ou algumas cicatrizes de deslizamentos	Sedimentos com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo	Sedimentos com sinais de rastejo com muitas trincas; contato abrupto solo-rocha e solo residual com voçorocas
<b>Cobertura vegetal da encosta e entorno</b>	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno e/ou médio porte e bem espaçadas	Gramíneas, capim e/ou arbustos	Pouco capim, Solo exposto
<b>CATEGORIA ESTRUTURAL</b>					
<b>INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO</b>					
<b>Rede de esgoto sanitário</b>	Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuídas espacialmente	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossa e/ou sumidouro/galerias	Presença de valas à céu aberto
<b>Rede de águas pluviais</b>	Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/canaletas e	Rede de águas pluviais com quantidade razoável de	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos, que não são	Presença de bueiros mal distribuídos e frequentemente	Ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na

	com boa distribuição espacial e limpos	bueiros/canaletas e com distribuição espacial regular	suficientes para a vazão do escoamento da água	entupidos e/ou canaletas quebradas	própria encosta
<b>Existência de obras de estabilização</b>	Presença de obras de estabilização de boa qualidade e em bom estado, sem rachaduras, deformações ou infiltrações	Obras de estabilização com pequenas rachaduras, em poucos locais, com baixa deficiência da obra, com altura até 1,50m	Obras de estabilização, com pequenas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo da obra, com média deficiência e altura acima de 1,50m	Obras de estabilização com muitas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo de toda a obra e com alta deficiência da obra	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção
<b>Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)</b>	0 a 10%	11 a 30%	31 a 40%	41 a 50%	Acima de 50%
<b>Condições das tubulações de abastecimento de água</b>	Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos	Baixo nível de vazamentos e em poucos lugares	Médio nível de vazamentos e bem distribuídos pela região	Alto nível de vazamentos das tubulações e distribuídas por toda a área	Ausência total de abastecimento de água oficial
<b>Lançamento de detritos (lixo/entulho)</b>	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos (espessura de até 0,50m) localizada em poucos lugares	Presença de razoável quantidade de detritos (espessura acima de 0,50m) distribuídas ao redor da ocorrência	Presença de grande quantidade de detritos (espessura acima de 1,0m) jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) despejadas frequentemente ao redor da ocorrência e também nos mesmos locais
<b>QUALIDADE ESTRUTURAL DAS MORADIAS</b>					
<b>Estrutura das moradias</b>	Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção de boa qualidade, fundação em material estável, longe da crista e base de taludes.	Casas de alvenaria com ou sem revestimento, com fundação em material estável e estrutura deficiente	Casas de alvenaria com fundação e estrutura deficiente, sem calha, localizadas próximas a crista e/ou base de talude.	Casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras.	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira/taipa/palha, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa

<b>DENSIDADE DE OCUPAÇÃO</b>					
<b>Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)</b>	0 a 10%	11 a 25%	25 a 35%	36 a 45%	Acima de 45%
<b>Densidade de ocupação do topo ou base da encosta (%)</b>	0 a 15%	16 a 30%	31 a 50%	51 a 65%	Acima de 65%
<b>Distância das casas à encosta (base e topo)</b>	> 41m	31 a 40m	21 a 30m	10 à 20m	<10m ou rente à encosta

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de estudos de Guerra et al (2009); Corominas et al (2011); Highland e Bobrowsky (2008); Crepani et al (2001); Branco (2015); Sales (2020) e França (2018).

A partir do preenchimento da ficha caracterização físico-natural e estrutural em campo, foi possível realizar a tabulação dos dados de cada setor, sendo eles: Setor 1 (Tabela 2), Setor 6, Setor 5, Setor 5.1, Setor 8, Setor 9, Setor 11 e Setor 12. Posteriormente esses dados passaram por processos estatísticos de normalização e ponderação, onde a normalização foi realizada a fim desses dados serem utilizados de forma igualitária (a partir das mesmas normas matemáticas) aos dados de vulnerabilidade social.

Tabela 2: Níveis de Exposição Física do Setor 1

<b>SETOR 1 – NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO POR INDICADOR</b>					
Níveis de exposição para cada variável	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>CATEGORIA FÍSICO-NATURAL</b>					
<b>CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS</b>					
Declividade (medida em graus)					
Altura da encosta (Highland e Bobrowsky, 2008)					
Existência de cortes e/ou aterros					
Tipos de corte					
Influência de canais fluviais					
Condição da encosta					
<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS</b>					
Aspectos litoestruturais (CREPANI <i>et al</i> , 2001)					
Tamanho do sedimento (Branco, 2015)					
<b>CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS</b>					
Evidências de movimento					
Aspectos geotécnicos					
Cobertura vegetal do solo da encosta e entorno					
<b>CATEGORIA ESTRUTURAL</b>					
<b>INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO</b>					
Esgotamento sanitário					
Condições das tubulações de abastecimento de água					
Rede de águas pluviais					
Existência de obras de estabilização					
Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)					
Lançamento de detritos (lixo/entulho)					
<b>QUALIDADE ESTRUTURAL DAS MORADIAS</b>					
Estrutura das moradias					
<b>DENSIDADE OCUPACIONAL</b>					
Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)					
Densidade de ocupação do topo ou base da encosta (%)					
Distância das casas à encosta (base e topo)					

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Posterior a aplicação da ficha, os níveis passaram por um processo de normalização, aplicando valores do intervalo de 0 a 1 aos níveis de 1 a 5, onde o nível 1 se referiria ao valor 0 e o nível 5 ao valor 1. Desta forma, as equações de Exposição Física

e de Vulnerabilidade Social passam a seguir os mesmos parâmetros matemáticos para, posteriormente, realizar a equação da mensuração do nível de risco. Essa transformação foi feita através da Equação 1. O Tabela 3 mostra o resultado dessa equação e já conta com os pesos atribuídos a cada variável através do método *Delphi*<sup>13</sup>.

Equação 1:  $(1 + (N - M) * (1 / (M - m)))$

Onde:

N = Número a ser normalizado

M = Número de maior valor do intervalo selecionado

m = Número de menor valor do intervalo selecionado

Tabela 3: Variáveis, níveis, normalização dos níveis e peso *Delphi* para cada variável de Exposição Física

VARIÁVEIS	Níveis	Normalização dos Níveis	<i>Delphi</i>
Declividade	5	1	0,984047619
Altura da encosta	5	1	0,843170732
Existência de cortes	5	1	0,95952381
Tipos de cortes	4	0,75	0,927142857
Condição da encosta	3	0,5	1
Drenagem natural	1	0	0,958536585
Aspectos litoestruturais	3	0,5	0,830714286
Tamanho do sedimento	4	0,75	0,760243902
Evidência de Movimento	5	1	0,97475
Aspectos Geotécnicos	5	1	1*
Cobertura Vegetal	3	0,5	0,966829268
Rede de Esgoto	5	1	0,911428571
Rede de águas pluviais	3	0,5	0,927619048
Obras de estabilização	5	1	0,975714286
Acesso de pedestres e viários	1	0	0,741666667
Tubulações de abastecimento	5	1	0,900487805
Lançamento de detritos	4	0,75	1
Estrutura das moradias	4	0,75	0,863571429
Impermeabilização da encosta	5	1	1*
Ocupação do topo ou base	5	1	1*
Distância entre as residências e a encosta	5	1	1*

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

<sup>13</sup> As variáveis “Impermeabilização da encosta”, “Ocupação do topo ou base” e “Distância entre as residências e a encosta” não tiveram peso *Delphi* pois entraram na análise após a aplicação dos questionários.

A partir da normalização dos dados, foram realizadas três etapas de equações: I – Índice dos Aspectos Físico-Naturais da área; II – Índice dos Aspectos Estruturais da área; e III – Índice de Exposição Física da área.

#### 4.4.1 Índice da Categoria Físico-Natural da Área de Estudo

Após a normalização dos níveis, cada variável passou por um processo de ponderação a partir dos pesos atribuídos através do Método *Delphi*, posteriormente esses valores foram somados e divididos pelo número de variáveis correspondentes ao indicador em questão. A Tabela 4 apresentam as variáveis, pesos, ponderações e resultados do indicador “Características Geomorfológicas” do Setor 1.

Tabela 4: Passo a passo do resultado do Índice da Instabilidade do Indicador “Características Geomorfológicas” do Setor 1.

RELEVO - SETOR 1						
	Variável	Nível	Delphi	Ponderação (Nível*Delphi)	Soma ( $\Sigma$ ponderação)	Divisão ( $\Sigma$ ponderação/ 6)
1	Declividade	1	0,984047619	0,984047619	4,880662021	0,81344367
2	Altura da encosta	1	0,843170732	0,843170732		
3	Cortes e/ou aterros	1	0,95952381	0,95952381		
4	Tipos de corte	1	0,927142857	0,927142857		
5	Processo de estabilização	1	0,927142857	0,927142857		
6	Influência dos canais de drenagem	0,25	0,958536585	0,239634146		

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para alcançar o resultado final, o resultado de cada instabilidade por indicador foi somado e dividido pelo número de indicadores da Categoria Geral “Aspectos Físico-Natural”. Esse procedimento foi efetuado nas fichas de cada um dos nove setores<sup>14</sup>, os quais são áreas que passam por eventos relacionados a Movimentos de Massa. A Tabela 5 apresenta o resultado da Instabilidade dos Aspectos Físico-Naturais da área de estudo.

<sup>14</sup> A Área Prioritária de Riscos de Desastres possui doze setores, nove com riscos de movimento de massa e três, risco de inundação.

Tabela 5: Índice da Categoria Físico-Natural da área de estudo

<b>INSTABILIDADE FÍSICO-NATURAL DA ÁREA</b>					
Setores	Relevo	Características Geológicas	Características do solo	Soma	Instabilidade Físico-Natural
Setor 1	0,8134437	0,595030488	0,899957317	2,3084315	0,769477158
Setor 4	0,6962427	0,440060976	0,899957317	2,036261	0,678753678
Setor 5	0,8134437	0,880121951	0,573596545	2,2671622	0,755720722
Setor 6	0	0	0,322276423	0,3222764	0,107425474
Setor 7	0,5497321	0,535091463	0,819388211	1,9042118	0,634737256
Setor 9	0,9332607	0,565060976	0,819388211	2,3177099	0,772569977
Setor 8	0,6576118	0,440060976	0,573596545	1,6712693	0,55708977
Setor 12	0,9282056	0,785091463	0,7436875	2,4569845	0,818994846
Setor 11	0,9282056	0,785091463	0,980526423	2,6938235	0,897941154

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

#### 4.4.2 Índice da Categoria Estrutural da Área de Estudo

Para alcançar o resultado da mensuração dos Aspectos Estruturais da área de estudo, foi seguida a mesma lógica e equações dos Aspectos Físico-Naturais: ponderação, soma e divisão das variáveis por indicador e, posteriormente, soma dos indicadores e divisão pelo número de indicadores (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6: Passo a passo do resultado da Mensuração da Instabilidade do Indicador “Infraestrutura e Saneamento básico” do Setor 1.

<b>INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO - SETOR 1</b>						
	Variável	Nível	Delphi	Ponderação (Nível*Delphi)	Soma ( $\Sigma$ ponderação)	Divisão ( $\Sigma$ ponderação/6)
1	Rede de Esgoto	0,75	0,911428571	0,683571429	3,05453252	0,509088753
2	Rede de águas pluviais	0,5	0,927619048	0,463809524		
3	Obras de estabilização	0,75	0,975714286	0,731785714		
4	Calçamento de ruas	0	0,741666667	0		
5	Tubulações de abastecimento	0,75	0,900487805	0,675365854		
6	Lançamento de detritos	0,5	1	0,5		

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tabela 7: Instabilidade Estrutural da área de estudo

<b>INSTABILIDADE ESTRUTURAL DA ÁREA DE ESTUDO</b>					
Setores	Infraestrutura e Saneamento	Qualidade das moradias	Densidade de ocupação	Soma	Instabilidade Estrutural
Setor 1	0,509088753	0,647678571	1	2,15676732	0,71892244
Setor 4	0,713017325	0,863571429	1	2,57658875	0,85886292
Setor 5	0,834445412	0,863571429	1	2,69801684	0,89933895
Setor 6	0,067874564	0	0	0,06787456	0,02262485
Setor 7	0,666906698	0,647678571	1	2,31458527	0,77152842
Setor 9	0,834445412	0,647678571	1	2,48212398	0,82737466
Setor 8	0,511767325	0,647678571	1	2,1594459	0,7198153
Setor 12	0,785874952	0,863571429	1	2,64944638	0,88314879
Setor 11	0,909486063	0,647678571	1	2,55716463	0,85238821

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### 4.4.3 Índice de Exposição Física da Área de Estudo <sup>15</sup>

Para a mensuração da instabilidade dos Aspectos Físico-Naturais e Estruturais da área de estudo, os resultados foram somados, o resultado foi dividido pelo número de categorias, multiplicado pelo número de domicílios por setor, posteriormente foi dividido pelo número total de domicílios da área e, por fim, foi realizada a normalização desses valores, conforme as Equações II, III e IV, Tabela 8 e Tabela 9.

Equações:

$$\text{II - Ins} = \sum (Af + Ae)/2$$

$$\text{III - Ex} = \text{Ins} * Ds/Dt$$

$$\text{IV - Normalização} = (1 + (N - M) * (1 / (M - m)))$$

Onde:

Ins = Instabilidade dos Aspectos

Ds = Domicílios por setor

$\sum$  = Soma

Dt = Domicílios total

Af = Aspectos Físico-Naturais

N = Valor a ser normalizado

Ae = Aspectos Estruturais

M = Maior valor entre os dados

Ex = Exposição Física

m = Menor valor entre os dados

<sup>15</sup> Essa etapa leva em consideração os resultados da instabilidade voltada para os setores de inundação. Mais detalhes na próxima sessão.

Tabela 8: Índice de Exposição Física da Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís (bairro Vila Embratel)

<b>ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO</b>								
Setores	Categoria Estrutural	Categoria Físico-Natural	SOMA	Índice da Instabilidade da Área	Domicílios por setor	Exposição por setor (instab. * Ds)	Índice de Exposição Física (Exposição/ Domicílios total)	Índice de Exposição Física (normalizado)
Setor 1	0,7189224	0,76947716	1,4883996	0,7441998	33	24,55859339	0,044249718	0,3720706
Setor 2				0,75	42	31,5	0,056756757	0,5232759
Setor 3				0,714150925	35	24,99528237	0,045036545	0,3815830
Setor 4	0,8588629	0,67875368	1,5376166	0,768808298	29	22,29544064	0,040171965	0,3227721
Setor 5	0,8993389	0,75572072	1,6550597	0,827529834	14	11,58541768	0,020874626	0,0894746
Setor 6	0,0226249	0,10742547	0,1300503	0,065025164	115	7,477893907	0,013473683	0
Setor 7	0,7715284	0,63473726	1,4062657	0,70313284	44	30,93784494	0,055743865	0,5110304
Setor 8	0,8273747	0,77256998	1,5999446	0,799972319	38	30,39894813	0,05477288	0,4992916
Setor 9	0,7198153	0,55708977	1,2769051	0,638452534	56	35,75334192	0,064420436	0,6159269
Setor 10				0,75467885	30	22,64036551	0,040793451	0,3302856
Setor 11	0,8831488	0,81899485	1,7021436	0,85107182	58	49,36216554	0,088940839	0,9123692
Setor 12	0,8523882	0,89794115	1,7503294	0,875164683	61	53,38504564	0,096189271	1
Ds = Domicílios por Setor			Domicílios Total da área = 555					

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tabela 9: Visão geral das Categorias, Indicadores, Variáveis, Pesos e Equações para a Exposição Física (Setor 7)

QUADRO GERAL DE CATEGORIAS, INDICADORES, VARIÁVEIS, PESOS E EQUAÇÕES PARA EXPOSIÇÃO FÍSICA											
SETOR	CATEGORIA	INDICADORES	VARIÁVEIS	Níveis	Normalização dos Níveis	Delphi	Equação I (variável)	Equação II (indicador)	Equação III (categoria)	Equação IV (domicílios por setor)	Equação V (área total)
SETOR 7	FÍSICO-NATURAL	RELEVO	Declividade	5	1	0,984047619	$Insv = Nn * De$	$Insi = \sum Insv / Nv$	$Insc = Insi / Ni$	$Exs = Insc * Ds$	$Ex = Exs / 448$
			Altura da encosta	5	1	0,843170732					
			Existência de cortes	5	1	0,95952381					
			Tipos de cortes	4	0,75	0,927142857					
			Condição da encosta	3	0,5	1					
			Drenagem natural	1	0	0,958536585					
		CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	Aspectos litoestruturais	3	0,5	0,830714286					
			Tamanho do sedimento	4	0,75	0,760243902					
			CARACTERÍSTICAS DO SOLO	Evidência de Movimento	5	1	0,97475				
				Aspectos Geotécnicos	5	1	1*				
	ESTRUTURAL	INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO	Rede de Esgoto	5	1	0,911428571	$Insv = Nn * De$	$Insi = Insv / Nv$	$Insc = Insi / Ni$		
			Rede de águas pluviais	3	0,5	0,927619048					
			Obras de estabilização	5	1	0,975714286					
			Acesso de pedestres e viários	1	0	0,741666667					
			Tubulações de abastecimento	5	1	0,900487805					
			Lançamento de detritos	4	0,75	1					
		QUALIDADE DAS MORADIAS	Estrutura das moradias	4	0,75	0,863571429					
		DENSIDADE OCUPACIONAL	Impermeabilização da encosta	5	1	1*					
			Ocupação do topo ou base	5	1	1*					
			Distância das residências para a encosta	5	1	1*					

\* Indicador adicionado após a pesquisa Delphi

Onde: Ds = Domicílios por setor    Insi = Instabilidade por indicador    Ni = Número de indicadores    Ex: Exposição Física  
 Insv = Instabilidade por variável     $\sum Exv$  = Soma da Exposição por variável    Exs = Exposição por setor  
 Nn = Níveis normalizados    Nv = Número de variáveis    448 = número total de domicílios expostos aos movimentos de massa  
 De = Pesos do Delphi    Insc = Instabilidade por categoria    44 = número de domicílios no Setor 7

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## **CAPÍTULO 5**

# **ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NA ÁREA PRIORITÁRIA DE RISCOS DE DESASTRES DO BAIRRO DA VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA**



# ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NA ÁREA PRIORITÁRIA DE RISCOS DE DESASTRES DO BAIRRO DA VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA

## 5.1 – Histórico de ocupação e caracterização social do bairro da Vila Embratel

Segundo Lima (2011) o município de São Luís possui, oficialmente, 38 bairros. A maioria deles surgiu a partir da necessidade em instalar e garantir moradia aos trabalhadores das várias empresas que vieram para o estado nas últimas décadas. Grandes exemplos são os bairros do Itaqui, Sá Viana e Vila Embratel, que receberam famílias de funcionários da Alumar e Companhia Vale do Rio Doce, a partir da década de 50.

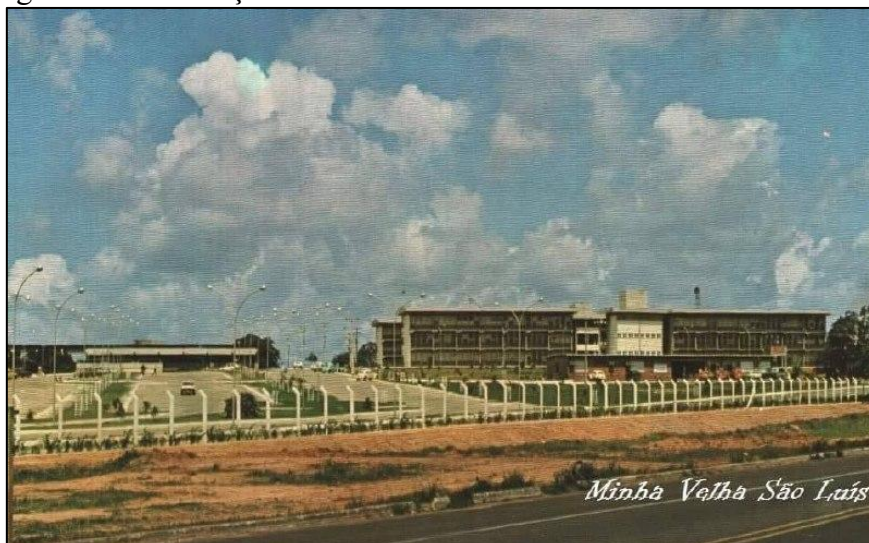
De acordo com a lei municipal nº 17, de 17 de Dezembro de 1896, foram criados os distritos de São Luís e Bacanga, estabelecendo, portanto, os primeiros municípios da região. Logo depois, em 1911, o território do Turu também aparece como distrito, sendo seguido, em 1948, pela área do Anil, além de Paço do Lumiar e São José de Ribamar, que figuraram idas e vindas territoriais como anexos de São Luís.

Até o início da década de 1970, as ocupações concentravam-se nas proximidades dos rios Anil e Bacanga, não se estendendo muito além dos arredores do centro. Posteriormente, outras localidades passaram a ser palco desse processo, formando áreas com ampla concentração de população carente, como é o caso do Itaqui-Bacanga, assim conhecido após a inauguração oficial do Porto do Itaqui em 1971. Nessa área houve uma concentração de população oriunda, principalmente, de municípios da Baixada Maranhense (Costa e Zago s.d.)

Constituída por 60 bairros, organizados em cinco microrregiões (Anjo da Guarda, Vila Maranhão, Vila Ariri, Vila Bacanga e Vila Embratel) e uma população estimada em 200.000 habitantes, a área Itaqui-Bacanga é dotada de extraordinária riqueza cultural oriunda das diversas influências que interligam sua formação. Desde as populações pré-cabralianas, passando pelos africanos, diversas etnias contribuíram para a constituição de um variado e complexo quadro cultural (ACIB, 2007)

ACIB (2007) ainda afirma que o bairro Vila Embratel surgiu no dia 01 de fevereiro de 1978 com o remanejamento, pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (Figura 39) de antigos moradores do atual bairro Sá Viana e de outros de áreas externas ao Distrito Itaqui – Bacanga, região onde se situa o bairro em questão. Pela necessidade de fazer prédios a UFMA retirou as pessoas e deu material para a construção das casas (material de taipa), em uma nova área de 9 hectares aos remanejados.

Figura 39: Construção da Universidade Federal do Maranhão em 1978



Fonte: Facebook/MinhaVelhaSãoLuís (2017)

O bairro foi constituído de forma desordenada, devido o remanejamento e uma característica bem marcante, ou seja, o grande índice de pessoas oriundas do interior do Estado, fato que se deve às migrações de diversas pessoas para a capital do Estado em busca de uma nova perspectiva de vida e também de emprego, devido aos grandes empreendimentos que se instalaram em São Luís na década de 1970, a exemplo da antiga Companhia Vale do Rio Doce (hoje Vale) e a ALUMAR (Mendonça, Santana e Farias Filho, 2010).

A Vila Embratel também passou por um processo de ocupação de forma sem planejamento urbano e de maneira vagarosa. Depois dessa ocupação, o Presidente da união Sr. Benedito Mondego, segundo presidente da União de Moradores do bairro, junto à comunidade reivindicou um poço artesiano e o cemitério. Em relação à economia, antes a população vivia da pesca, da plantação e do trabalho fora, hoje a maioria trabalha fora da área Itaqui-Bacanga ou vive de comércio. Parte da população possui baixa renda e vive de “bicos” (ACIB, 2007).

Segundo Imirante (2008) desde quando começou a ser ocupada, a Vila Embratel vem se caracterizando pelas lutas constantes visando a melhoria da sua infraestrutura. Se antes, o bairro tinha problemas relacionados à falta de terrenos para os moradores, depois de criado, o problema passou a ser a falta de infraestrutura e saneamento básico.

No que se refere à caracterização social do bairro, Dutra (2017) fez uma análise de projeção para 2012 a partir dos dados do IBGE (2010) sobre o diagnóstico

social do bairro da Vila Embratel e teve como resultados uma população total de 25.508 habitantes, onde 6.578 moram em domicílio particular permanente; 23.180 em aglomerados subnormais; 2.182 sem rede de água; 511 sem coleta de lixo; 3.929 sem rede de esgotamento sanitário; 1.595 pessoas em situação de extrema pobreza; 401 domicílios em extrema pobreza; 2.655 famílias que dependem do Bolsa Família e 9 casos de mortalidade infantil (Quadro 16).

Quadro 16: Diagnóstico social do bairro Vila Embratel, São Luís - MA

<b>DIAGNÓSTICO SOCIAL BAIRRO DA VILA EMBRATEL</b>				
<b>POPULAÇÃO</b>				
Homem	Mulher		Total	
12.201	13.307		25.508	
<b>CONDIÇÕES DE MORADIA</b>				
Domicílio Particular Permanente	Aglomerados Subnormais	Sem Rede De Água	Sem Coleta de Lixo	Sem Rede de Esgotamento Sanitário
6.578	23.180	2.182	511	3.929
<b>POBREZA</b>				
Pessoas em Extrema pobreza	Domicílios em Extrema Pobreza	Bolsa Família	Mortalidade Infantil	
1.595	401	2.655	9	

Fonte: Adaptado de Dutra (2017) a partir do IBGE (2010).

Analisando aos desses elementos, é possível identificar algumas coincidências com os dados obtidos através da aplicação de questionários presenciais feitos na Área Prioritária<sup>16</sup>. Embora tenha sido em uma porção do bairro, foi possível obter um panorama geral da área e entender a configuração social dessa região através de perguntas sobre infraestrutura, saneamento, finanças, serviços públicos e etc.

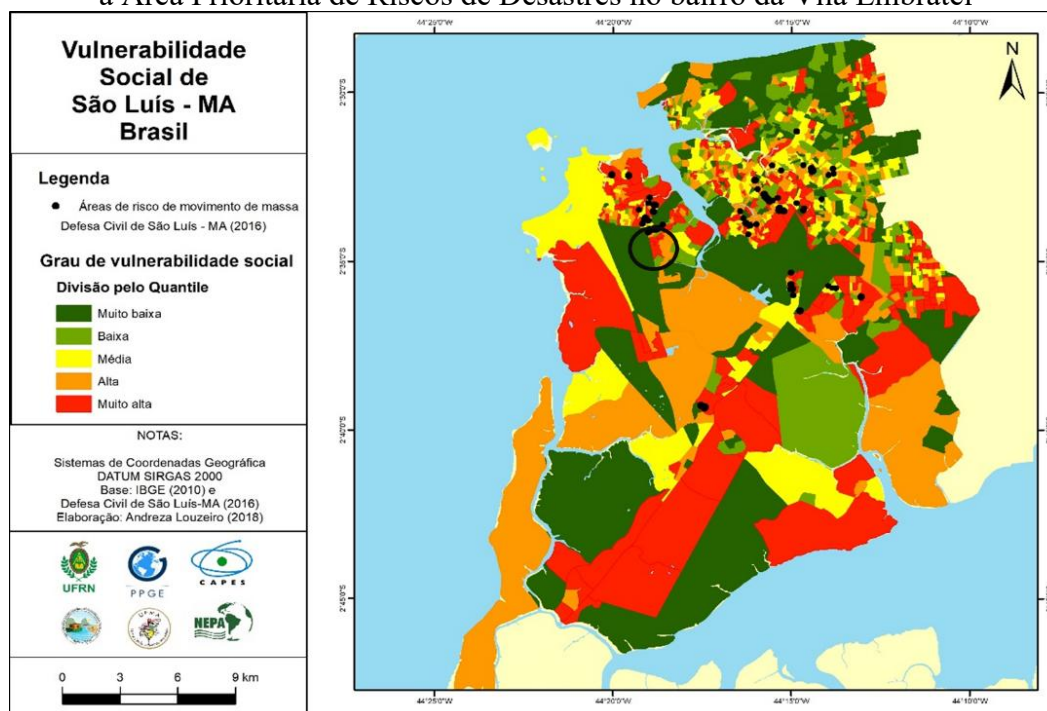
Louzeiro (2018) fez um mapeamento das áreas de risco do município de São Luís através das dimensões exposição física<sup>17</sup> e vulnerabilidade social da área, analisando indicadores físicos e sociais. Nesse estudo foram utilizadas equações e estatísticas, através das quais foi possível mensurar o índice de vulnerabilidade social do município

<sup>16</sup> Vide capítulo 5.

<sup>17</sup> Louzeiro (2018) utilizou o termo “vulnerabilidade ambiental”, onde aqui tratamos como “Exposição Física”. O princípio é o mesmo, o que difere é apenas questão de nomenclatura.

(Mapa 7). É possível perceber o setor que corresponde ao bairro da Vila Embratel está totalmente em vermelho, indicando vulnerabilidade muito alta, o que reflete problemas que o bairro tem, referentes à saneamento, infraestrutura, serviços públicos, educação, renda e condições de moradia.

Mapa 7: Índice de Vulnerabilidade Social do município de São Luís com destaque para a Área Prioritária de Riscos de Desastres no bairro da Vila Embratel



Fonte: Louzeiro (2018)

Este e outros trabalhos que tratam sobre a vulnerabilidade social de São Luís, trazem a Área Itaqui Bacanga como um local com sérios problemas sociais e o bairro da Vila Embratel está inserido neste contexto. Associando isso com o fato de este ser um bairro com o maior número de episódios emergentes referentes riscos de desastres, torna-se uma área que precisa de maior atenção por parte do poder público.

Segundo o Superintendente da Defesa Civil municipal de São Luís, o bairro da Vila Embratel é monitorado desde o ano de 2007 que foi quando o órgão foi criado. No ano de 2009 foi feito o primeiro mapeamento das áreas de risco da cidade, no qual o bairro da Vila Embratel estava inserido, principalmente, por ser uma das áreas que mais requerem atenção da Defesa Civil. Cabe destacar que no primeiro semestre do ano o monitoramento é mais intenso devido ao maior índice pluviométrico nesse período.

## 5.2 – Indicadores de Vulnerabilidade Social da Área de Estudo

A construção de indicadores sociais é importante para o diagnóstico e o mapeamento de áreas de risco, bem como para a formulação de Planejamento Urbano, Planejamento Ambiental e um Plano de Redução de Riscos de Desastres. Segundo Dutra *et al* (2014) a visão sistêmica do risco, com a integração das dimensões da vulnerabilidade e com os demais fatores de ameaça, deve ser levada em conta na proposta de Gestão Integrada de Redução de Riscos de Desastre.

A metodologia aqui utilizada tem embasamento nos indicadores de vulnerabilidade social do WorldRiskIndex da UNU-EHS (2011) que produziu indicadores exposição e vulnerabilidade social para 177 países do mundo, com isso produziu o Índice de Risco Mundial com base nesses indicadores. Para UNU-EHS (2011) os conceitos de risco, exposição e vulnerabilidade são especificados com base na exposição a perigos naturais ou fenômenos potenciais de mudança climática, suscetibilidade, capacidades de enfrentamento e capacidades de adaptação. O WorldRiskIndex visa fornecer uma visão geral dos principais componentes importantes do risco em nível global. Assim, grande ênfase é colocada na combinação dos indicadores individuais no contexto dos quatro componentes: exposição, suscetibilidade, capacidades de enfrentamento e capacidades adaptativas (Quadro 17).

Quadro 17: Componentes da Vulnerabilidade Social (categorias)

<b>COMPONENTES DA ESFERA SOCIAL DO RISCO – VULNERABILIDADE</b>	
<b>Suscetibilidade</b>	Refere-se às características estruturais selecionadas de uma sociedade e às condições estruturais nas quais os atores sociais enfrentam potenciais desastres naturais e fenômenos climáticos. A suscetibilidade é entendida como a probabilidade de sofrer danos e prejuízos em caso de ocorrência de um perigo natural. Conceitualmente, a suscetibilidade foi separada em subcategorias que refletem a situação de vida e as condições das pessoas dentro de um país: Infraestrutura pública; Condições de habitação; Nutrição; Pobreza e dependências e Capacidade econômica e distribuição de renda.
<b>Capacidade de lidar ou de enfrentamento</b>	Incluem as capacidades das sociedades e elementos expostos (como sistemas e instituições) para minimizar o impacto negativo de desastres naturais e mudanças climáticas por meio de ação direta e recursos. O enfrentamento é, portanto, baseado nos efeitos diretos dos desastres naturais e das mudanças climáticas. De acordo com o conceito do WorldRiskIndex, o enfrentamento inclui habilidades e capacidades disponíveis que podem ser altamente relevantes para minimizar danos na ocorrência de um evento perigoso. As cinco subcategorias a seguir foram escolhidas para caracterizar o componente: Governo e autoridades; Preparação para desastres e aviso prévio; Serviços médicos; Redes sociais e Cobertura de materiais
<b>Capacidade de Adaptação</b>	A adaptação inclui capacidades, medidas e estratégias que permitem que as comunidades mudem para lidar com as consequências negativas esperadas de desastres naturais e mudanças climáticas. Isso implica que

	<p>uma sociedade já mudou antes da ocorrência de efeitos negativos de tal forma que o enfrentamento não é mais necessário na medida em que foi no passado. Em contraste com as capacidades de enfrentamento, as capacidades e medidas de adaptação são fortemente voltadas para a transformação das estruturas atuais (educação, situação do meio ambiente, etc.). A adaptação concentra-se principalmente nas capacidades que podem desencadear as mudanças apropriadas. As cinco subcategorias a seguir foram identificadas dentro desse conceito. Em um sentido mais amplo, eles podem ser responsáveis, a longo prazo, por tornar as sociedades mais resistentes e adaptáveis ao impacto das mudanças climáticas e dos desastres naturais: Educação e pesquisa; Equidade de gênero; Status ambiental/proteção do ecossistema; Estratégias de adaptação e Investimentos.</p>
--	---

Fonte: Elaborado e traduzido pela autora (2022) com base em UNU-EHS (2011)

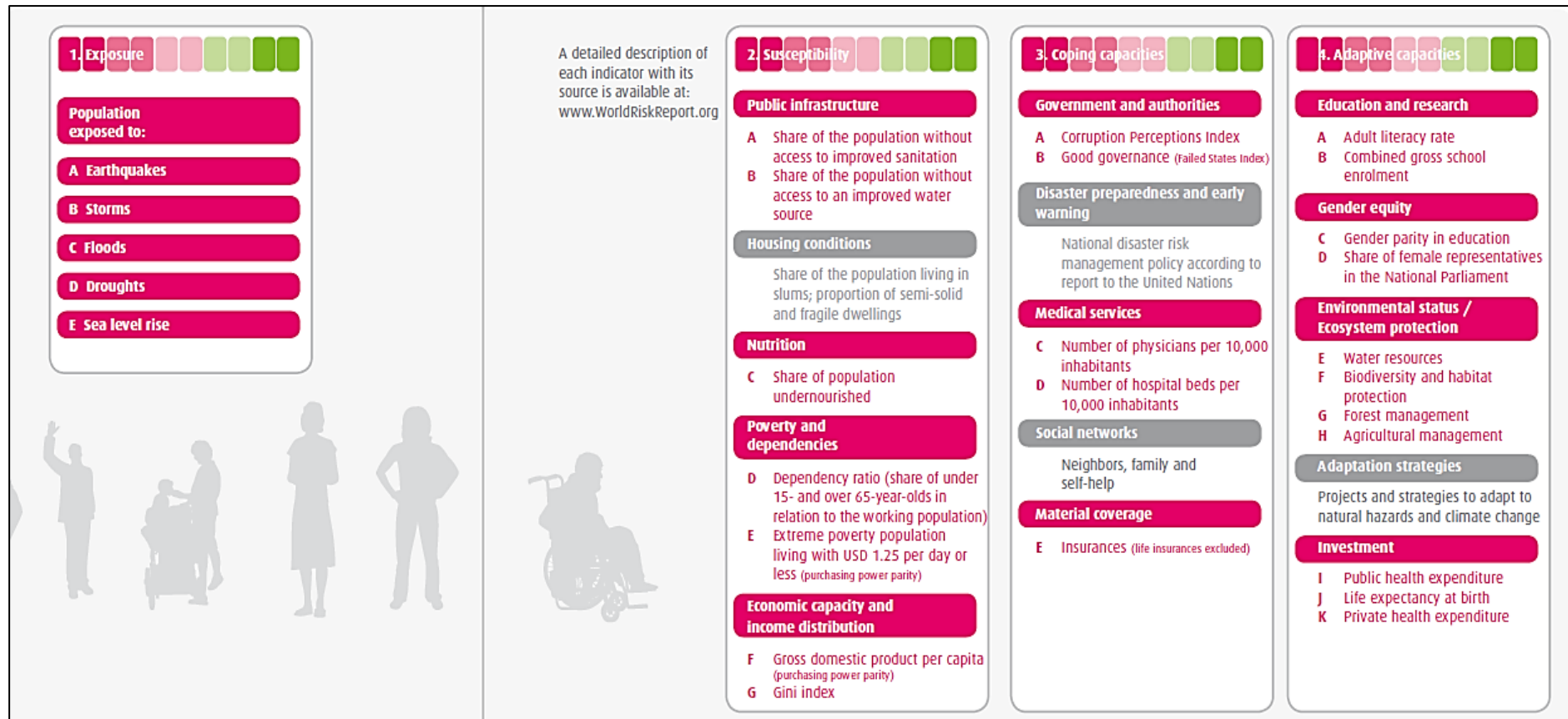
Almeida, Welle e Birkman (2016) fizeram uma adaptação desses indicadores para os 5.565 municípios do Brasil, considerando suas especificidades sociais e os perigos naturais que mais ocorrem no país. Nessa mesma perspectiva, Oliveira (2018) também utilizou os indicadores originais e produziu indicadores para análise de risco em Escala Microlocal para o município de Pacoti – CE.

O intuito aqui é tratar de indicadores em Escala Microlocal e aplica-los numa área localizada do bairro da Vila Embratel, município de São Luís - MA, realizando as adaptações necessárias de acordo com a realidade do local. Oliveira (2018) já afirma que para evitar a complexidade nas análises dos resultados apresentados por meio desses indicadores, é fundamental utilizar uma linguagem acessível tanto para o público acadêmico, como também para a população e instituições que terão acesso ao material. A transformação desses indicadores em índices e, principalmente a espacialização dessas informações em mapas impressos, digitais e/ou interativos, possibilitará ao gestor público conhecer o território de seu município e, sobretudo, identificar as particularidades, fragilidades e as reais necessidades da comunidade de uma forma mais eficiente.

Sendo assim, a metodologia proposta pela UNU-EHS (2011) (Figura 40) foi adaptada por Oliveira (2018)<sup>18</sup> com base nas três categorias de indicadores sociais: suscetibilidade, capacidade de lidar ou de enfrentamento e capacidade de adaptação, porém para análise em Escala Microlocal, ou seja, a nível de residências.

<sup>18</sup> O quadro de indicadores sociais de Oliveira (2018) está exposto no capítulo 6.1.

Figura 40: Indicadores dos quatro componentes do WorldRiskIndex



Fonte: UNU-EHS (2011)

### 5.3 Atribuição de pesos aos Indicadores Sociais

Seguindo o viés de análise de Oliveira (2018) foi atribuído pesos para cada uma das múltiplas escolhas das perguntas feitas no Questionário (Apêndice II) direcionado aos moradores da área. Cada alternativa tem um peso específico, o qual leva em consideração o seu grau de vulnerabilidade de acordo com o tema abordado pela sua respectiva variável (Figura 41).

Figura 41: Exemplo de atribuição de pesos às alternativas de cada pergunta

<b>SEÇÃO 2.0 - CAPACIDADE DE LIDAR</b>	
<b>2.1 - Governo e autoridades</b>	
1	Considerando os últimos 10 anos, como você classifica a corrupção na prefeitura de São Luís? (0) não há corrupção; (0,5) há pouca corrupção; (1) há muita corrupção
2	Você já participou de alguma ação social no seu bairro? (0) sim – (1) não
3	Você já foi consultado para a realização de alguma infraestrutura no seu bairro? (0) sim – (1) não
<b>2.2 - Preparação para desastres e sistema de alerta</b>	
1	Nos últimos 2 anos, em seu bairro ou em sua rua, houve alguma obra realizada pela prefeitura para melhorar a estrutura (muro de contenção de encosta/barreira/barranco); canaletas; bueiros; limpeza de canais (riachos)? (0) sim; 1) não
2	Como você classifica a importância da presença de bombeiros ou técnicos da defesa civil no bairro da Vila Embratel? (1) tanto faz; (1) não é importante, pois nunca acontece desastre; (0,5) importante para caso aconteça desastre; (0) muito importante para segurança da população
<b>2.3 - Cuidados de saúde/Assistência médica</b>	
1	Existe alguém na casa que tenha algum tipo de limitação física ou mental? (1) sim; (0) não;
2	Como você avalia o sistema público de saúde do seu bairro? (0) muito bom – (0,5) regular – (1) péssimo
3	Na sua casa alguém já esteve muito doente a ponto de não poder ir à escola ou serviço? (1) sim; (0) não
3	Na sua casa alguém ficou doente por causa do COVID 19? (1) sim; (0) não

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de Oliveira (2018)

Além dos pesos no questionário, também foram atribuídos pesos a cada uma das categorias que compõem os indicadores de vulnerabilidade social a partir da metodologia *Delphi*<sup>19</sup> (Tabela 10). Foi construído um questionário, no qual as categorias foram expostas através de alternativas com o intuito atribuição de um peso específico para cada uma.

<sup>19</sup> O procedimento do método *Delphi* foi melhor explicado no subcapítulo 3.6.

Tabela 10: Pesos atribuídos aos Indicadores Sociais a partir do Método *Delphi*

<b>INDICADORES DE VULNERABILIDADE</b>	<b>DELPHI</b>
<b>Total de moradores</b>	0,913488372
<b>Presença de crianças</b>	0,897906977
<b>Presença de idosos</b>	0,927619048
<b>Presença de deficientes</b>	0,93547619
<b>Infraestrutura da área</b>	0,886904762
<b>Condições de Habitação</b>	0,91952381
<b>Nutrição</b>	0,689210526
<b>Capacidade Econômica</b>	0,843414634
<b>Percepção sobre corrupção</b>	0,59
<b>Preparação para desastres</b>	0,904976771
<b>Cuidados com a saúde</b>	0,818809524
<b>Redes Sociais</b>	0,886904762
<b>Educação</b>	0,887142857
<b>Equidade de gênero</b>	0,761219512
<b>Meio Ambiente</b>	0,907
<b>Financiamento</b>	0,636923077

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Sabendo dos pesos de cada alternativa das perguntas e de cada indicador, foi feita a equação para a mensuração da vulnerabilidade social que consistiu em duas etapas distintas e complementares: I - Mensuração da vulnerabilidade social por setor a partir dos pesos estabelecidos por Oliveira (2018); II – Mensuração da vulnerabilidade social da área a partir dos pesos estabelecidos pelo Método Delphi.

Para a etapa I foi necessário:

- a) Estabelecer o valor fracionário de cada subindicador a partir da proporção das suas respectivas variáveis. Exemplo: No indicador “Infraestrutura Pública” há 3 variáveis, então o todo representa o indicador e as 3 variáveis são a terça parte desse indicador. Sendo assim, a fração seria  $1/3$ ;
- b) Multiplicação desse valor fracionário pelo peso estabelecido por Oliveira (2018) para cada variável;
- c) Soma dos pesos das variáveis por setor;
- d) Divisão da soma dos pesos por setor pelo número de questionários respondidos.

A Tabela 11 representa melhor a etapa I e suas subetapas a, b, c e d.

Tabela 11: Equações utilizadas para a mensuração da vulnerabilidade social por setor

CATEGORIA	INDICADORES	VARIÁVEIS	Fração (sub indicador)	Multiplicação (fração x peso) por variável	Equação (1) por setor	Equação (2) por setor
SUSCETIBILIDADE	Infraestrutura Pública	Destino do esgoto	1/3	1/3*P	$\sum P$ (por setor)	$V_{se} = \frac{\sum p \text{ (por setor)}}{NQ}$
		Fonte de abastecimento de água				
		Estrutura da rua				
	Condições de habitação	Material da residência	1/2	1/2*P	$\sum P$ (por setor)	$\sum p \text{ (por setor)} /NQ$
		Reforma da casa				
	Nutrição	Gastos com alimentação	1/2	1/2*P	$\sum P$ (por setor)	$\sum p \text{ (por setor)} /NQ$
		Refeições por dia				
	Capacidade econômica e de renda	Renda total por mês	1/7	1/7*P	$\sum P$ (por setor)	$\sum p \text{ (por setor)} /NQ$
		Renda antes do COVID 19				
		Itens domésticos				
		Casa própria				
		Auxílio do Governo				
		Acesso à internet				
Trabalhadores com carteira assinada e desempregados						
Onde: P = pesos; $\sum p$ = soma dos pesos; NQ = número de questionários respondidos; Vse = vulnerabilidade por setor						

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para a etapa II foi necessário:

- a) Soma de cada variável para gerar a vulnerabilidade por indicador (Tabela 12);

Tabela 12: Soma das variáveis para gerar a vulnerabilidade por indicador

Setor	ESGOTO		ABASTECIMENTO		QUALIDADE DA RUA		INFRA-ESTRUTURA
	Equação 1	Equação 2	Equação 1	Equação 2	Equação 1	Equação 2	$\Sigma$ (indicadores)
1	1,166667	0,291667	0	0	0,5	0,125	0,416666667
2	2,666667	0,266667	0	0	1,666667	0,166667	0,433333333
3	0,5	0,25	0	0	0,583333	0,291667	0,541666667
4	0,5	0,166667	0	0	0,916667	0,305556	0,472222222
5	1,5	0,3	0,5	0,1	1,333333	0,266667	0,666666667

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

- b) Multiplicação de cada vulnerabilidade por indicador pelo peso estabelecido pelo Delphi;
- c) Soma geral de cada indicador;
- d) Divisão pelo número de indicadores de cada categoria.

A Tabela 13 representa melhor a etapa I e suas subetapas a, b, c e d.

Tabela 13: Mensuração da vulnerabilidade social da área a partir dos pesos estabelecidos pelo Método Delphi (Exemplo Setor 1)

MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL A PARTIR DOS PESOS ESTABELECIDOS PELO MÉTODO DELPHI								
SETOR	CATEGORIA	INDICADOR	DELPHI	VARIÁVEIS	$\sum p$ (variável)	Multiplicação ( $\sum p * \text{Delphi}$ )	Equação (3) Soma dos pesos por indicador	Equação (4) por categoria
SETOR 1	SUSCETIBILIDADE	Infraestrutura Pública	0,886904762	Destino do esgoto	0,416666667	0,416666666666667* 0,886904762	$\sum P$ (por categoria) Suscetibilidade + Cap. De Lidar + Cap. De Adaptação	$IVS = \sum p$ (por categoria) /3
				Fonte de abastecimento de água				
				Estrutura da rua				
		Condições de habitação	0,91952381	Material da residência	0,1875	0,1875*		
				Reforma da casa		0,91952380952381		
		Nutrição	0,689210526	Gastos com alimentação	0,6875	0,6875*0,689210526		
				Refeições por dia				
		Capacidade econômica e de renda	0,843414634	Renda total por mês	0,589285714	0,589285714285714* 0,843414634		
				Renda antes do COVID 19				
				Itens domésticos				
				Casa própria				
				Auxílio do Governo				
				Acesso a internet				
		Trabalhadores com carteira assinada e desempregados						

**LEGENDA:** P = pesos;  $\sum p$  = soma dos pesos (valores estabelecidos em campo); IVS = Índice de Vulnerabilidade Social; 3 = Número de categorias

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para a espacialização desses dados quantitativos foi necessário a inserção dos resultados em uma tabela no Microsoft Office Excel no aplicativo Arc GIS/ArcMap 10.8; através da ferramenta “*Join*” foi possível introduzir essas informações na tabela de atributos dos setores. Quanto ao método de classificação, o recomendado pelo World Risk Index é o Quantile, no entanto, foram testados os métodos Quantile, Natural Breaks, Equal Interval, Defined Interval, Geometrical Interval, Standard Deviation e o Manual Breaks e o que melhor representa a realidade da área é o Natural Breaks.

Além disso, foi estipulado 5 classes para melhor representar os níveis de vulnerabilidade social, exposição física e risco, sendo elas Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Essa definição de classes é baseada na Escala *Likert* que, segundo Likert (1932) esta escala está centrada na utilização de cinco pontos de alternativa.

Todas as etapas estatísticas e de método apresentadas foram aplicadas em cada um dos setores da Área Prioritária de Riscos de Desastres do bairro da Vila Embratel, considerando seus respectivos setores, variáveis, indicadores e categorias

#### 5.4 Índice de Vulnerabilidade Social da Área de Estudo

A análise da vulnerabilidade social é uma das formas mais eficazes de conhecer a realidade da área e da população. Com esse conhecimento é possível estabelecer medidas que visam melhorias estruturais, de saneamento ou de educação para os moradores do local. Além disso, é importante para a identificação de fragilidades que causam as desigualdades sociais, ambientais e territoriais.

A vulnerabilidade social tem forte relação com áreas natural ou antropicamente instáveis e também com áreas de risco de desastres. Desta forma UNU-EHS (2015) afirma que a vulnerabilidade e a exposição variam em escalas espaço-temporais e dependem da economia, de fatores sociais, geográficos, demográficos, culturais, institucionais, governamentais e ambientais para apresentarem menores ou maiores níveis.

Para Oliveira (2018) na perspectiva do desastre micro local, quando uma família não tem abastecimento de água regular, convive em domicílios precários, com deficiência de infraestrutura pública, saneamento básico ou com um sistema de esgoto ineficiente, e ainda seus efeitos negativos são potencializados por perigos naturais, passam a enfrentar “micro desastres cotidianos.

No entanto, é comum que esses “pequenos desastres” sejam negligenciados, tanto pelo Poder Público quanto pela própria comunidade por não haver o entendimento de que esses eventos são danosos e que essas pessoas importam. Sendo assim, a análise da percepção social dos moradores e de pesquisadores é fundamental para compreender, caracterizar e correlacionar esses elementos com as características intrínsecas a área.

Com o intuito de compreender as particularidades do que aqui chamamos de “Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís”, no bairro da Vila Embratel, será abordado neste capítulo sobre os fatores referentes à vulnerabilidade social da área de estudo a partir das categorias: I - Capacidade de Adaptação, II - Suscetibilidade e III - Capacidade de Lidar. Como forma de obter um panorama da área, os questionários com os moradores foram tabulados, transformados em gráficos, equações e mapas.

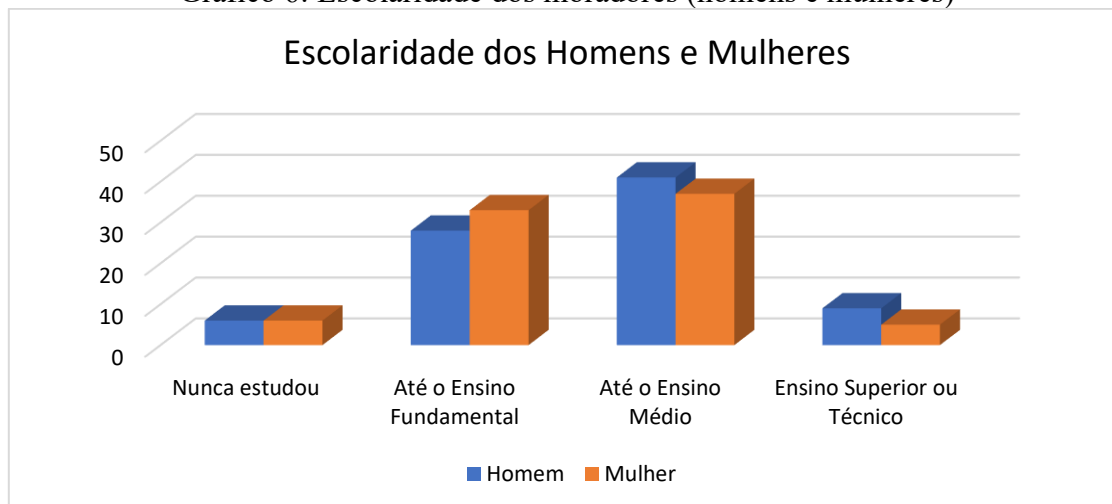
#### 5.4.1 Capacidade de Adaptação: Quem são os moradores?

A Capacidade de Adaptação se refere à condição de mudança a longo prazo da população. A escolaridade é um dos principais pontos para a compreensão dessa mudança e para conhecer a população, pois esse fator reflete se um indivíduo ou uma família estariam preparados ou não para se adaptar com os riscos de desastres da área. A análise da escolaridade está intimamente relacionada a informações que o morador tem ou não tem sobre os riscos de desastres da sua área de moradia.

É importante entender ter o conhecimento das consequências de determinadas atitudes rotineiras nas áreas de risco, como por exemplo, corte de talude de forma artesanal, descarte de lixo em voçorocas e bueiros, esgotamento sanitário sendo despejado em córregos, percepção ambiental do entorno da sua própria moradia, etc. Na área de estudo 47% dos entrevistados tem o ensino médio como seu último grau de escolaridade, 37% estudaram até o ensino fundamental (Gráfico 6) e isto se reflete em quatro dos doze setores analisados com vulnerabilidade muito alta relacionado ao Indicador Educação.

Outro fator que é notório perceber é nível de educação entre homens e mulheres que, apesar de não ser tão discrepante, ainda existe. A quantidade de homens e mulheres que nunca estudou é a mesma, mas há mais mulheres com até o ensino fundamental, há mais homens com até o ensino médio e, das 14 pessoas que tem ensino superior, 9 são homens. Sigolo, Gava e Unbehaum (2021) afirmam que é fundamental ressaltar que persistem sérias desigualdades de gênero na educação e nas ciências, com graves impactos negativos no desenvolvimento social, científico e econômico do país.

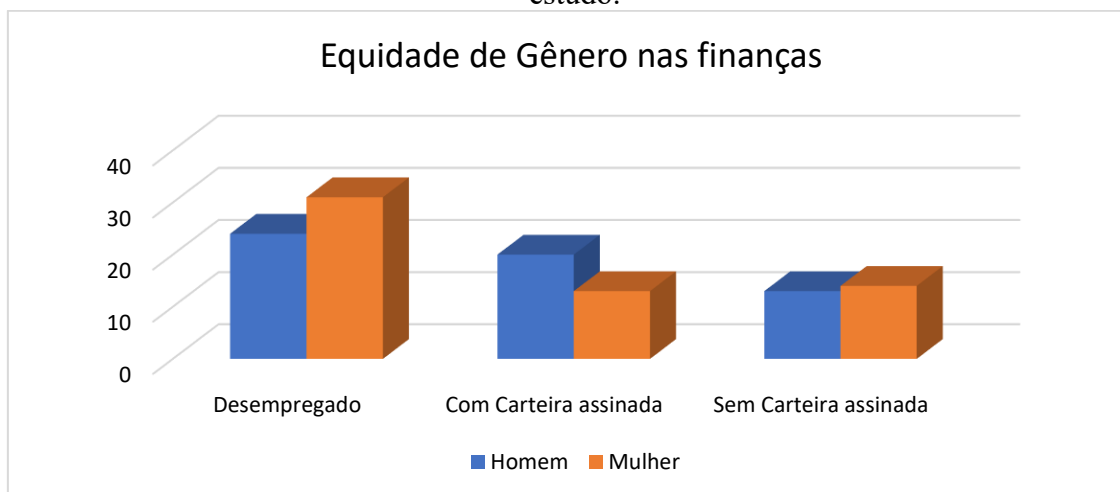
Gráfico 6: Escolaridade dos moradores (homens e mulheres)



Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

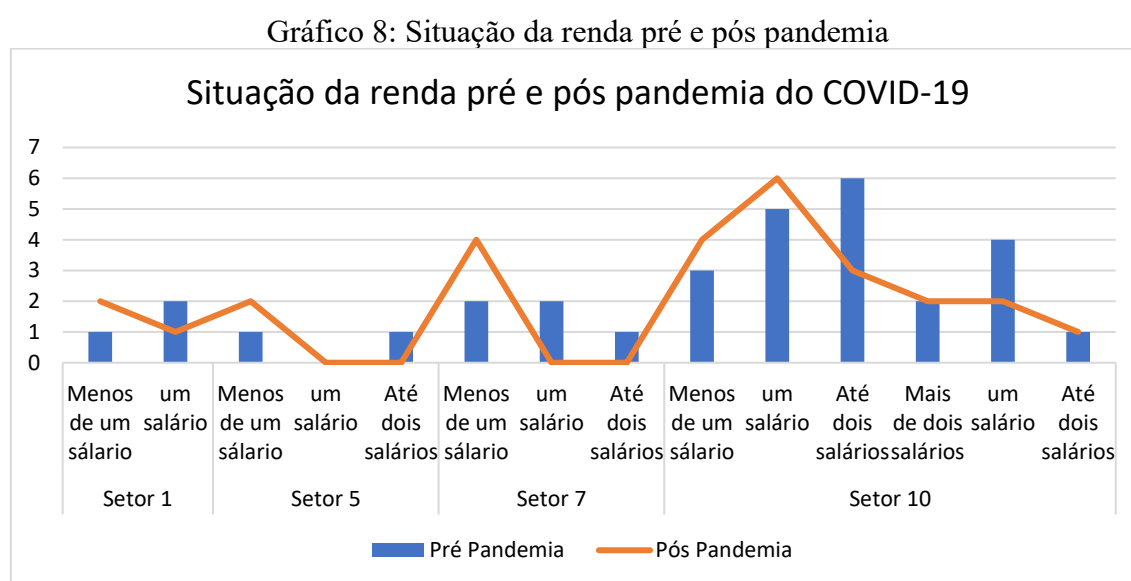
As porcentagens sobre a educação estão diretamente relacionadas à quantidade de famílias cujos moradores ativos estão desempregados ou trabalhando de forma autônoma (Gráfico 7). Segundo Galvez (1991) a literatura ressalta o aumento das exigências de qualificação de mão de obra como uma das características que assinalam a diferença no momento da contratação. Além disso, é possível notar um desequilíbrio quando se trata dessa condição para homens e mulheres. Da mesma forma que na educação, o fator profissional também foi afetado na área de estudo, onde os quantitativos de mulher desempregada e trabalhando sem carteira assinada são maiores que os dos homens. Diferentemente, o quantitativo de trabalhadoras mulheres com carteira assinada é mais baixo que o dos homens, fato que ressalta essa disparidade de gênero, aumentando a vulnerabilidade social neste indicador.

Gráfico 7: Quantitativo de homens e mulheres empregados e desempregados da área de estudo.



Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Com a falta dessa qualificação o indivíduo, conseqüentemente, se torna mais uma vítima do desemprego, o que gera instabilidade financeira para toda a família, principalmente no contexto pandêmico do COVID-19 vivido entre os anos de 2020 à 2022. O Gráfico 8 ainda mostra os impactos em termos financeiros nos setores que mais sofreram com as conseqüências da pandemia do COVID-19. A linha de cor laranja mostra o comportamento da renda por setor, na qual é notório ver picos no setor 7, registrando o aumento de famílias que vivem com menos de um salário mínimo; no setor 10 haviam seis famílias que recebiam até dois salários, no pós pandemia<sup>20</sup> esse número diminuiu, aumentando o número de famílias vivendo com um e menos de um salário mínimo.

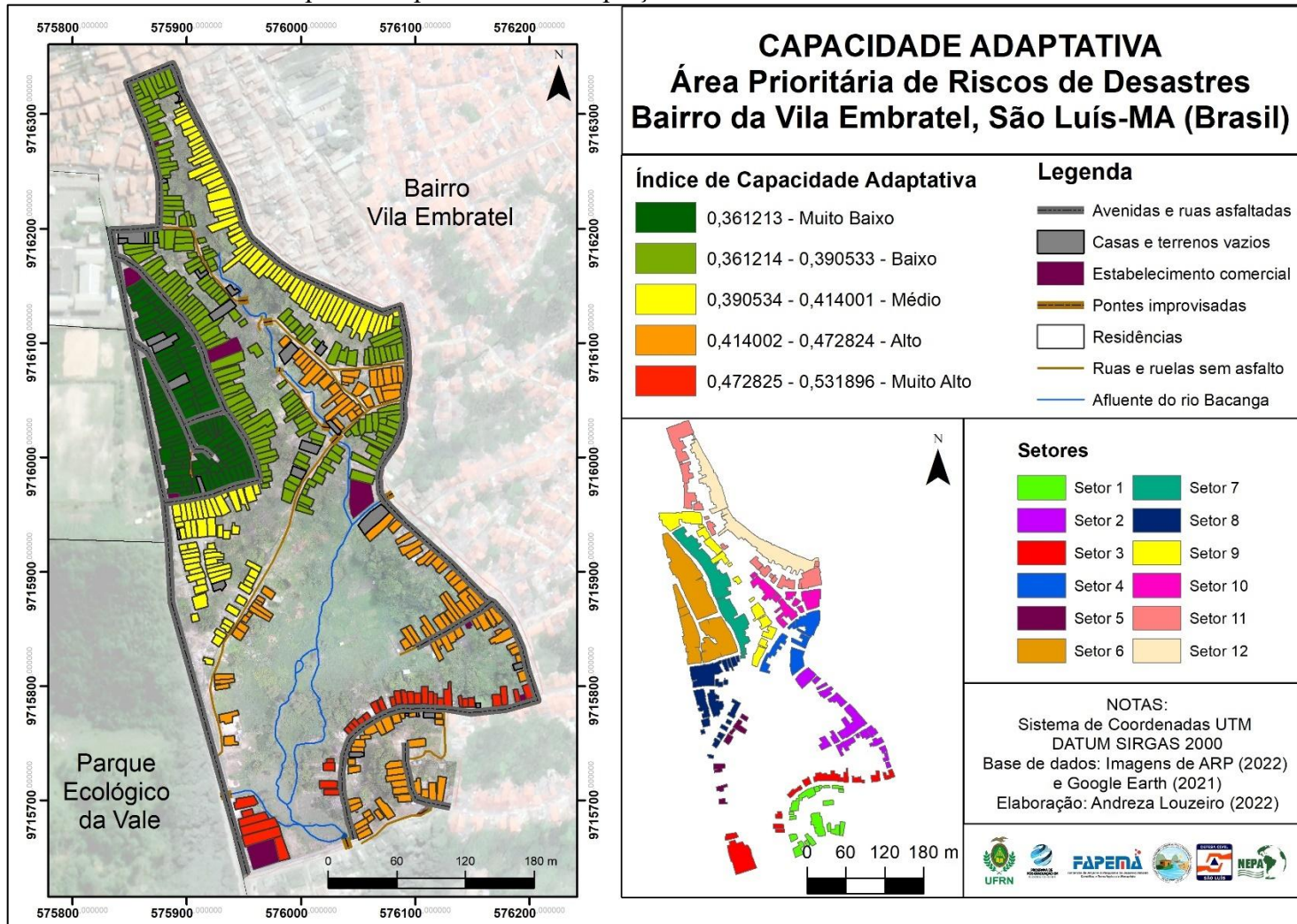


Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Os mapas 8, 9, 10 e 11 (Apêndices III, IV, V e VI) apontam os indicadores sociais relacionados à educação, equidade de gênero, financiamento/renda e percepção sobre meio ambiente da área de estudo. Destacando-se o setor 3 com vulnerabilidade muito alta em todos os quatro indicadores e os setores 4, 1 e 10 com vulnerabilidade alta e muito alta para os indicadores: educação, equidade e financiamento. O mapa 12 se refere ao índice da categoria Capacidade de Adaptação, dando destaque para o setor 3 que permanece com vulnerabilidade muito alta para esta categoria; os setores 1, 2, 5 e 10 apresentam vulnerabilidade alta para esta categoria.

<sup>20</sup> Trata-se aqui como “pós pandemia” o período de maior flexibilização das medidas de segurança, sabendo-se que o período pandêmico ainda não finalizou, visto que a circulação do vírus e o quantitativo de mortes ainda é alto, segundo a Organização Mundial da Saúde (2022). A utilização dessa nomenclatura se justifica pela facilidade de entendimento por parte dos moradores no momento das perguntas, sendo possível saber da situação financeira das famílias pós período de quarentena e restrições mais rígidas.

Mapa 12: Capacidade de Adaptação dos moradores da área de estudo



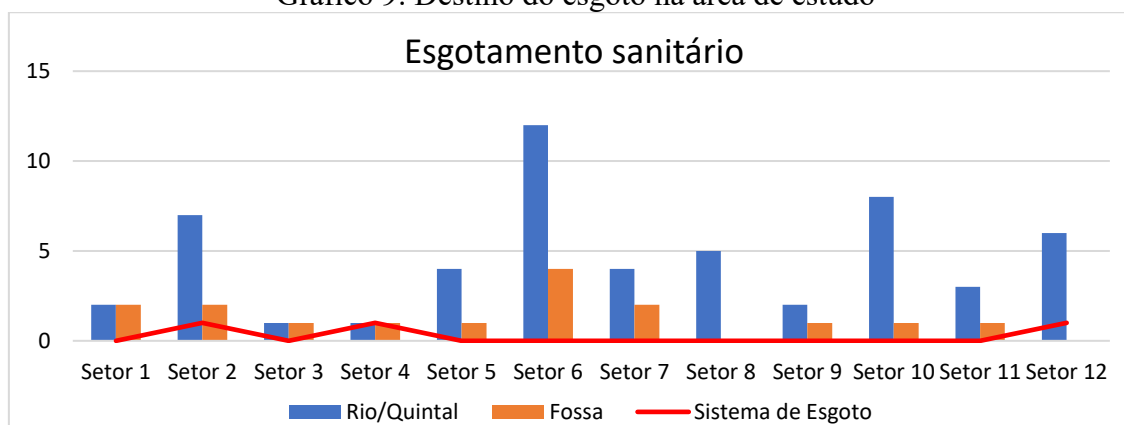
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### 5.4.2 Suscetibilidade: Qual a situação dos moradores?

A Suscetibilidade refere-se à probabilidade de a população sofrer danos em uma situação de emergência, ou seja, quais as condições de infraestrutura pública do entorno e das residências, principalmente abastecimento de água e saneamento básico; condições de habitação; nutrição e capacidade econômica.

Um fator preocupante encontrado na área é a falta completa ou parcialmente se sistema de esgotamento sanitário, sendo o esgoto depositado a céu aberto (Gráfico 9 e Foto 14). Em 92% dos domicílios analisados não existe esse tipo de serviço público, deixando os moradores à mercê de doenças e outros malefícios associados ao esgoto a céu aberto. Segundo Teixeira et al (2018) conviver diariamente com o esgoto a céu aberto significa estar vulnerável aos mais variados tipos de infecções constantemente, especialmente as faixas etárias imunofragilizadas.

Gráfico 9: Destino do esgoto na área de estudo



Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Foto 14: Esgoto a céu aberto no setor 10. Segunda Travessa Seis de Abril, Vila Embratel.



Fonte: Acervo da pesquisa em 19/07/2019.

Quando perguntado aos moradores sobre a qualidade da rua, considerando fatores como limpeza, coleta de lixo, asfalto e iluminação, 50% declararam que a situação é regular e 15% afirmaram que estava péssima. Um morador do setor 7 ainda afirmou que foi através da união de 10 moradores que “ajeitou” a rua com calçamento (Figura 42).

Figura 42: Calçamento feito pelos moradores na Terceira Travessa do Arame, Vila Embratel



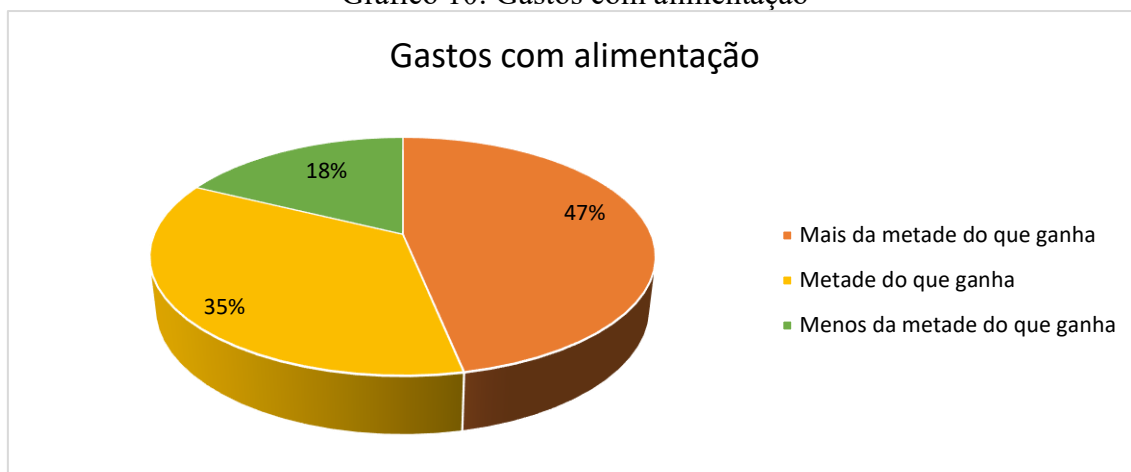
Fonte: Google Imagens (2019)

Outro fator importante a ser mencionado é a nutrição, tanto no que se refere aos gastos com alimentação (Gráfico 10) quando em relação à quantidade de refeições realizadas por dia. Segundo os dados coletados, 35% das famílias gasta metade da sua renda com alimentação e 18% gasta menos da metade. Considerando que 54% das famílias tem renda de até um salário mínimo e que a média de pessoas por residência é de 4 indivíduos, pode-se aferir que a quantidade e qualidade dos alimentos não seriam suficientes para suprir as necessidades básicas de alimentação, principalmente, se na residência houver a presença de crianças e idosos.

Para confirmar isso, foi questionado aos moradores sobre quantas refeições realizam por dia e 45% dos entrevistados realizam 3 refeições por dia, o que é o básico, mas não o suficiente para uma boa alimentação diária; 15% fazem apenas 2 refeições por dia e 1% realiza apenas uma refeição (Gráfico 11). Essas famílias recebem auxílio do governo como bolsa família e auxílio emergencial e ainda menos de um salário mínimo.

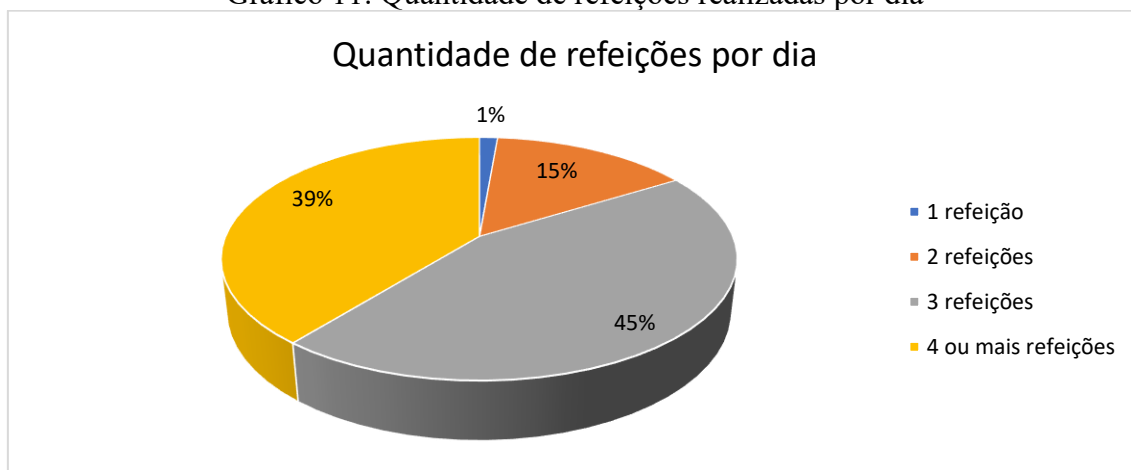
Em conversas com os moradores, muitos afirmaram que a única fonte de renda é o auxílio recebido pelo governo, fato que eleva a vulnerabilidade social desses indivíduos.

Gráfico 10: Gastos com alimentação



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

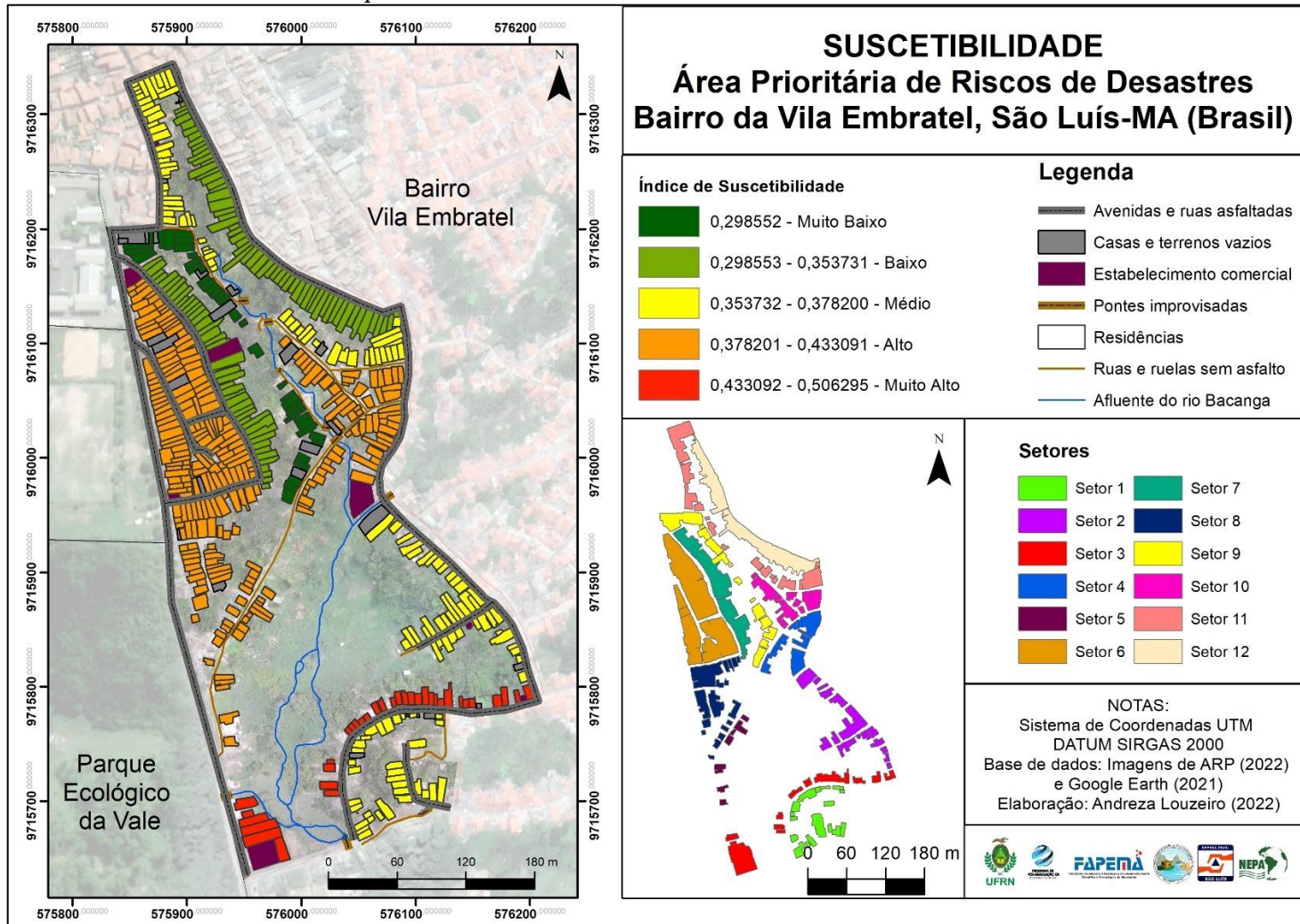
Gráfico 11: Quantidade de refeições realizadas por dia



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

Os mapas 13, 14, 15 e 16 (Apêndices VII, VIII, IX e X) apontam os indicadores sociais relacionados à Infraestrutura Pública, Condições de Habitação, Nutrição e Capacidade Econômica e de Renda. Destacando-se o setor 1 e 3 com vulnerabilidade muito alta para o indicador de Capacidade Econômica e de Renda; O setor 4 apresentou vulnerabilidade muito alta para o indicador Condições de Habitação, já os setores 3, 5 e 11 apresentaram vulnerabilidade alta para este indicador; os setores 10, 5 e 8 apresentaram muito alta vulnerabilidade para o indicador infraestrutura pública. Por fim, o mapa 17 para o Índice de Vulnerabilidade a Suscetibilidade o Setor 3 apresentou vulnerabilidade muito alta e os setores 4, 5, 6, 8, 10 apresentaram vulnerabilidade alta.

Mapa 17: Suscetibilidade dos moradores da área de estudo



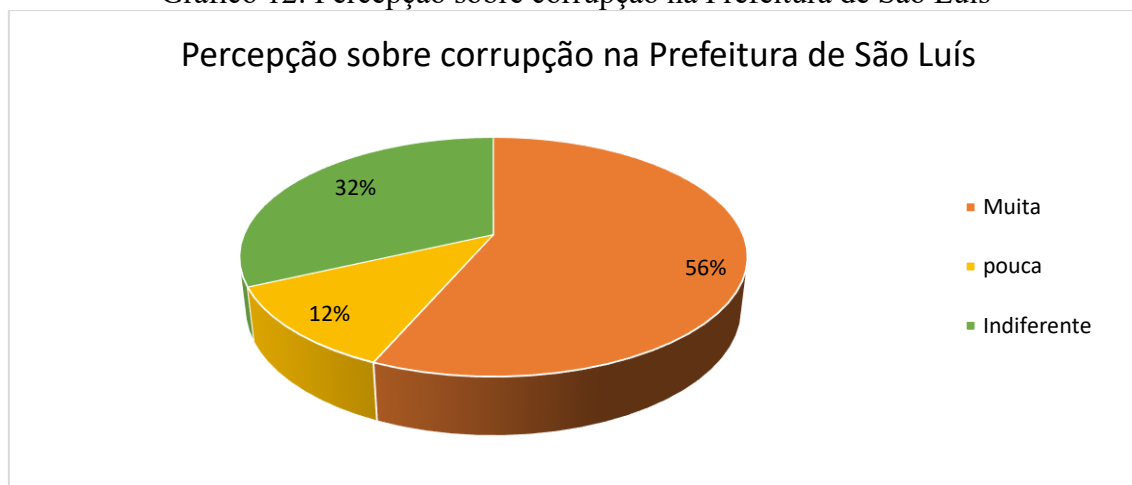
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

#### 5.4.3 Capacidade de Lidar: - Qual a capacidade dos moradores de diminuir impactos?

Esta categoria é muito voltada para a percepção em termos de conhecimento da população à determinadas questões como: Governo e autoridades e Preparação para desastres e ainda, indicadores relacionados a Cuidados com a saúde e redes sociais em caso de desastre. Cada um desses indicadores, ao serem aplicados à população, reflete sobre o que pensam em relação a corrupção, obras sociais, importância dos bombeiros e defesa civil, qualidade do sistema público de saúde, existência de pessoas para ajudar em situação de desastres, dentre outras perguntas voltadas para a redução dos impactos negativos em caso de emergência.

Foi analisado sobre a percepção dos moradores em relação ao nível de corrupção existente na cidade de São Luís. O Gráfico 12 mostra que 56% dos moradores consideram um nível alto de corrupção, o que dá espaço para as desigualdades sociais, segundo Raferzani (2021) que afirma que “a desigualdade dá espaço para a corrupção, sobretudo na corrupção eleitoral”; 12% afirmaram que tem pouca e 32% são indiferentes ao assunto, sendo que a indiferença sobre a corrupção ou assuntos políticos no geral, sugere falta de interesse ou conhecimento pelo assunto ou até mesmo medo de se expor.

Gráfico 12: Percepção sobre corrupção na Prefeitura de São Luís

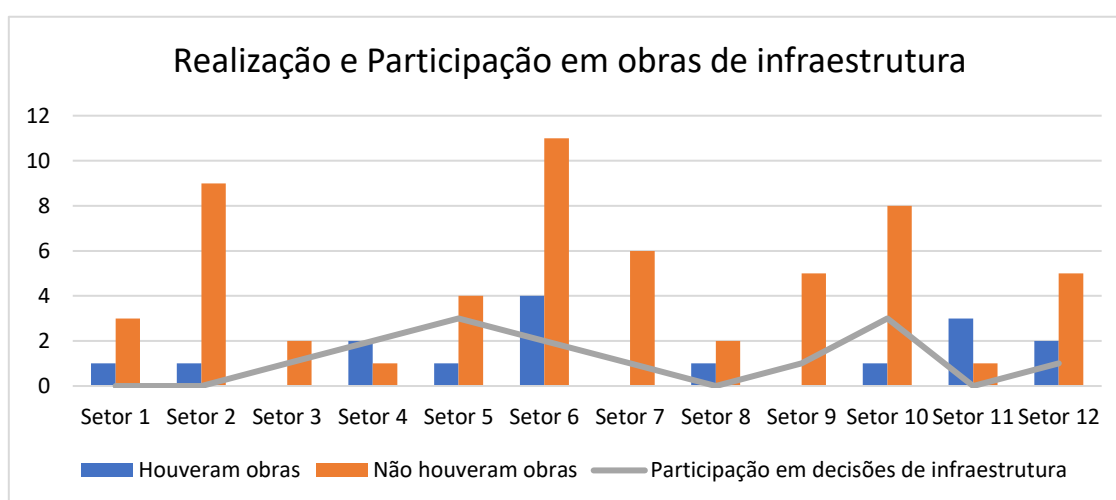


Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Outro questionamento feito foi sobre a participação em decisões voltadas para a realização de obras de infraestrutura na área, onde 81% dos entrevistados afirmaram que nunca foram solicitados para participar e 19% afirmaram que sim. No que se refere à realização de obras de infraestrutura, por parte da prefeitura de São Luís, 78% afirmaram que nunca houve nos últimos dois anos, já 22% afirmaram que houve.

O Gráfico 13 faz um paralelo com as duas perguntas, onde pode-se perceber em todos os setores a maior dos entrevistados afirma que não houve a realização de obras de infraestrutura na área. No entanto, há uma inconsistência nas respostas nos setores 3, 7 e 8, nas quais os entrevistados afirmam que não houveram obras de infraestrutura no seu bairro ou na sua rua nos últimos dois anos, mas alguns deles alegam que participaram de tomadas de decisões sobre esse fator.

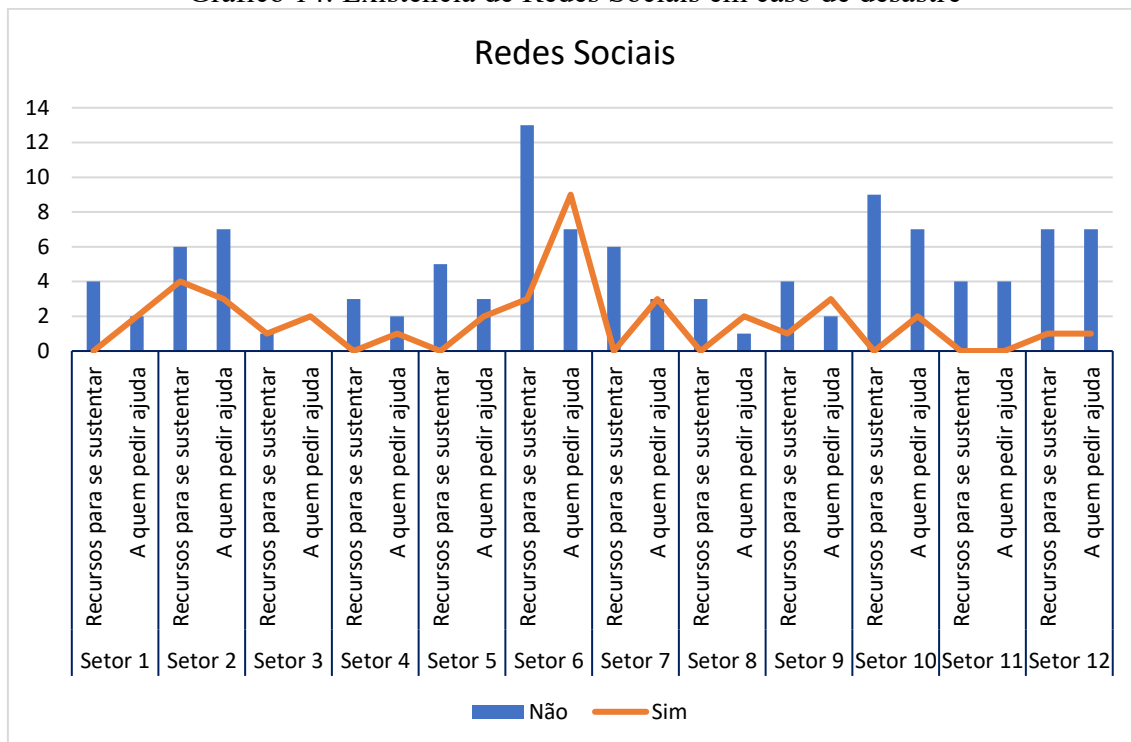
Gráfico 13: Realização e Participação de obras de infraestrutura na área de estudo.



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O Gráfico 14 é a reflexão dos questionamentos sobre a existência de recursos próprios para se manter frente a uma situação de emergência e se o indivíduo teria com quem contar em caso de desastres. Os dados mostram que boa parte das pessoas que não teriam recursos próprios para se manter são as mesmas que não teriam a quem pedir ajuda, caso ocorra alguma situação de desastres, dando destaque para os setores 2; 10 e 12 que destacam pessoas que não teriam recursos, nem ajuda em momento de desastre. Em contrapartida, no setor 6 houveram muitas famílias que não teriam recursos, mas teriam a quem pedir ajuda. O que dá um certo equilíbrio para essa variável. Aqui é possível perceber o quanto as redes sociais é um fator determinante no momento ou no pós desastre. Ter alguém (amigo, familiar ou vizinho) com quem contar tem grande relevância para as pessoas que moram em áreas de risco.

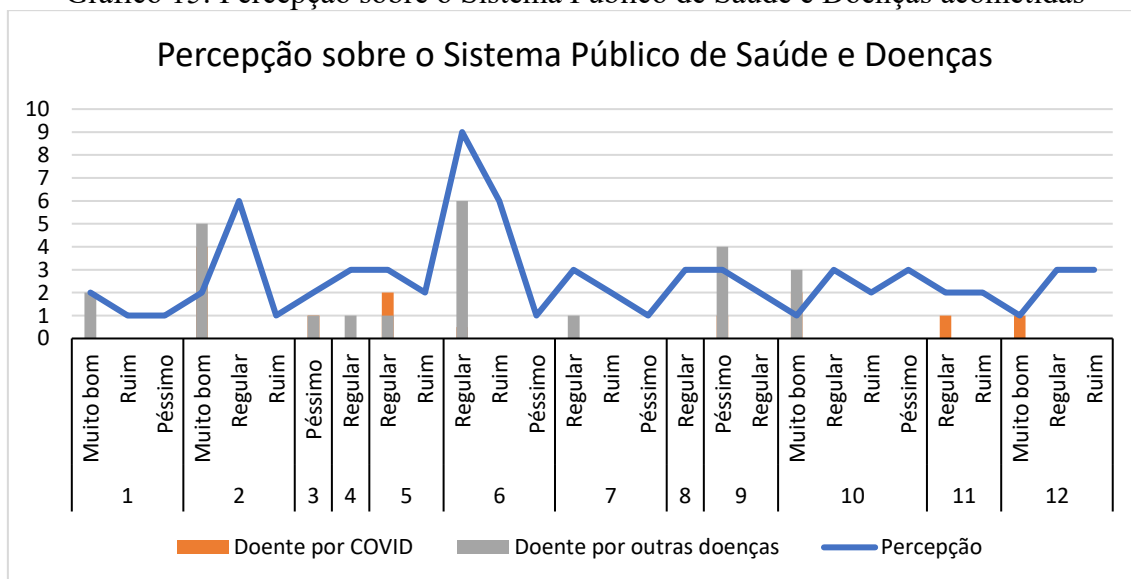
Gráfico 14: Existência de Redes Sociais em caso de desastre



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Outro fator importante a ser analisado é a saúde, que aqui se refere à percepção que o indivíduo tem sobre o Sistema Público de Saúde que utiliza e se já houve casos de doenças por COVID ou outras em sua residência. O Gráfico 15 mostra este panorama, dando destaque para o fato de que as pessoas consideram o Sistema Público de Saúde de Regular a Ruim, coincidindo, em alguns casos com pessoas que já estiveram doentes por COVID-19 ou outras doenças.

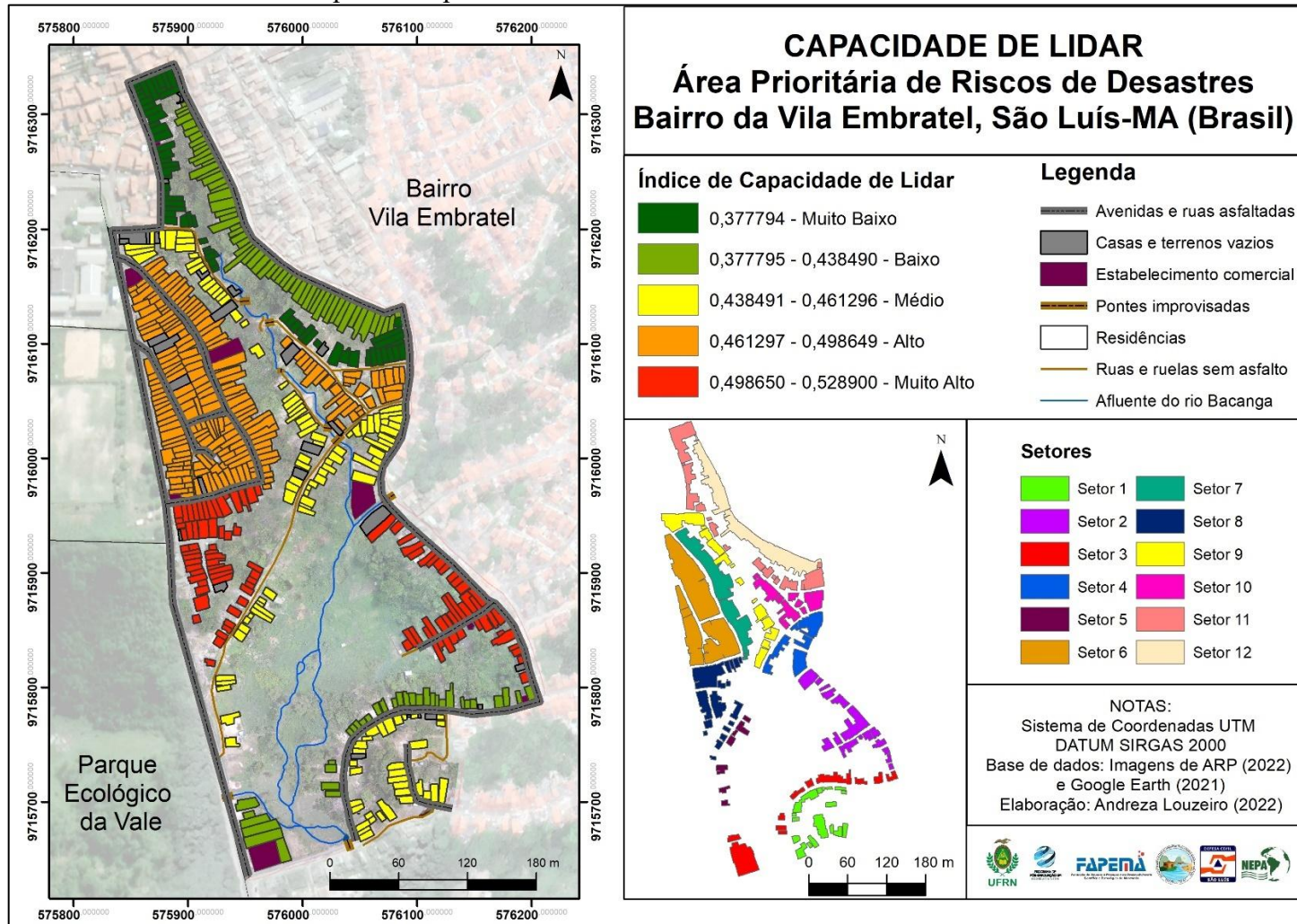
Gráfico 15: Percepção sobre o Sistema Público de Saúde e Doenças acometidas



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Os mapas 18, 19, 20 e 21 (XI, XII, XIII e XIV) espacializam os indicadores sociais relacionados à Governo e Autoridades, Preparação para Desastre e Sistema de Alerta, Cuidados com a Saúde e Redes Sociais em caso de Desastres. Dando destaque para os setores 8 e 9 com vulnerabilidade muito alta para Governo e Autoridades; os setores 8 e 9 com vulnerabilidade muito alta para Preparação para desastres; os setores 6 e 12 com vulnerabilidade muito alta para Redes Sociais; os setores 3 e 8 com vulnerabilidade muito alta para Cuidados com a saúde e o índice da categoria Capacidade de Lidar (Mapa 22) apresentou dois setores com vulnerabilidade muito alta (3 e 8) e três setores com vulnerabilidade alta (4, 7 e 6).

Mapa 22: Capacidade de Lidar dos moradores da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

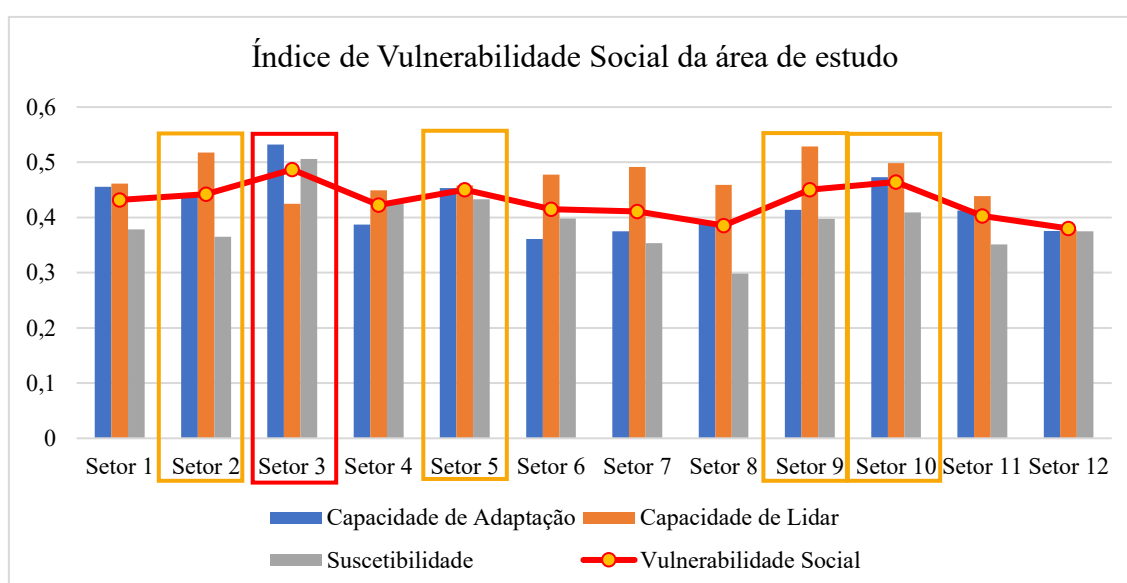
#### 5.4.4 Índice de Vulnerabilidade Social: o quanto os moradores estão vulneráveis?

O índice de Vulnerabilidade Social aponta os setores mais vulneráveis em termos de capacidade de lidar com o risco, capacidade de se adaptar com o risco e a suscetibilidade aos impactos do risco e seus respectivos indicadores. Isto aponta em qual aspecto a comunidade carece de maior atenção, quer seja de forma educativa, quer seja de forma estrutural.

No que se refere às categorias e aos níveis de vulnerabilidade de cada uma, a pesquisa apontou que: a Suscetibilidade apresentou cinco setores em vulnerabilidade alta; a Capacidade de Adaptação apresentou quatro setores em vulnerabilidade alta e a Capacidade de Lidar apresentou três setores com vulnerabilidade alta. Quanto aos indicadores, a Educação apresentou quatro setores com vulnerabilidade muito alta e o Financiamento, Preparação para desastres e Redes Sociais apresentaram quatro setores com vulnerabilidade alta.

Aqui serão apresentados os setores que obtiveram altas vulnerabilidades e o comparativo com os que apresentaram as vulnerabilidades mais baixas. Na área de estudo os setores que obtiveram maiores índices de vulnerabilidade social foram Setor 3 com vulnerabilidade social muito alta e Setores 2; 4; 8 e 10 com vulnerabilidade social alta (Gráfico 16).

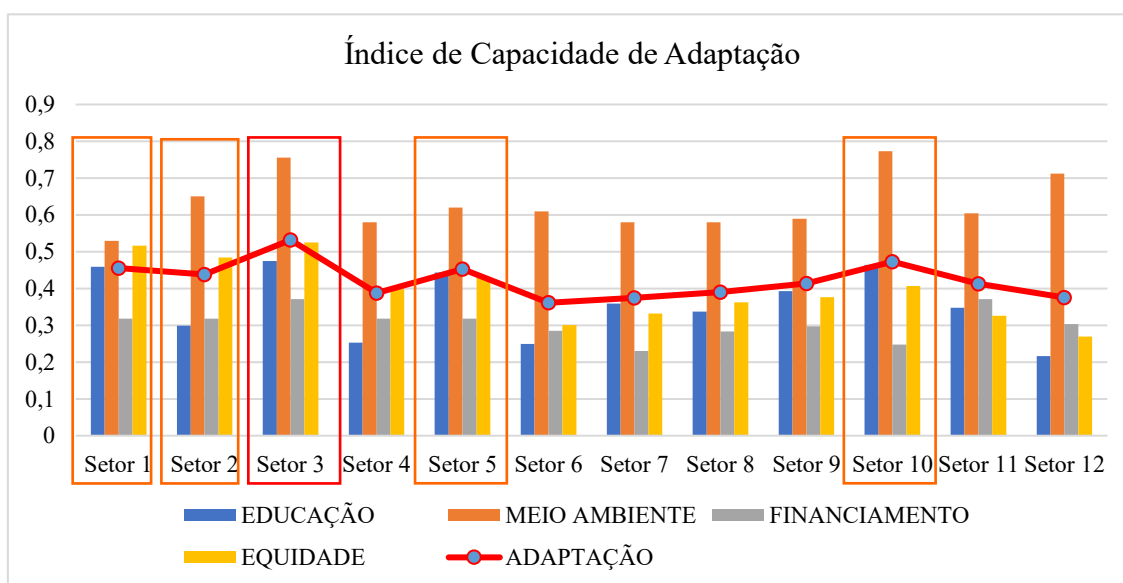
Gráfico 16: Índice de Vulnerabilidade Social. Com destaque em vermelho para o setor 3 e em laranja para os setores 2, 5, 9 e 10.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O setor 3 apresentou muito alta vulnerabilidade para a Categoria Capacidade de Adaptação, juntamente com os setores 1, 2, 5 e 6 que apresentaram alta vulnerabilidade para a mesma categoria (Gráfico 17).

Gráfico 17: Índice de Capacidade de Adaptação da Área de estudo. Com destaque para os setores 3 (com muito alta vulnerabilidade) e 1, 2, 5 e 6 (com alta vulnerabilidade).

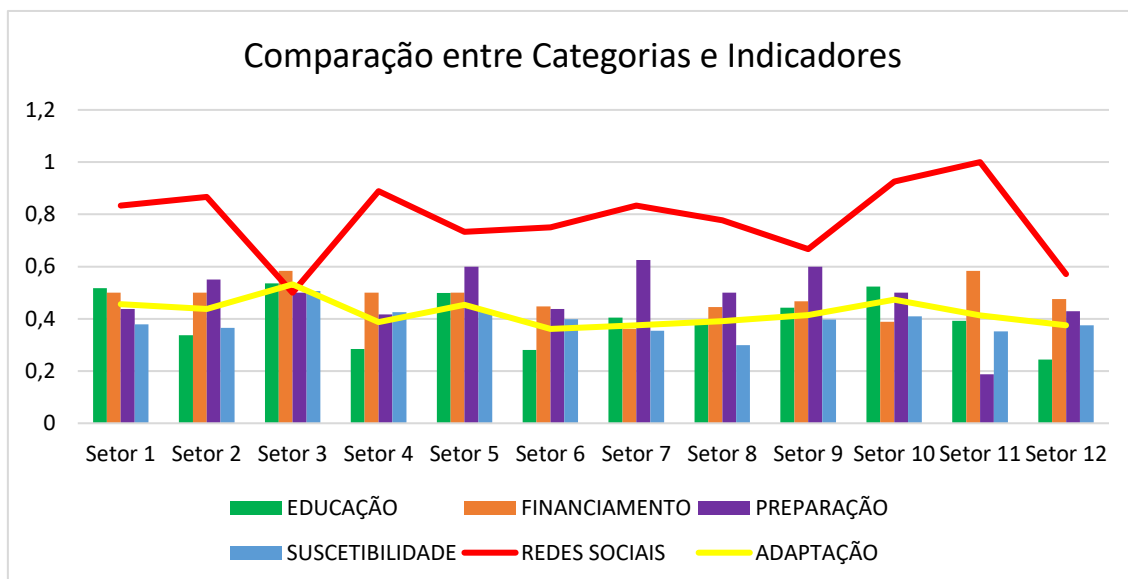


Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A partir de uma análise entre as Categorias e Indicadores que mais tiveram vulnerabilidade alta e muito alta, percebeu-se que o indicador “Redes Sociais” foi o que obteve a maior quantidade de setores com vulnerabilidade alta e muito alta. Este indicador apresenta elementos voltados para saber se o morador possui recursos próprios para se manter, se tem a quem pedir ajuda em caso de desastres e ainda se na área possui líder comunitário (Gráfico 18).

Tal fato reflete que os moradores não possuem uma rede de apoio e/ou pessoas a recorrer para o caso de ocorrência de desastres. Isto pode-se se dever ao fato de que a comunidade e o bairro não possuem um líder comunitário, limitando a população da existência de um porta-voz para a explanação de seus problemas e para o reforço da importância de um contar com o outro. No entanto, é possível perceber que o setor 3, o qual apresentar vulnerabilidade social muito alta, apresentou baixa vulnerabilidade no que diz respeito a redes sociais, em detrimento dos demais setores.

Gráfico 18: Comparação entre Categorias e Indicadores que mais obtiveram níveis altos de vulnerabilidade.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Já os setores 11 e 9, os quais não obtiveram consistência suficiente nos resultados para a vulnerabilidade social devido à baixa adesão aos questionários, cabe destacar que são setores localizados, em sua maior parte, em áreas de precária infraestrutura e saneamento básico. Os setores não possuem esgotamento sanitário, apresentando esgoto a céu aberto, ausência ou precário acesso a pedestres e precária qualidade das moradias (Foto 15 e 16).

Foto 15: Identificação da 2ª Travessa São Pedro, Setor 11



Fonte: Acervo da Pesquisa em 23/07/2018.

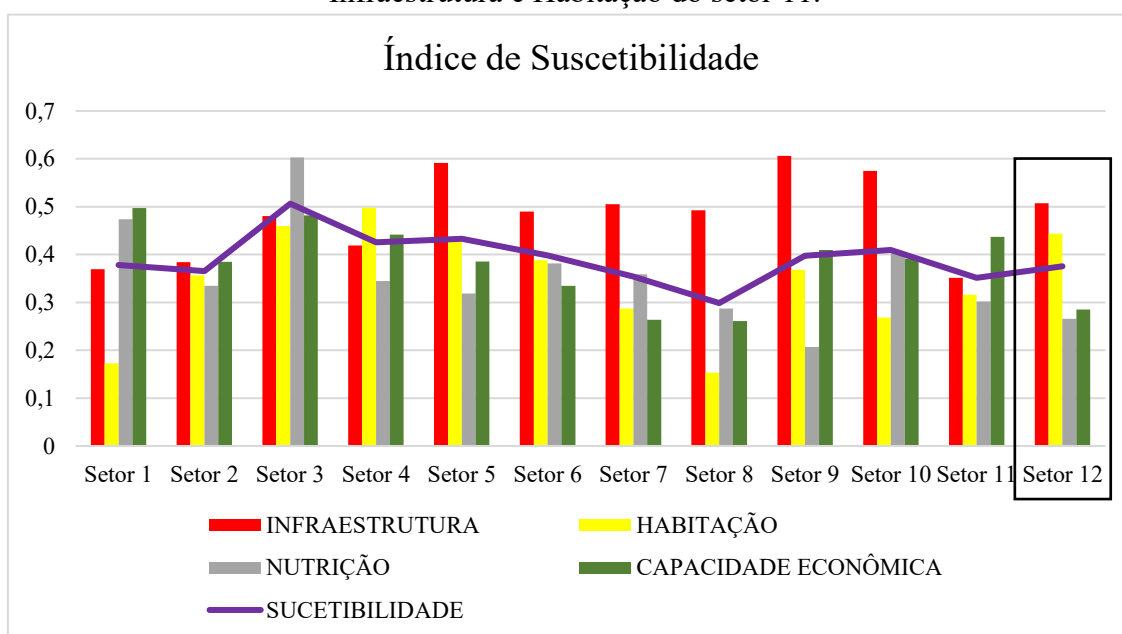
Foto 16: Identificação da situação da 2ª Travessa São Pedro, setor 9.



Fonte: Acervo da pesquisa em 03/12/2020.

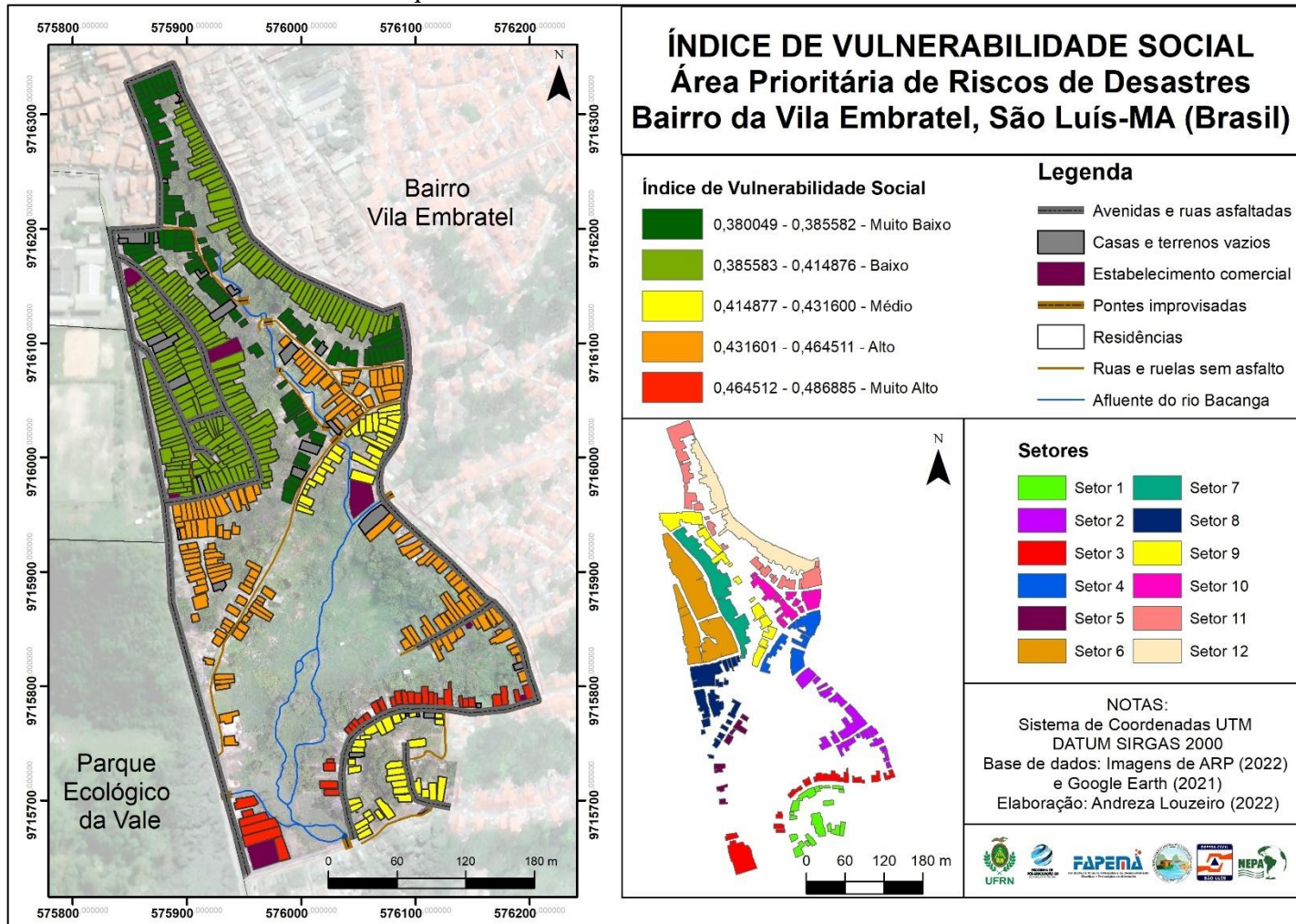
Considerando estas observações, a análise e conhecimento da área, é possível afirmar que os setores 9 e 11 apresentam situação de vulnerabilidade alta, pelo menos, em relação à Categoria Suscetibilidade e aos indicadores de Infraestrutura e Qualidade de habitação. O Gráfico 19 ainda mostra a Vulnerabilidade alta no setor 11 para Habitação e Infraestrutura. O Mapa 23 apresenta o Índice de Vulnerabilidade Social da área de estudo.

Gráfico 19: Índice de Suscetibilidade, com destaque para os Indicadores de Infraestrutura e Habitação do setor 11.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Mapa 23: Vulnerabilidade Social da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## **CAPÍTULO 6**

# **ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO FÍSICA DA ÁREA PRIORITÁRIA DE RISCOS DE DESASTRES DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA**



# ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO FÍSICA DA ÁREA PRIORITÁRIA DE RISCOS DE DESASTRES DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA

## 6.1 - Índice de Exposição aos Riscos de Movimento de Massa da Área de Estudo

Segundo Louzeiro (2018) em São Luís as áreas de maiores níveis de exposição estão situadas nos locais mais adensados do município, principalmente onde estão localizados os bairros mais antigos e a periferia da cidade. Neste contexto está inserido o bairro da Vila Embratel, contendo cerca de nove “pontos” de risco de acordo com o relatório da SGB (2017). A maior concentração desses pontos está localizada em regiões declivosas, de altimetria elevada e com adensamento urbano.

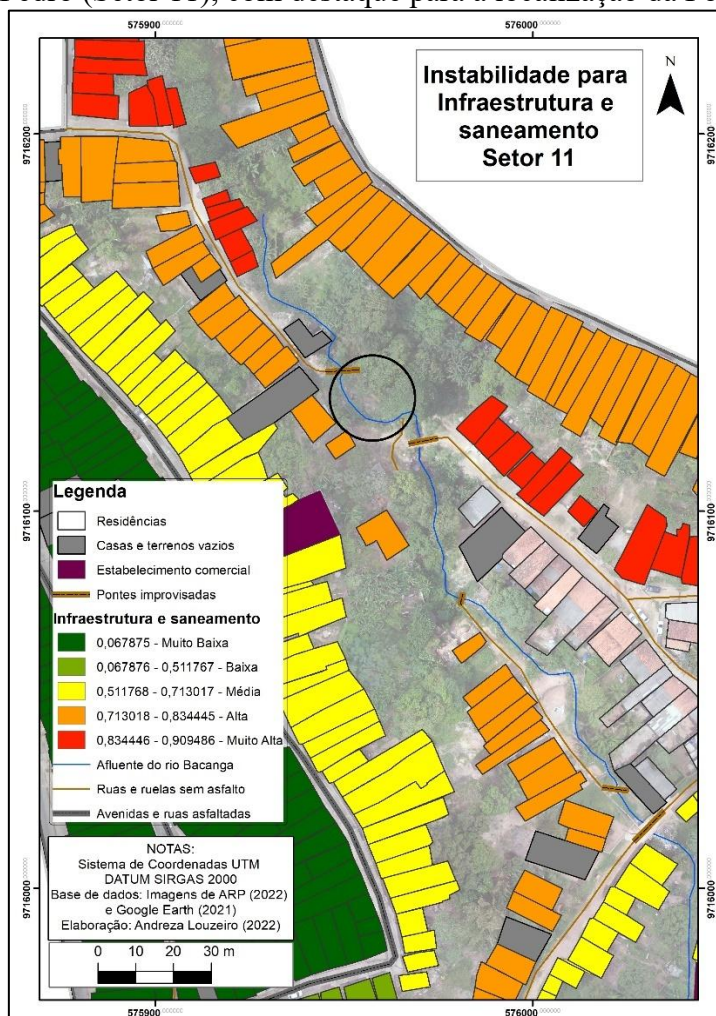
A Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís (Vila Embratel) conta com precária infraestrutura e saneamento (Mapa 24 e Tabela 14) básico e essas condições estruturais fazem com que a área esteja exposta à riscos de movimento de massa, inundação, alagamentos e etc (Foto 17). Foi possível observar em campo áreas com esgoto à céu aberto, descarte de água servida nas ruas e quintais, carência de asfalto nos logradouros, ligação de água e luz de forma artesanal, dentre outros problemas que contribuem para um alto nível de vulnerabilidade social.

Foto 17: Acesso improvisado com pedaços de porta na rua São Pedro, Vila Embratel.



Fonte Acervo da pesquisa, 23/07/2018.

Mapa 24: Instabilidade para Infraestrutura e Saneamento na Segunda Travessa da Rua São Pedro (Setor 11), com destaque para a localização da Foto 17.



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tabela 14: Aspectos Estruturais do Setor 11

<b>SETOR 11</b>					
Níveis de exposição para cada variável	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>ASPECTOS ESTRUTURAIS</b>					
<b>INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO</b>					
Rede de esgoto sanitário					
Rede de águas pluviais					
Existência de obras de estabilização					
Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)					
Condições das tubulações de abastecimento de água					
Lançamento de detritos (lixo/entulho)					
<b>QUALIDADE ESTRUTURAL DAS MORADIAS</b>					
Estrutura das moradias					
<b>DENSIDADE OCUPACIONAL</b>					
Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)					
Densidade de ocupação do topo ou base da encosta (%)					
Distância das casas à encosta (base e topo)					

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

O esgoto a céu aberto é algo comum na Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís (Vila Embratel), sendo alvo de constantes insatisfações dos moradores. A área não conta com sistema de esgoto e poucos domicílios possuem o sistema de fossas, fato que acarreta o descarte de esgoto num dos afluentes do rio Bacanga que corta a Área Prioritária. Sabe-se, portanto, que existência e boa qualidade dos sistemas de esgotamento sanitário amenizam os impactos causados pelos riscos de desastres.

Além disso, na área também é comum a ocorrência de lançamento de detritos (lixo e/ou entulho) no decorrer das encostas ou das vertentes (Foto 18). Isto se dá devido pela inconstância dos serviços de limpeza e, principalmente, pela falta de Educação Ambiental que os moradores têm.

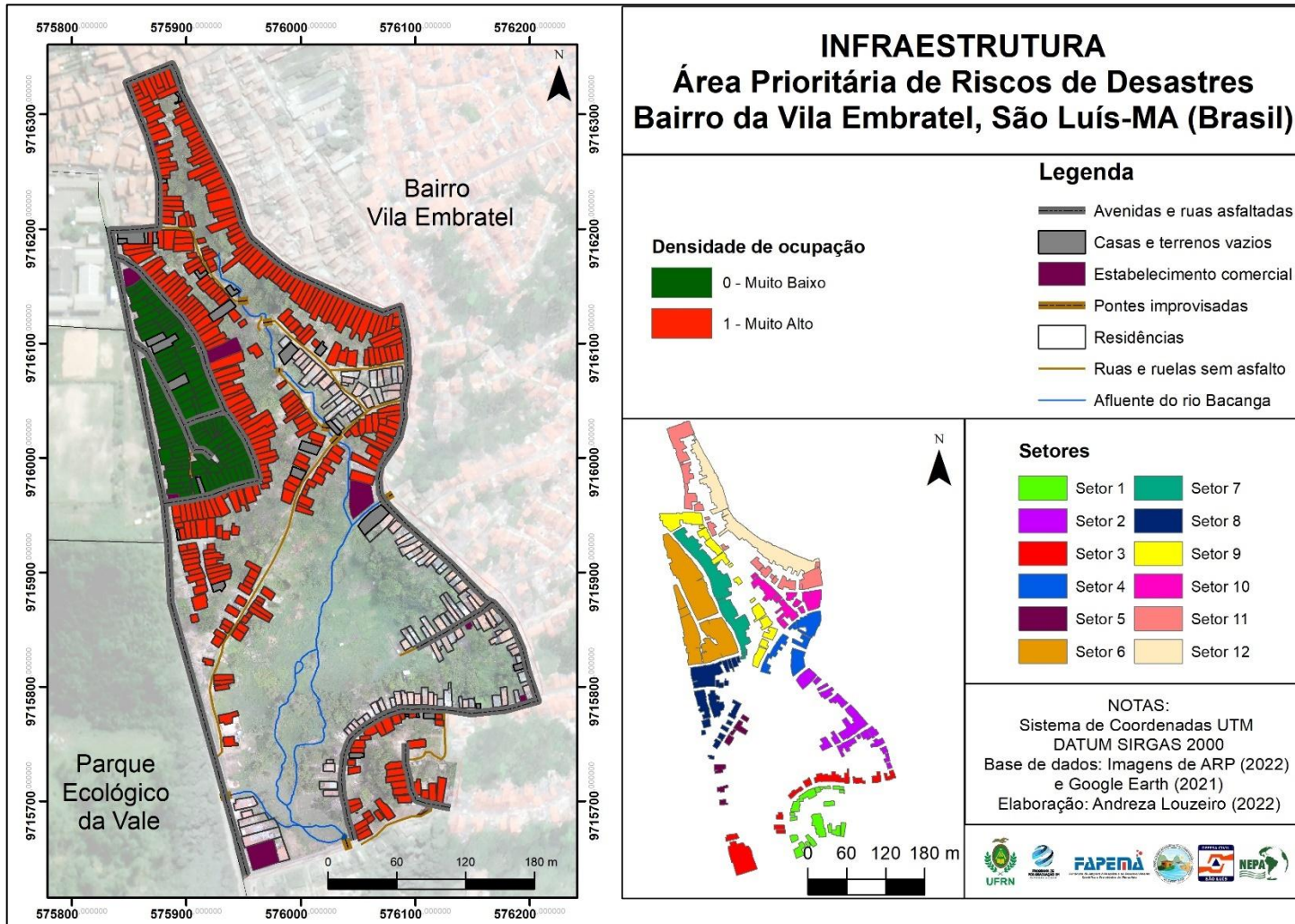
Foto 18: Local na rua São Pedro (setor 11) com lançamento de esgoto sem coleta adequada e detritos.



Fonte: Acervo da Pesquisa (23/07/2018)

O Indicador Densidade da Ocupação chamou muito a atenção para os valores muito altos, visto que o índice muito alto para as variáveis “Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)”, “Densidade de ocupação do topo ou base da encosta (%)” e “Distância das casas à encosta (base e topo)” (Mapa 23).

Mapa 25: Índice de Instabilidade do Indicador Densidade da Ocupação



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No entanto, esses valores de Densidade da ocupação não passaram pela ponderação do Método *Delphi*, ficando com as mesmas análises das Fichas, fato que não tira a credibilidade do resultado do indicador, levando em consideração que em todas as áreas a densidade de ocupação por casas, vias, no topo, na base e a proximidade dos domicílios à encosta é grande (Figura 43).

Figura 43: Densidade de ocupação do Setor 7, com destaque para lona de contenção improvisada na encosta, plantação de bananas, muro com sinais de movimento e canos de lançamento de água servida na encosta.



Fonte: Acervo da Pesquisa (18/07/2019).

Na Figura 47 é possível observar vários problemas encontrados em um só setor, sendo eles I -Lonas de contenção provisória: em muitos pontos da Área Prioritária de Riscos de Desastres é comum observar esse tipo de contenção que, geralmente, é feita pela Defesa Civil. Este, no entanto, não tem características das lonas que o órgão instala, podendo ter sido colocado pelo próprio morador; II – Plantação de bananas: sabe-se que esse tipo de vegetação retem muita água, deixando o solo saturado, no entanto, é muito comum haver esse tipo de plantação na área, fato que acentua a Exposição Física; III – Sinais de movimento: Devido ao alto adensamento em uma área instável, ocorrem situações em que um muro ou parede vá apresentar sinais de movimento, indicando alto

risco para a população; IV – Canos de água servida: Considerando que a área não dispõe de um sistema de esgotamento sanitário e pouquíssimas casas possuem o sistema de fossa, é comum que haja situação de lançamento de água servida no topo, base ou no decorrer da encosta.

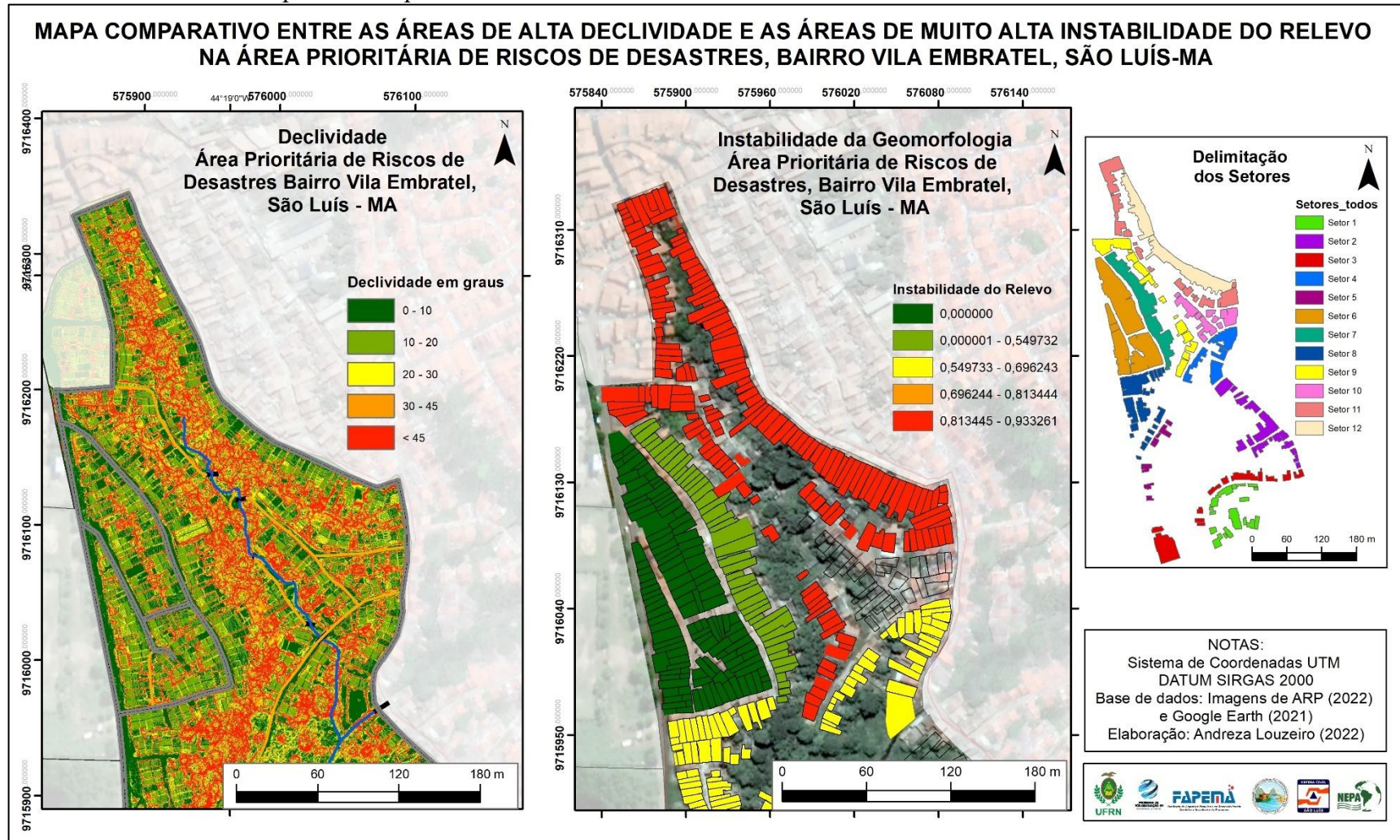
Além dos Indicadores Estruturais, outro fator que influencia fortemente o nível de exposição da área são os Indicadores Físico-Naturais, os quais levam em consideração as Características Geomorfológicas, Características Geológicas e Características do Solo. A análise do relevo consistiu na atribuição de pesos para as variáveis: Declividade, Altura da encosta, Existência de cortes ou aterros, Tipos de corte, Condição da encosta e Quantidade de canais de drenagem.

Uma das principais variáveis a serem analisadas em área de risco de movimento de massa é a declividade do terreno. Herrmann (2016) já afirma que os riscos de movimento de massa (deslizamento de terra, fluxo de detritos, corrida de massa) são maiores em terrenos que se encontram em maiores declividades, sendo um fator preponderante na grande maioria dos estudos.

Na área de estudo há coincidência entre as manchas de grandes declividades e alta Instabilidade do Relevo, onde é possível perceber, em vermelho (no Mapa de Instabilidade do relevo) os setores 11, 12 e 9 muito alta instabilidade do relevo e nos setores 1 e 5, instabilidade alta. Além do fator declividade que essas duas áreas têm em comum, as características sociais também constituem indicadores que acentuam o nível de risco (Mapa 26)

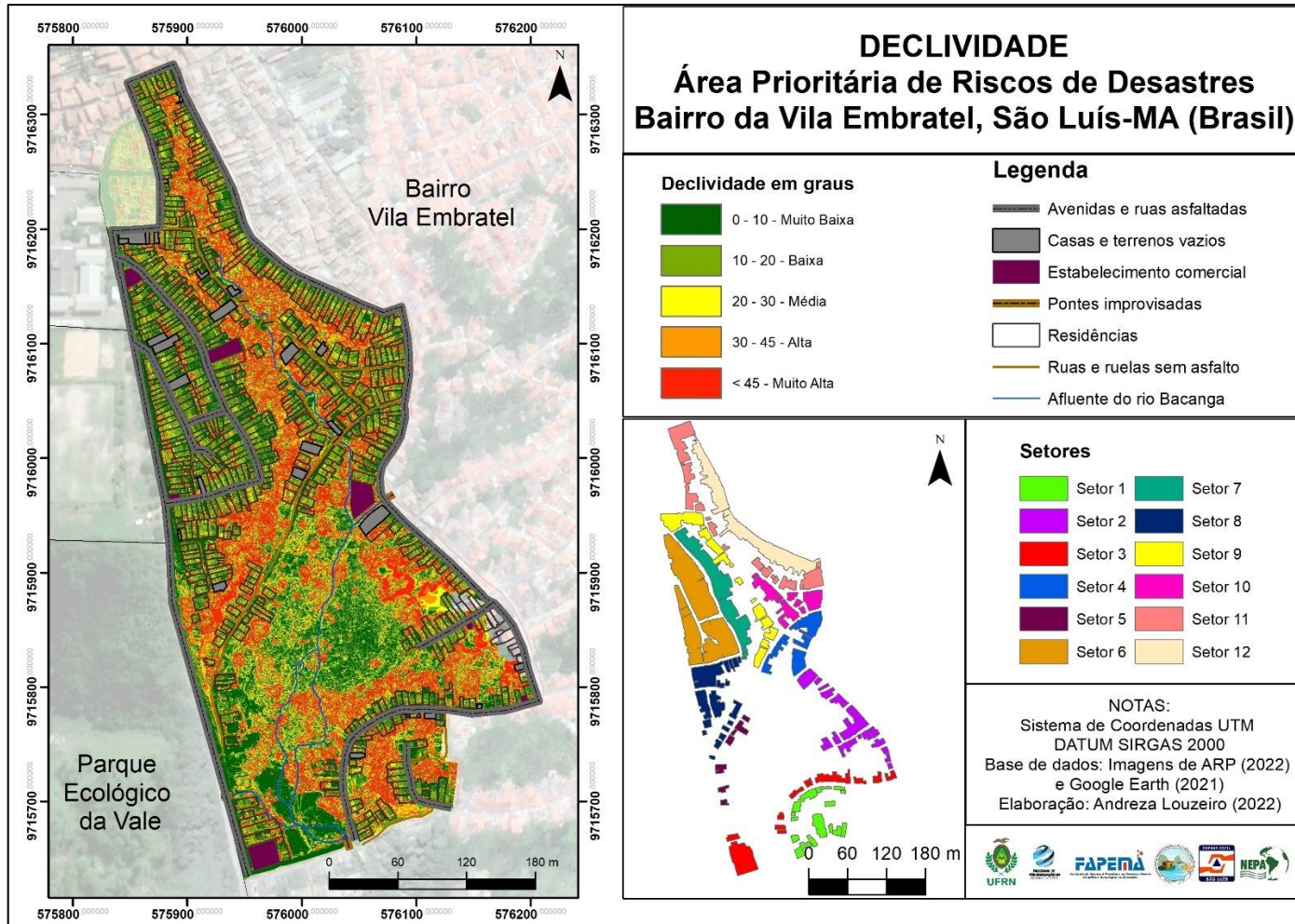
Sendo assim, áreas de alta declividade (Mapa 27) coincidem com setores de alta instabilidade do relevo, das características geológicas, das características pedológicas e também com a instabilidade das categorias estruturais da área (infraestrutura e saneamento, qualidade das moradias e densidade de ocupação).

Mapa 26: Comparativo entre as áreas de declividade e instabilidade muito alta do relevo



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Mapa 27: Declividade da Área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Além das características do relevo, é importante destacar também as Características do Solo e Características Geológicas da área, na qual, no Setor 1 apresentou valores de muito alta instabilidade com relação aos aspectos litoestruturais, evidências de movimento e aspectos geotécnicos (Tabela 15 e Mapas 28 e 29).

Tabela 15: Categoria Físico-Natural do setor 1

SETOR 1					
Níveis de exposição para cada variável	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>CATEGORIA: FÍSICO-NATURAL</b>					
<b>CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS</b>					
Declividade (medida em graus)					
Altura da encosta (Highland e Bobrowsky, 2008)					
Existência de cortes e/ou aterros					
Tipos de corte					
Influência de canais fluviais					
Condição da encosta					
<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS</b>					
Aspectos litoestruturais (CREPANI <i>et al</i> , 2001)					
Tamanho do sedimento (Branco, 2015)					
<b>CARACTERÍSTICAS DO SOLO</b>					
Evidências de movimento					
Aspectos geotécnicos					
Cobertura vegetal do solo da encosta e entorno					

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Mapa 28: Instabilidade para Características Geológicas

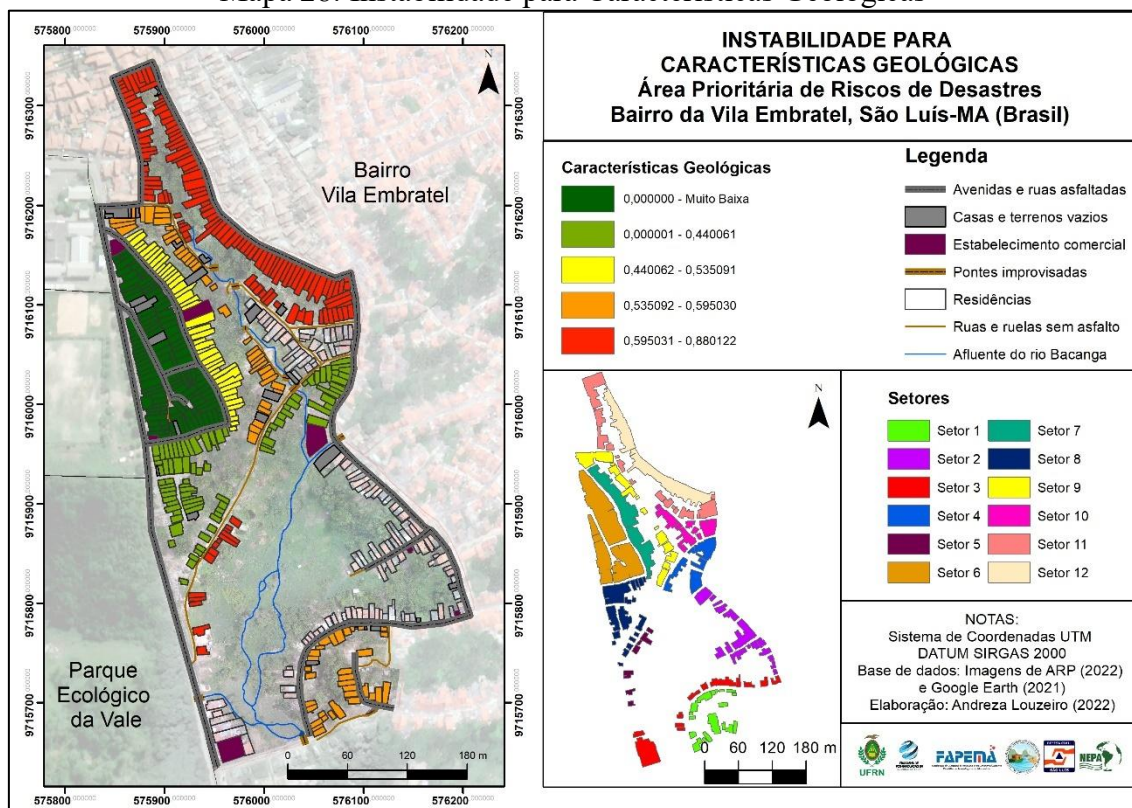




Foto 19: Plasticidade do solo da encosta do Setor 1.



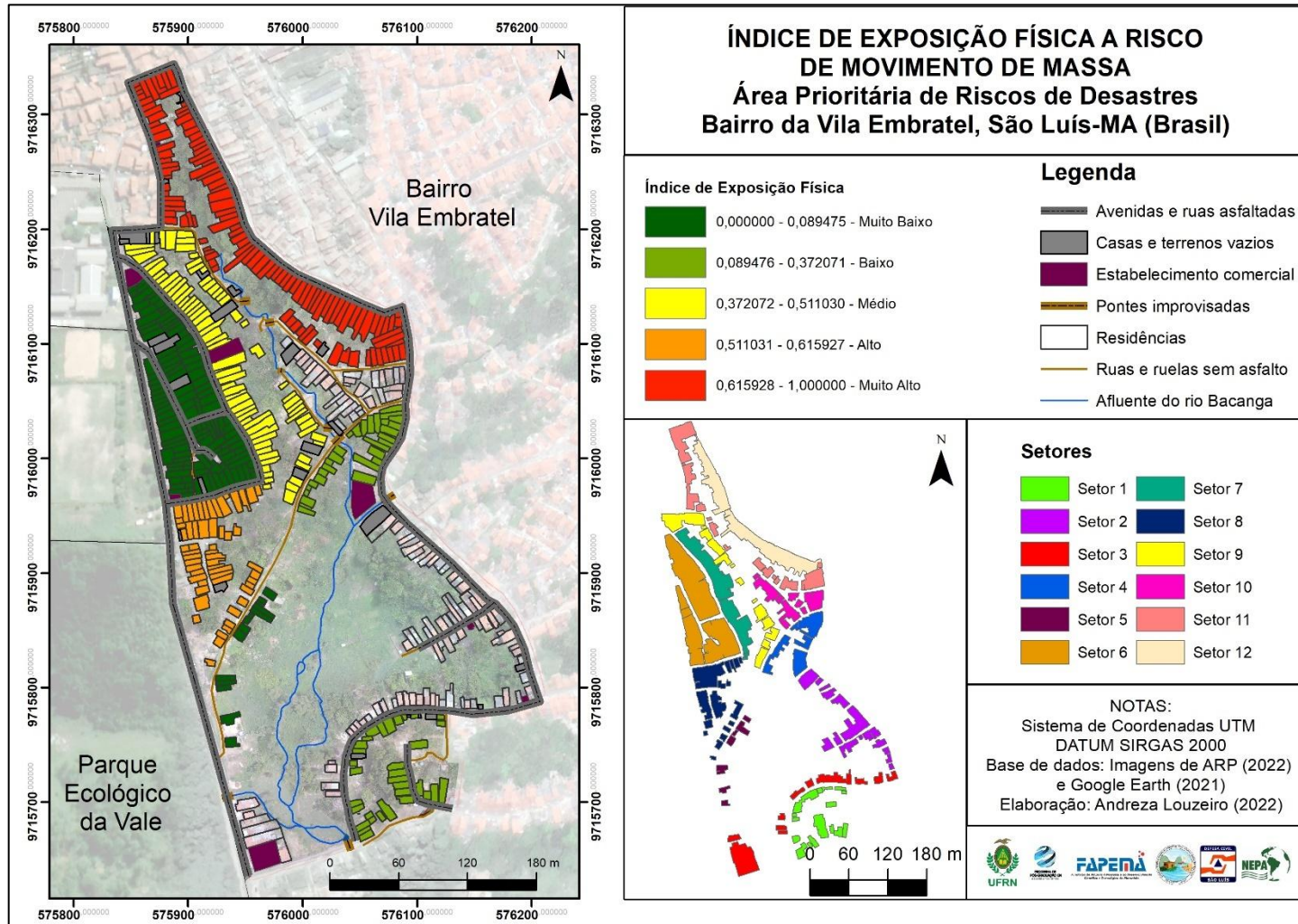
Acervo da Pesquisa em 19/07/2019 e 05/07/2021

Por fim, o Índice de Exposição Física a Movimento de Massa (Mapa 30) agrupa as análises das instabilidades das Categorias Físico-Naturais e das Categorias Estruturais associadas ao número de domicílios<sup>21</sup> expostos. Sendo assim, os setores 11 e 12 apresentaram Muito Alta Exposição e o Setor 8 apresentou um índice de Exposição Alta. Aqui foi explanado sobre algumas das características do setor 12 como: alta declividade, alto adensamento na encosta, apresentando o nível máximo para a maioria das variáveis Físico-Naturais e Estruturais. Da mesma forma, o setor 11, que apresentou nível máximo para todas as categorias relacionadas à Estrutura da área, exceto para “Calçamento da rua”, visto que boa parte deste setor se encontra no esgoto a céu aberto.

---

<sup>21</sup> A metodologia original de UNU-EHS (2011) faz a análise a partir do número de pessoas. No entanto, devido às limitações de aplicação dos questionários, foi levado em consideração o número de domicílios expostos, posto que é um quantitativo mais preciso.

Mapa 30: Índice de Exposição Física a Riscos de Movimento de Massa na área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## 6.2 Ficha de Caracterização Física de Inundação e Equações

A análise dos indicadores ambientais está pautada na ficha de Guerra et al (2009) os quais realizaram uma análise voltada para enchentes e deslizamentos no bairro Quitandinha, em Petrópolis – RJ. Os autores afirmam que o nível de risco de cada área do bairro deve ser definido a partir de “fatores de vulnerabilidade” que dependem de uma série de condicionantes naturais e antrópicas. Para a quantificação desses níveis de risco foram produzidas duas tabelas: uma de fatores de vulnerabilidade a enchentes (Figura 48) e outra de fatores de vulnerabilidade a deslizamentos. O nível de cada fator de vulnerabilidade foi definido a partir de atividades de campo através análises tácteis-visuais e de coletas de informações, durante as vistorias na supracitada área de estudo. Para cada área vistoriada, os autores definiram um nível de risco, podendo ser Muito Alto, Alto, Médio e Baixo.

Figura 48: Fatores de Instabilidade para inundações

Fatores de Vulnerabilidade para Enchentes	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Drenagem natural (quantidade de canais)	Fundo de vale que não recebe nenhuma contribuição de canais de	Local que recebe pouca contribuição de canais de drenagem	Local que recebe contribuição de canais de drenagem maior	Local situado nos flancos dos canais de drenagem	Local situado dentro de um talvegue ou canal de drenagem (canal de 1ª ordem).
Lançamento de detritos (lixo/entulho) dentro ou nas margens dos rios	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos	Presença de razoável quantidade de detritos	Presença de grande quantidade de detritos jogados a intervalos	Presença de grandes quantidades de detritos despejadas frequentemente
Cobertura vegetal	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas com capim	Capim	Solo exposto
Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)	0 a 20%	21 a 40%	41 a 60%	61 a 80%	Acima de 81%
Grau de assoreamento dos canais por sedimentos	Não assoreado	Pouco assoreado	Moderadamente assoreado	Muito assoreado	Extremamente assoreado
Impermeabilização das encostas contribuintes	0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima de 45%
Drenagem em direção ao rio principal	Escoamento na direção contrária ao rio principal	Ruas pouco asfaltadas com fluxo de águas em direção ao rio principal	Ruas razoavelmente asfaltadas com drenagem em direção ao rio principal	Ruas muito asfaltadas ou de paralelepípedos com drenagem em direção ao	Ruas totalmente asfaltadas (impermeabilizadas) com drenagem em direção ao rio principal

Fonte: Guerra et al (2009)

Visto que a Área Prioritária de Riscos de Desastres do bairro da Vila Embratel possui também riscos relacionados a inundação, as duas fichas produzidas por Guerra et al (2009) foram utilizadas. A Ficha de “Vulnerabilidade a Enchentes” passou por adaptações por Oliveira (2018) para que pudesse se adequar melhor à área de estudo. Algumas dessas adaptações foi a modificação do nome original para “Ficha de Instabilidade a Inundação” e ainda foi adicionado o fator “Condições da rede de esgoto”, visto que a Área Prioritária de Riscos de Desastres na Vila Embratel possui graves problemas relacionados a esgoto a céu aberto e esse despejo, em sua maioria, é direcionado ao afluente do rio Bacanga que corta toda a área. Sendo assim, as variáveis analisadas para a exposição a inundações são: drenagem natural, cobertura vegetal, lançamento de detritos, lançamento de esgoto, impermeabilização, assoreamento, escoamento de águas pluviais, qualidade das moradias e existência de pavimentação (Quadro 18).

Quadro 18: Ficha de Instabilidade para inundação

FICHA DE VARIÁVEIS DE INSTABILIDADE A INUNDAÇÃO					
Nível de cada variável	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>Drenagem natural (quantidade de canais)</b>	Local que não recebe nenhuma contribuição de canais de drenagem	Local que recebe pouca contribuição de canais de drenagem	Local que recebe contribuição de canais de drenagem maior	Local situado nos flancos dos canais de drenagem	Local situado dentro de um talvegue ou canal de drenagem (canal de 1ª ordem).
<b>Cobertura vegetal</b>	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas com capim	Capim	Solo exposto
<b>Drenagem em direção ao rio principal</b>	Escoamento na direção contrária ao rio principal	Ruas pouco asfaltadas com fluxo de águas em direção ao rio principal	Ruas razoavelmente asfaltadas com drenagem em direção ao rio principal	Ruas muito asfaltadas ou de paralelepípedos com drenagem em direção ao rio principal	Ruas totalmente asfaltadas (impermeabilizadas) com drenagem em direção ao rio principal
<b>Lançamento de detritos (lixo/entulho) dentro ou nas margens dos rios</b>	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos	Presença de razoável quantidade de detritos	Presença de grande quantidade de detritos jogados a intervalos	Presença de grandes quantidades de detritos despejadas frequentemente
<b>Lançamento de esgoto</b>	Rede de esgoto de boa qualidade e com tratamento	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossa e/ou sumidouro/galerias	Presença de valas à céu aberto com destino ao rio/lago/mar

<b>Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)</b>	0 a 20%	21 a 40%	41 a 60%	61 a 80%	Acima de 81%
<b>Grau de assoreamento dos canais por sedimentos</b>	Não assoreado	Pouco assoreado	Moderadamente assoreado	Muito assoreado	Extremamente assoreado
<b>Impermeabilização das encostas contribuinte</b>	0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima de 45%
<b>Infraestrutura para escoamento de águas pluviais</b>	Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/canaletas, com boa distribuição espacial e limpas	Rede de águas pluviais com quantidade razoável de bueiros/canaletas com distribuição espacial regular	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos que não são suficientes para a vazão da água	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos, e/ ou canaletas quebradas	Ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final nos rios ou lagoas
<b>Qualidade estrutural das moradias</b>	Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção (boa qualidade), fundação em material estável, longe de área inundável	Casas de alvenaria com ou sem revestimento, com fundação em material estável e estrutura deficiente	Casas de alvenaria com fundação e estrutura deficientes, com presença de infiltração	Casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de infiltração e rachaduras	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura, ou de madeira, ou outros materiais de baixa resistência, com infiltração e rachaduras.
<b>Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)</b>	0 a 10%	11 a 25%	26 a 40%	41 a 50%	Acima 50%

Fonte: Adaptado pela autora (2022) com base em Guerra et al (2009) e Gomes (2020).

O indicador de “Lançamento de esgoto” foi baseado na própria Ficha de Deslizamento de Terra de Guerra (2009) que foi adicionado levando em consideração a qualidade do tratamento de esgoto, problemas com vazamento, presença de fossas ou sumidouros e lançamento de esgoto a céu aberto, que é o caso da presente área de estudo.

Gomes (2020) adaptou a ficha com a inserção de outros indicadores, tais como: I - Redes de águas pluviais, o qual considera a presença de rede de escoamento de água e o destino desta no ambiente analisado; II - Qualidade estrutural das moradias, evidenciando as características estruturais das residências, especificando, inclusive, o material de construção das mesmas e III - Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação, o qual considera em totais percentuais a quantidade de ruas sem calçamento, ou seja, ausente de parte dos serviços de saneamento básico.

A Ficha de Inundação foi aplicada nos setores que apresentam problemas com inundações: Setor 2, 3 e 6, totalizando 3 aplicações da Ficha. O nível de cada indicador foi definido a partir da análise empírica da área, utilizando-se de análises tácteis-visuais segundo Guerra et al (2009) e para cada análise foi estabelecido um nível de exposição, que vai do muito baixo (nível 1) ao muito alto (nível 5). A mensuração do Índice de Exposição para Inundação é constituída por duas etapas:

I – Índice dos Indicadores Físicos da Área de estudo por indicador, no qual foi feita a normalização e a média dos níveis de cada indicador (Figura 49).

Figura 49: Ponderação dos níveis e média dos indicadores por setor ou subsetor

INDICADORES, NÍVEIS, NORMALIZAÇÃO E EQUAÇÕES DA INSTABILIDADE FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO						
Tipo de Risco	Nº	INDICADORES	Níveis (Guerra et al, 2009)	Normalização dos Níveis (Adaptação)	Equação I	Equação II
INUNDAÇÃO	1	Drenagem Natural	De 1 a 5	De 0 a 1	$\sum i$	$\sum i/11$
	2	Cobertura Vegetal				
	3	Drenagem em direção ao rio				
	4	Lançamento de Detritos				
	5	Lançamento de Esgoto				
	6	Impermeabilização das encostas				
	7	Impermeabilização das margens				
	8	Assoreamento				
	9	Infraestrutura para águas pluviais				
	10	Qualidade das moradias				
	11	Acesso de pedestres				
Sendo assim: <b>Ins = <math>\sum i/11</math></b>			Onde: $\sum i$ = Soma dos Indicadores normalizados 11 = número de indicadores Ins = Exposição dos indicadores por setor ou subsetor			

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

II - Equação proposta por Oliveira (2018) e adaptada por Sales (2020), que considera a multiplicação dos domicílios do setor pelo resultado dos indicadores de exposição, por fim, divide pela quantidade de domicílios do setor maior ou da área total (Figura 50).

Figura 50: Equação do Índice de Exposição para Inundação

ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO FÍSICA A INUNDAÇÃO						
SETOR	CATEGORIA (tipo de risco)	INDICADORES	Nível (Guerra et al, 2009)	Normalização dos níveis (Adaptação)	Ds	Dt
2	INUNDAÇÃO	Drenagem Natural	5	1	42	107
		Cobertura Vegetal	3	0,5		
		Drenagem em direção ao rio	5	1		
		Lançamento de Detritos	4	0,75		
		Lançamento de Esgoto	5	1		
		Impermeabilização das margens	2	0,25		
		Impermeabilização das encostas	5	1		
		Assoreamento	4	0,75		
		Infraestrutura para águas pluviais	5	1		
		Qualidade das moradias	4	0,75		
		Acesso de pedestres	2	0,25		
		<b>Soma</b>	44	<b>8,25</b>		
		<b>Média</b>	4	<b>0,75</b>		
Sendo assim:			Onde:			
<b>Equação 4: InEX = (Ins * Ds) / Dt</b>			Ins = Instabilidade Física			
<b>Equação 4: InEX (setor 2) = (42 * 0,75) / 107</b>			InEX = Índice de Exposição a Inundação			
<b>Equação 4: InEX (setor 2) = 0,294392523364486</b>			Ds = Quantidade de domicílios do setor			
			Dt = Quantidade de domicílios da área			

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

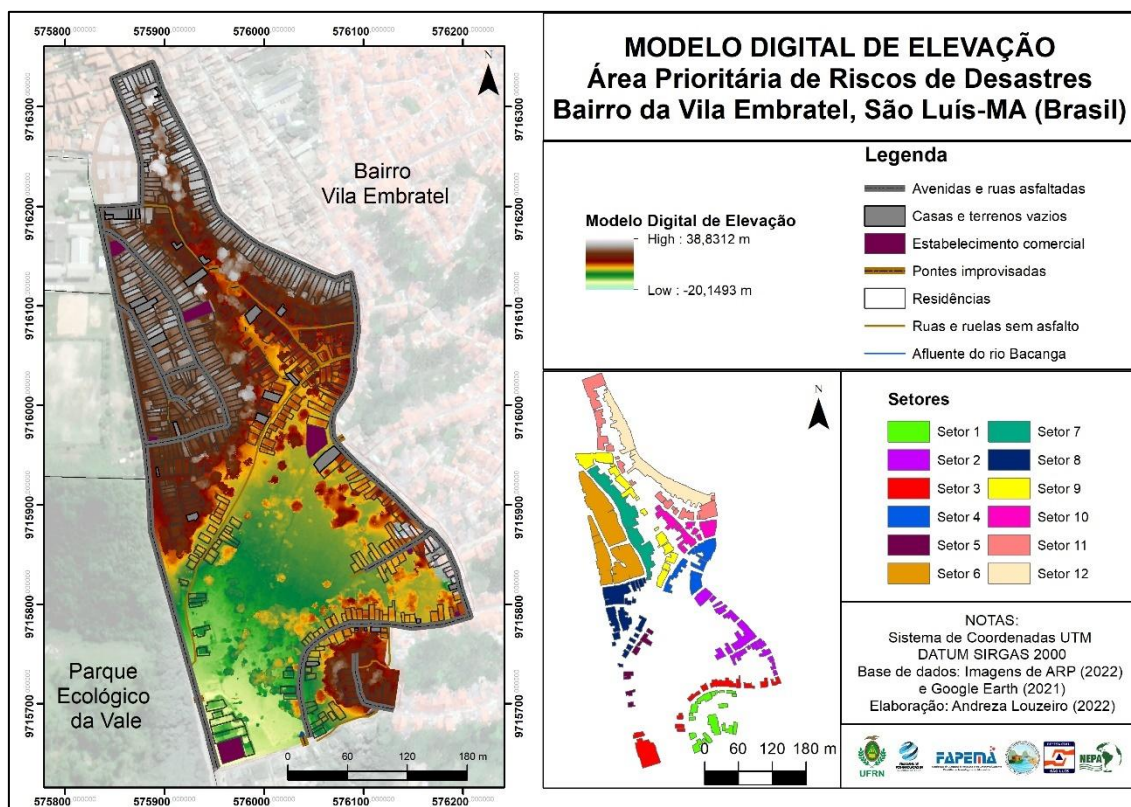
Embora a metodologia proposta por Guerra et al (2009) ofereça um ranqueamento de níveis que vai de 1 a 5, optou-se por utilizar a normalização desses valores que vai de 0 a 1, visto que para as equações de vulnerabilidade social foi utilizada os mesmos níveis (0 a 1) e, posteriormente, ambos os resultados (Exposição Física e Vulnerabilidade Social) serão calculados juntos.

Os procedimentos das duas etapas da equação foram feitos para todos os setores, porém os setores de Risco de Movimento de Massa (Setor 1, 3, 5 e 7) tiveram suas equações baseadas em outras variáveis e indicadores. Cabe salientar que os riscos de inundação foram observados nos setores 2, 3 e 6, sendo que neste último não houveram subdivisões.

### 6.3 Índice de Exposição aos Riscos de Inundação da Área de Estudo

Na Área Prioritária de Riscos de Desastres de São Luís (Vila Embratel) também conta com eventos relacionados a inundação. É possível identificar no Mapa 31 cotas de 5 a 10 metros de altitude. Considerando que as cotas da Área vão de 0 a 35m e as de São Luís até 67m.

Mapa 31: Modelo Digital de Elevação da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Na Área Prioritária de Riscos de Desastres foram identificados três setores (Setor 2, Setor 3 e Setor 10) expostos a esse tipo de risco, atingindo residências localizadas na 3ª Travessa da Rua 10, 4ª Travessa da Rua 10, Rua São Félix. No setor 2 (Foto 20) estão localizadas as cotas altimétricas mais baixas, no entanto, este setor não tem influência de encostas contribuintes, as margens neste setor não se encontram com impermeabilidade alta. No entanto, há lançamento de detritos e esgoto e também o assoreamento nesta área é alto (Tabela 16). Apesar deste setor apresentar Exposição baixa, estatisticamente, os valores são aproximados aos do setor 3.

Foto 20: Imagem da 3ª Travessa da rua 10 com destaque em vermelho para a área de inundação



Fonte: Acervo da autora (13/10/2020)

Tabela 16: Variáveis de Instabilidade para Inundação do setor 2

<b>VARIÁVEIS DE INSTABILIDADE PARA INUNDAÇÃO (SETOR 2)</b>					
<b>Nível de Exposição para cada variável</b>	<b>Peso 0</b>	<b>Peso 0,25</b>	<b>Peso 0,5</b>	<b>Peso 0,75</b>	<b>Peso 1</b>
<b>Drenagem natural (quantidade de canais)</b>					
<b>Cobertura vegetal</b>					
<b>Drenagem em direção ao rio principal</b>					
<b>Lançamento de detritos dentro ou nas margens dos rios</b>					
<b>Lançamento de esgoto</b>					
<b>Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)</b>					
<b>Grau de assoreamento dos canais por sedimentos</b>					
<b>Impermeabilização das encostas contribuintes</b>					
<b>Rede de águas pluviais</b>					
<b>Qualidade estrutural das moradias</b>					
<b>Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)</b>					
<b>Total</b>					<b>0,54</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

O Setor 3 está localizado na Rua São Félix e em parte da Avenida Sabiá, nele é possível observar residências situadas num nível mais baixo que o da rua (Figura 51 e Tabela 17), presença de detritos em alguns locais da área. Além disso, o setor sofre influência de encostas contribuintes, as quais não fazem parte do recorte da Área Prioritária, visto que não são densamente ocupadas.

Figura 51: Rua São Félix, Setor 3



Fonte: Elaborado pela autora (2022). Google Earth (2020).

Tabela 17: Variáveis de Instabilidade para inundação do setor 3

<b>VARIÁVEIS DE INSTABILIDADE PARA INUNDAÇÃO (SETOR 3)</b>					
<b>Nível de Exposição para cada variável</b>	<b>Peso 0</b>	<b>Peso 0,25</b>	<b>Peso 0,5</b>	<b>Peso 0,75</b>	<b>Peso 1</b>
<b>Drenagem natural (quantidade de canais)</b>					
<b>Cobertura vegetal</b>					
<b>Drenagem em direção ao rio principal</b>					
<b>Lançamento de detritos (lixo/entulho) dentro ou nas margens dos rios</b>					
<b>Lançamento de esgoto</b>					
<b>Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)</b>					
<b>Grau de assoreamento dos canais por sedimentos</b>					
<b>Impermeabilização das encostas contribuintes</b>					
<b>Rede de águas pluviais</b>					
<b>Qualidade estrutural das moradias</b>					
<b>Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)</b>					
<b>Total</b>			<b>0,65</b>		

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O Setor 10 está localizado na 1ª Travessa da Rua Seis de Abril e na 2ª Travessa da rua Seis de Abril. Este setor está situado dentro de um canal de drenagem, cuja impermeabilização é muito alta. É possível perceber na Figura 52 alta impermeabilização no leito do rio devido a ocupação de casas, materiais para “conter” os avanços das inundações e lançamento de esgoto a céu aberto. Na Tabela 18 nota-se que a maior parte das variáveis para este setor estão no mais alto nível de instabilidade.

Figura 52: Situação da 1ª Travessa da Rua 6 de Abril, setor 10.



Fonte: Acervo da pesquisa (19/07/2019). Elaborado pela autora (2022).

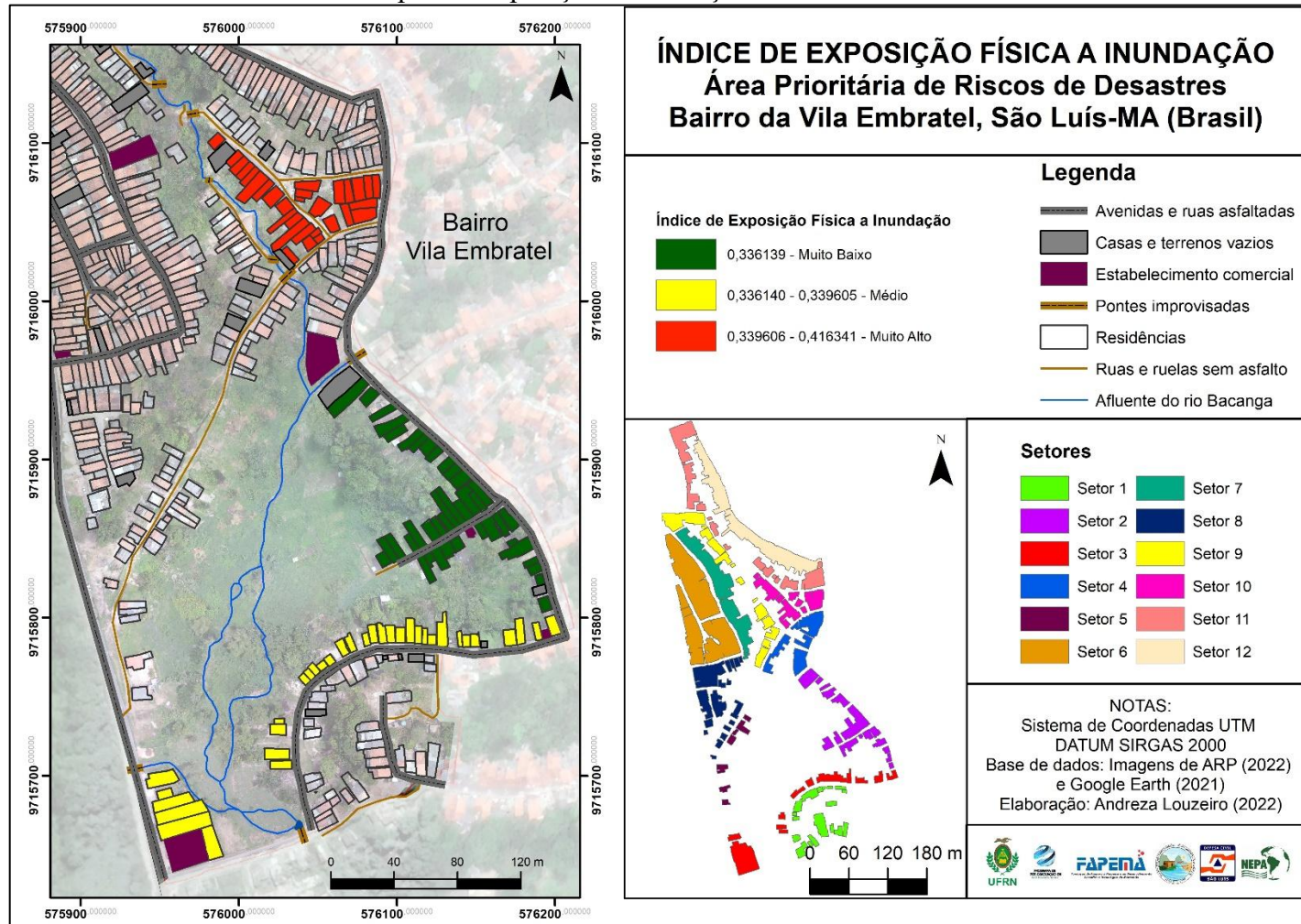
Tabela 18: Variáveis de Instabilidade para Inundação do setor 10.

<b>VARIÁVEIS DE INSTABILIDADE PARA INUNDAÇÃO (SETOR 10)</b>					
<b>Nível de Exposição para cada variável</b>	<b>Peso 0</b>	<b>Peso 0,25</b>	<b>Peso 0,5</b>	<b>Peso 0,75</b>	<b>Peso 1</b>
<b>Drenagem natural (quantidade de canais)</b>					
<b>Lançamento de detritos (lixo/entulho) dentro ou nas margens dos rios</b>					
<b>Cobertura vegetal</b>					
<b>Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)</b>					
<b>Grau de assoreamento dos canais por sedimentos</b>					
<b>Impermeabilização das encostas contribuintes</b>					
<b>Drenagem em direção ao rio principal</b>					
<b>Rede de águas pluviais</b>					
<b>Qualidade estrutural das moradias</b>					
<b>Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)</b>					
<b>Lançamento de esgoto</b>					
<b>Total</b>					<b>0,88</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O mapa 32 apresenta o Índice de Exposição Física para os Riscos de Inundação na Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís (bairro Vila Embratel), no qual apresenta Exposição Baixa no Setor 2, Exposição Média no Setor 3 e Exposição Muito Alta no Setor 10.

Mapa 32: Exposição a Inundação na área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## **CAPÍTULO 7**

# **ÍNDICES DE RISCOS DE DESASTRES NA ÁREA PRIORITÁRIA DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA**



# ÍNDICES DE RISCOS DE DESASTRES NA ÁREA PRIORITÁRIA DO BAIRRO VILA EMBRATEL, SÃO LUÍS – MA

Segundo Rezende (2016) diante das alterações ambientais decorrentes das práticas econômicas, é necessário que haja o entendimento do “espaço total”, ou seja, dos componentes naturais, sociais e econômicos devem ser analisados de forma conjunta, tendo como finalidade o desenvolvimento que leve em conta não apenas as potencialidades dos recursos naturais, mas também suas fragilidades perante as diversas modificações antrópicas na natureza (ROSS, 2006).

Para entender como ou porquê ocorrem certos riscos de desastres, é importante observar como as atitudes e condições sociais têm alterado o ambiente, principalmente se estiver acontecendo numa área naturalmente instável. Esta relação entre ambientes instáveis e a condição de vulnerabilidade social criam os chamados “territórios de risco”.<sup>22</sup>

Apesar da atenção estar mais voltada para os riscos de desastres de maior magnitude, é importante voltar o olhar para os de menor escala. Segundo Oliveira (2018) são as famílias que lidam com o micro desastre, e são as mais vulneráveis que tendem a absorver os impactos negativos o tempo todo, ano pós ano, pois, a vulnerabilidade se torna uma condição permanente.

Sendo assim, para alcançar o resultado do Índice de Risco da área de estudo foi necessário realizar duas multiplicações distintas, visto que os procedimentos para mensurar o Índice de Exposição ao Risco de Movimento de Massa foi diferente dos procedimentos utilizados na mensuração do Índice e Exposição a Inundação. Lembrando que as variáveis de análise dos Movimentos de Massa se referem à proposta metodológica desta pesquisa e passaram por ponderação a partir do método *Delphi* e as que compõem a análise da Inundação foram mensuradas a partir da metodologia original e adaptada de Guerra et al (2019). Neste caso, temos dois Índices de Risco (Figura 53):

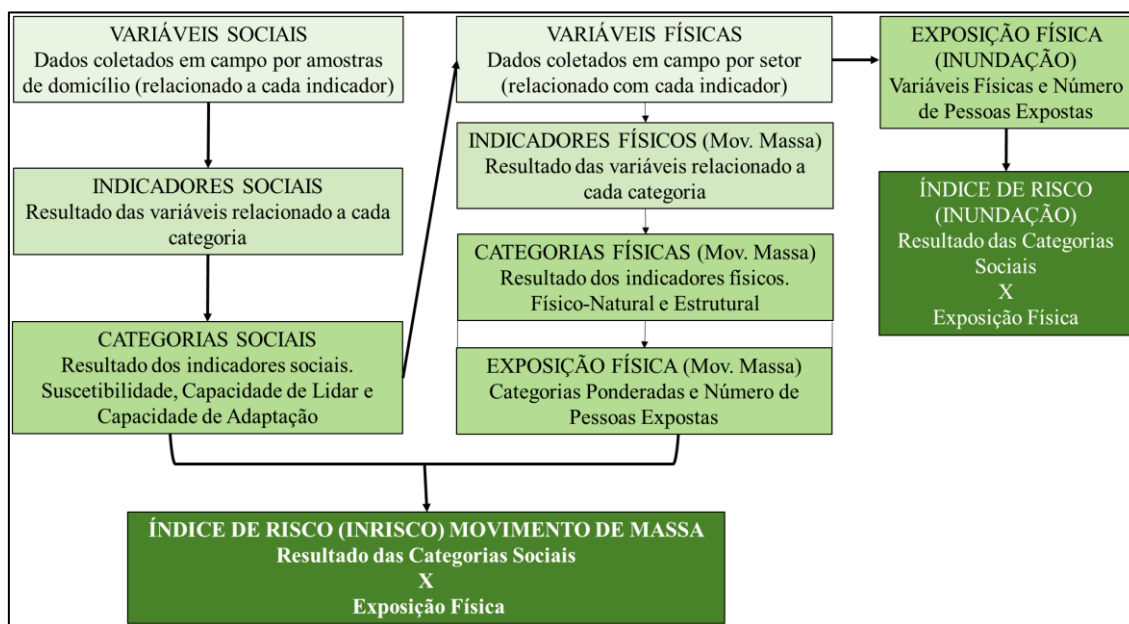
I – Exposição Física a Movimento de Massa x Vulnerabilidade Social = Risco de Movimento de Massa.

II – Exposição Física a Inundação x Vulnerabilidade Social = Risco de Inundação.

---

<sup>22</sup> Almeida (2010).

Figura 53: InRISCO<sup>23</sup> como resultado dos Índices de Exposição multiplicado pelo Índice de Vulnerabilidade Social



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir das análises, ponderações e equações realizadas, foi possível distribuir espacialmente os Índices de Risco de Movimento de Massa e de Inundação da Área Prioritária de Riscos de Desastres em São Luís (bairro Vila Embratel).

### 7.1 Índice de Risco de Movimento de Massa da Área de Estudo

Os fatores condicionantes aos escorregamentos estão relacionados, principalmente, a estrutura geológica, declividade da vertente, forma topográfica, regime de chuvas, e atividade antrópica. Dentre os fatores citados, certamente o último, constituiu-se como um dos maiores potencializadores dos escorregamentos. Destacam-se o uso irracional das áreas declivosas, desmatamentos, cortes e aterros mal executados para construção das casas e estradas, lançamento direto de águas servidas, esgoto à céu aberto, vazamento da rede de abastecimento de água, fossas sépticas e acúmulo de lixo (HERRMANN, 2006).

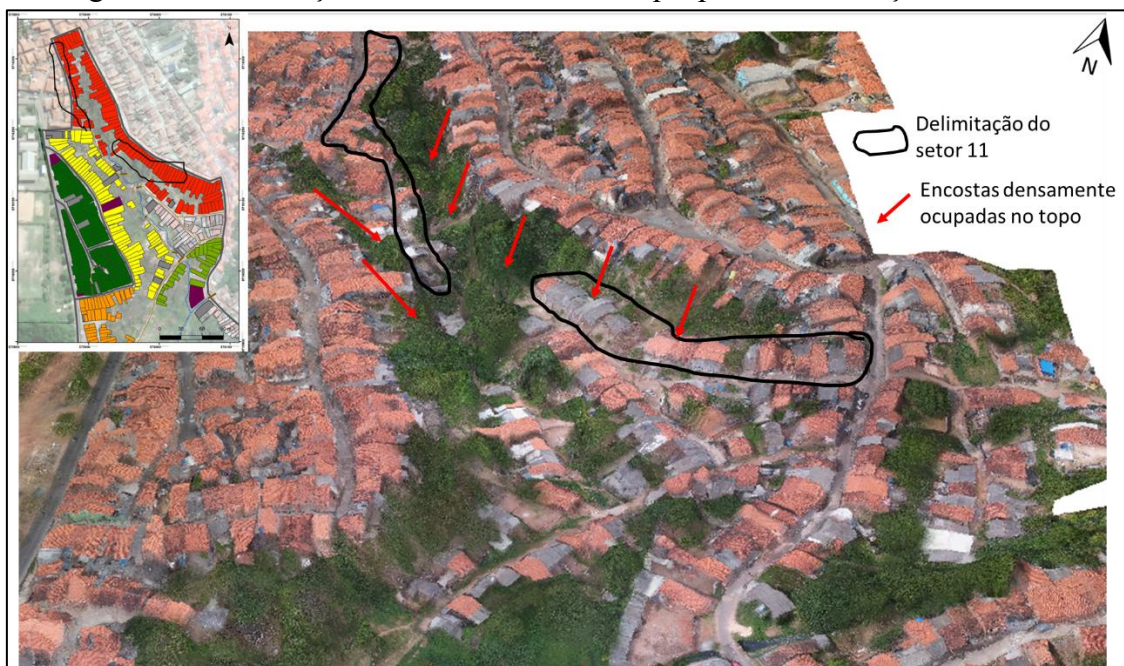
Na área de estudo os fatores que mais acentuam a existência de riscos de movimento de massa são, na dimensão Exposição Física, todos os indicadores

<sup>23</sup> Oliveira (2018).

relacionados à Categoria Físico-Natural (Geologia, Geomorfologia e Pedologia), cada um com três setores com exposição muito alta; já com relação à Categoria Estrutural, o indicador Qualidade das moradias também obteve três setores com nível alto. Já na dimensão Vulnerabilidade Social, no indicador Educação houveram quatro setores com nível muito alto e os indicadores Equidade de Gênero, Preparação para Desastres e Infraestrutura obtiveram, cada um, três setores com nível alto de vulnerabilidade.

O setor 11 (Figura 54) está localizado em fundo de vale e recebe influência direta das encostas do setor 12 e parte das vertentes do setor 7. As encostas apresentam excesso de material sedimentado, misturados com materiais de construção. A área fica próximo ao córrego, afluente do rio Bacanga, o qual serve de lançamento de esgoto a céu aberto. Apesar da base ser medianamente vegetada, possui sinais de movimento.

Figura 54: Localização do setor 11 com destaque para a delimitação e encostas.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No setor há precária infraestrutura e saneamento básico, não existe acesso de pedestres e viários e baixa qualidade das moradias. Na área há presença de bananeiras; canaletas quebradas e com destino final próximo a própria casa, há presença de árvores de médio e pequeno porte, concentradas em alguns pontos e escassas em outros; há alta densidade de ocupação no topo da encosta e em alguns locais, na base. Há grande quantidade de lixo às margens do afluente e presença de pneus agindo como contenção dos processos de erosão fluvial (Foto 21).

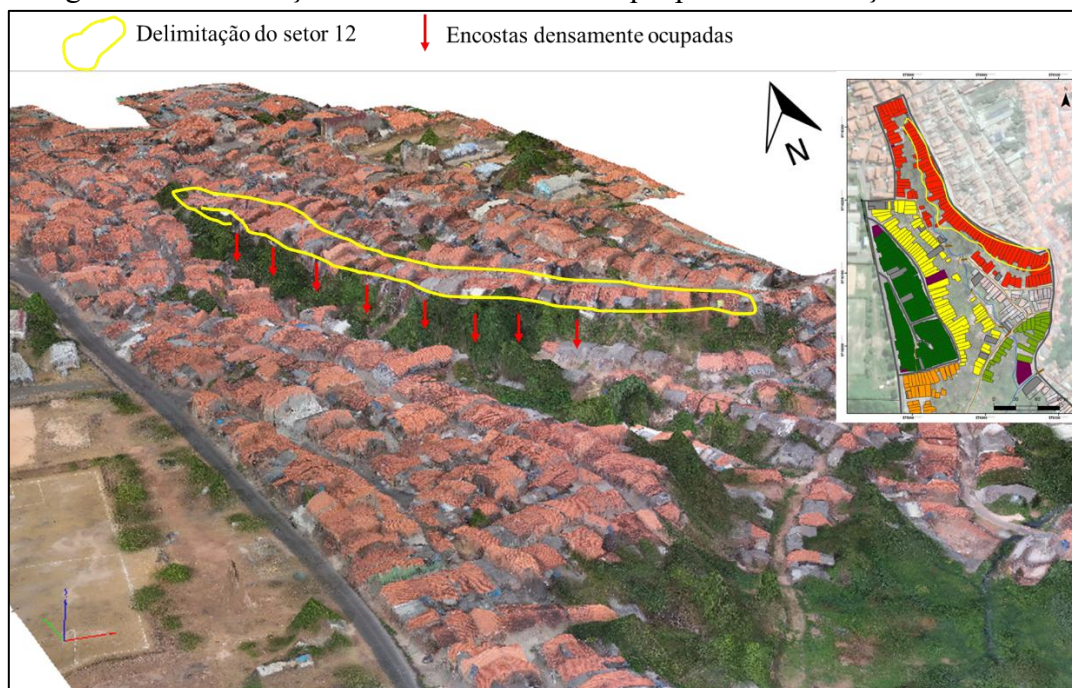
Foto 21: Trecho do setor 11, com destaque para sinais de rachaduras, lançamento de água servida no fundo de vale, contenção de erosão fluvial com pneus, presença de lixo e entulhos.



Fonte: Elaborado pela autora. Acervo de 03/12/2020.

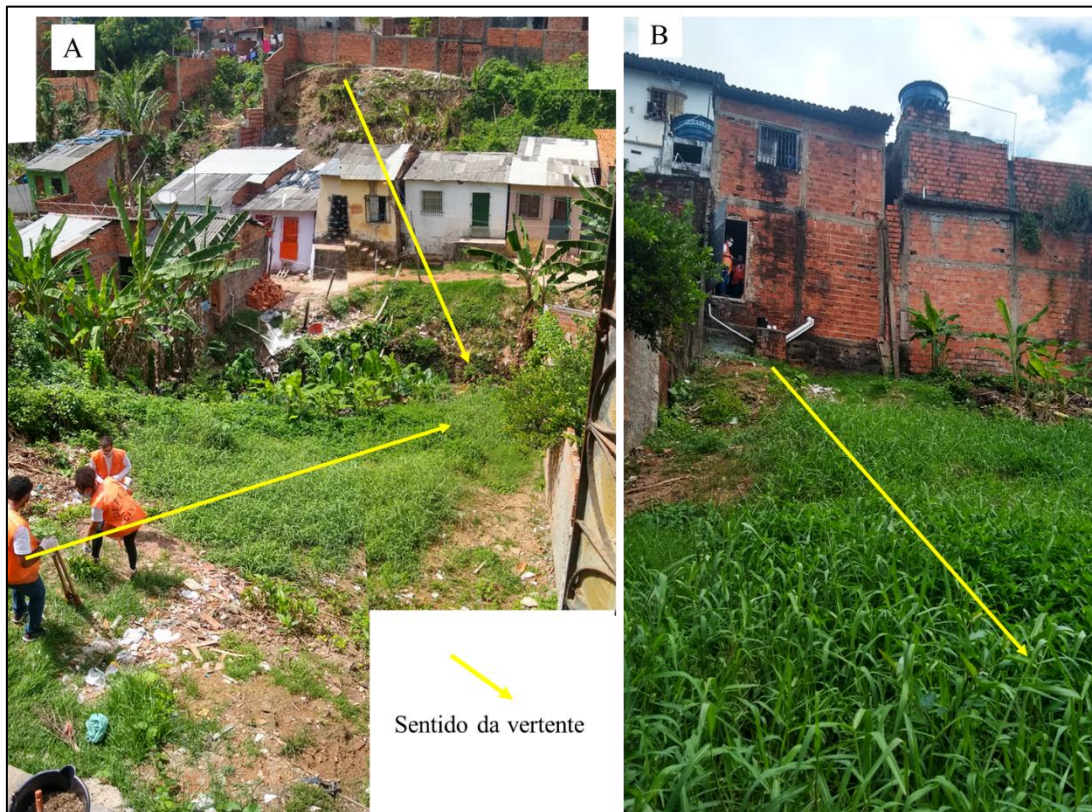
Já o setor 12, localizado na 2ª Trav. São Pedro também apresentou nível baixo para vulnerabilidade social devido à baixa adesão dos questionários, porém foi o segundo setor com a maior quantidade de níveis muito altos para a exposição física. Há uma alta densidade de ocupação no topo da encosta, cuja distância entre as casas e o topo da a encosta, na maior parte dos casos, é inexistente (Figura 55 e Fotos 22, 23, 24, 25).

Figura 55: Localização do setor 12 com destaque para a delimitação e encostas.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Foto 22: A: Setor 12 com vista para a base da encosta; B: Setor 12 com vista para o topo da encosta.



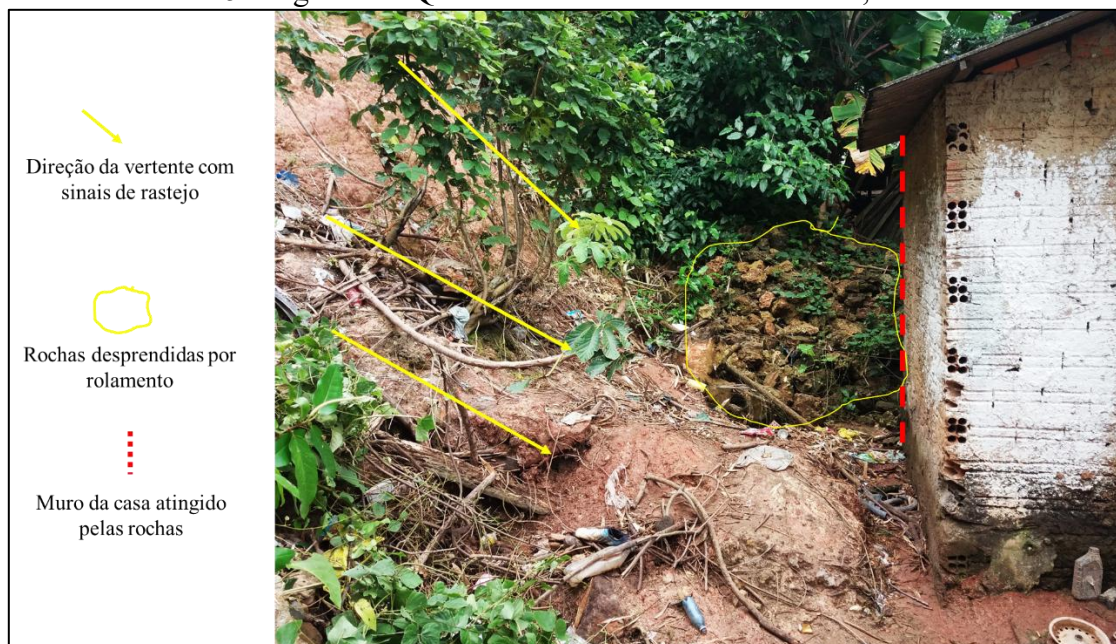
Fonte: Elaborado pela autora. Acervo de 03/12/2020.

Fotos 23 e 24: Sinais de rachaduras e afundamento do solo.



Fonte: Acervo da pesquisa em 03/12/2020.

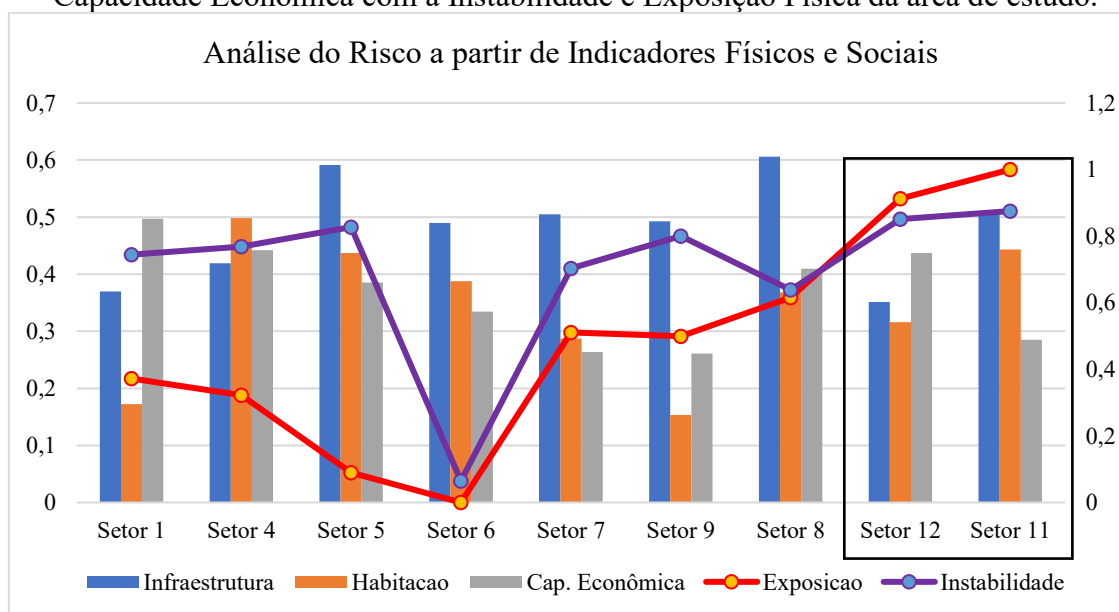
Foto 25: Registro de Queda de rochas na Rua São Pedro, Setor 11.



Fonte: Acervo da Pesquisa em 23/07/2018

Ao correlacionar os indicadores sociais de habitação, infraestrutura e meio ambiente com a Exposição Física (Gráfico 20), é possível perceber que os setores 11 e 12 apresentaram risco muito alto aos movimentos de massa, embora, tenham apresentado uma vulnerabilidade social muito baixa, apresentaram muito alto índice de exposição física, tendo em vista que foram os setores com a maior quantidade de níveis altos para cada indicador físico no que tange à instabilidade.

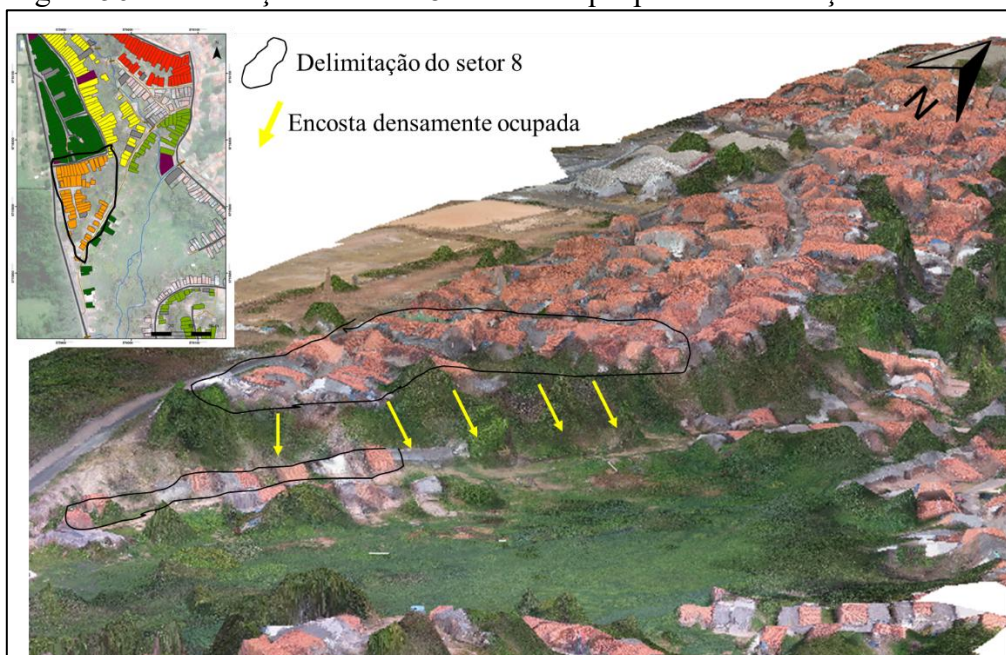
Gráfico 20: Correlação entre os Indicadores Sociais de Infraestrutura, Habitação e Capacidade Econômica com a Instabilidade e Exposição Física da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

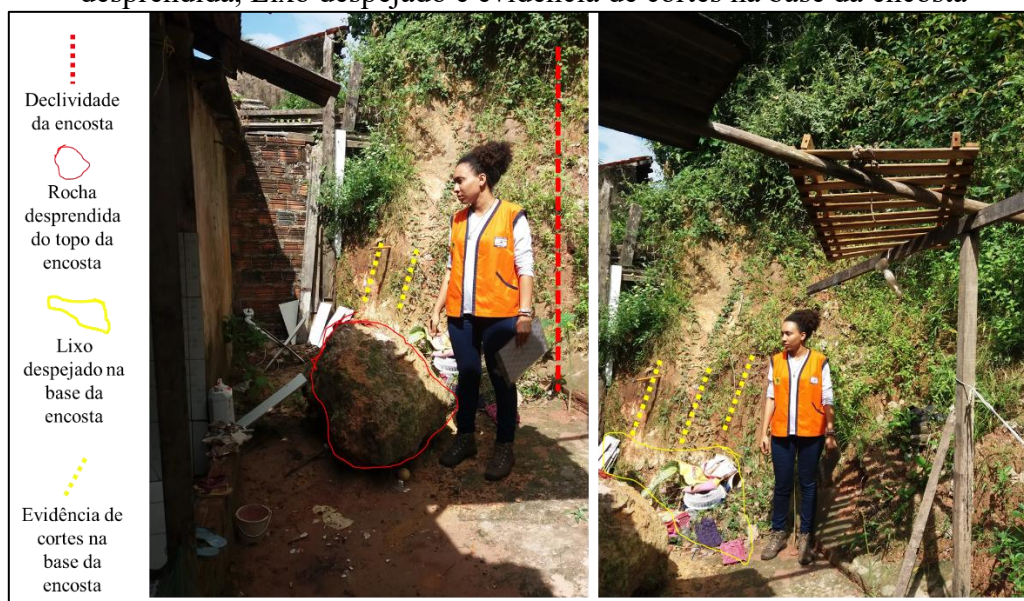
O setor 8 (Figura 56) localizado na 3ª Trav. Do Arame e 2ª Trav. Seis de Abril, apresentou nível alto de risco de movimento de massa, com alta declividade, encostas com mais de 5m de altura, presença de cortes desordenados no topo e na base com mais de 1,50m de altura. Apresentou também sinais de rastejo com ravinas, plantações de bananas e mamão, o que acentua a saturação do solo. As encostas são bastante adensadas, porém há a presença de árvores de grande porte em algumas áreas (Fotos 26 e 27).

Figura 56: Localização do Setor 8 com destaque para a delimitação e encostas.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Fotos 26 e 27: Residência no setor 8 com destaque para Declividade, Rocha desprendida, Lixo despejado e evidência de cortes na base da encosta



Fonte: Elaborado pela autora. Acervo de 23/07/2018.

Com relação aos fatores de infraestrutura, na área foi identificado a presença de algumas fossas rudimentares, esgoto e tubulações de água com vazamento (Foto 28 e 29). Um dos moradores ainda relatou que “é da casa do vizinho que vem a água. A área também apresenta ausência de acesso de pedestres, instável estrutura das moradias.

Foto 28: Ausência de adequado acesso de pedestres



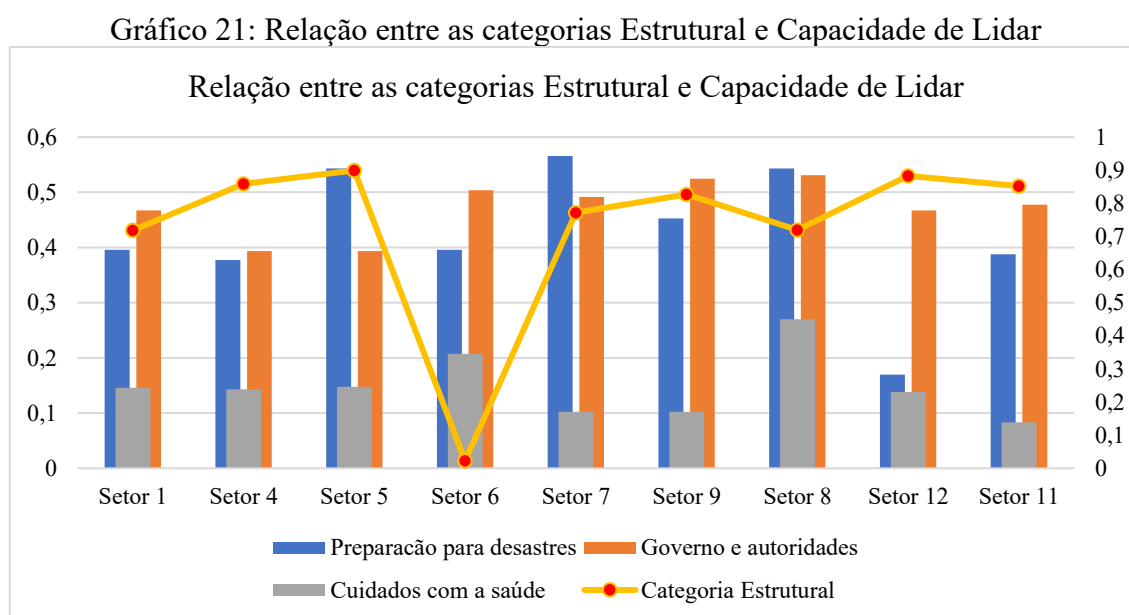
Fonte: Acervo da pesquisa em 23/07/2022.

Foto 29: Vazamento de tubulação de abastecimento de água



Fonte: acervo da pesquisa em 23/07/2018.

Ao analisar os indicadores sociais deste setor, os que mais obtiveram o nível máximo de vulnerabilidade social foram os atrelados à categoria Capacidade de Lidar com os indicadores: Percepção política, Preparação para desastres e Cuidados com a saúde (Gráfico 21). Quanto à categoria Suscetibilidade, este setor apresentou nível máximo de vulnerabilidade para o indicador Infraestrutura, coincidindo com as características aqui demonstradas.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Embora o setor 8 não apresente a maior instabilidade para a categoria Estrutural, ele foi o que mais apresentou vulnerabilidade de nível máximo para a categoria Capacidade de Lidar, demonstrando os maiores resultados em três dos quatro indicadores para esta categoria.

Alguns moradores do setor 8 ainda relataram que “Dificuldade de conseguir alguma coisa para a família, termos de trabalho, questão financeiro”. Ressaltando aqui vulnerabilidade em relação à capacidade econômica; um segundo morador relatou que “A rua é muito falta de união dos moradores. Defesa civil só fala e tira foto, não resolve as coisas. A questão de segurança é complicado”. Nesta fala é possível perceber que a ausência de uma associação de moradores e/ou de um líder comunitário faz muita diferença, causando maior vulnerabilidade em relação a redes sociais e também à percepção sobre a presença da Defesa Civil e Bombeiros. Por fim, um terceiro morador ressaltou que “Querida que melhorasse mais, moramos aqui pq não tem pra onde ir, ajuda da prefeitura pra fazer alguma coisa, colocar entulho, queria que fizesse um parque,

benefício pra comunidade. Poço, os moradores se reuniram (10 pessoas) pra fazer o poço. Ajeitou a rua também. Não tem água da caema, mas chega a conta.” Esta fala demonstra, claramente a insatisfação do morador em termos de infraestrutura, ações/áreas sociais para a comunidade e abastecimento de água.

Já o Setor 6, localizado na rua do Arame e na Rua da Estrela, embora tenha apresentado nível alto no que se refere aos indicadores Governo e autoridades, Cuidados com a saúde e à categoria Suscetibilidade, em suma, ele apresentou índice baixo de vulnerabilidade devido aos níveis dos demais indicadores e categorias, como é possível perceber em todos os gráficos apresentados neste capítulo. O setor está dentro da área de estudo, mas não tem influência direta nem da base, nem do topo de qualquer encosta localizada no recorte espacial escolhido. O setor 6 apresenta infraestrutura saneamento básico de bom a razoável, em comparação aos demais setores estudados (Foto 30 A, B e C). No entanto, o calçamento da rua e a construção de canaletas foi realizada pelos moradores. Além disso, foi possível notar vazamento nas tubulações de abastecimento de água da área.

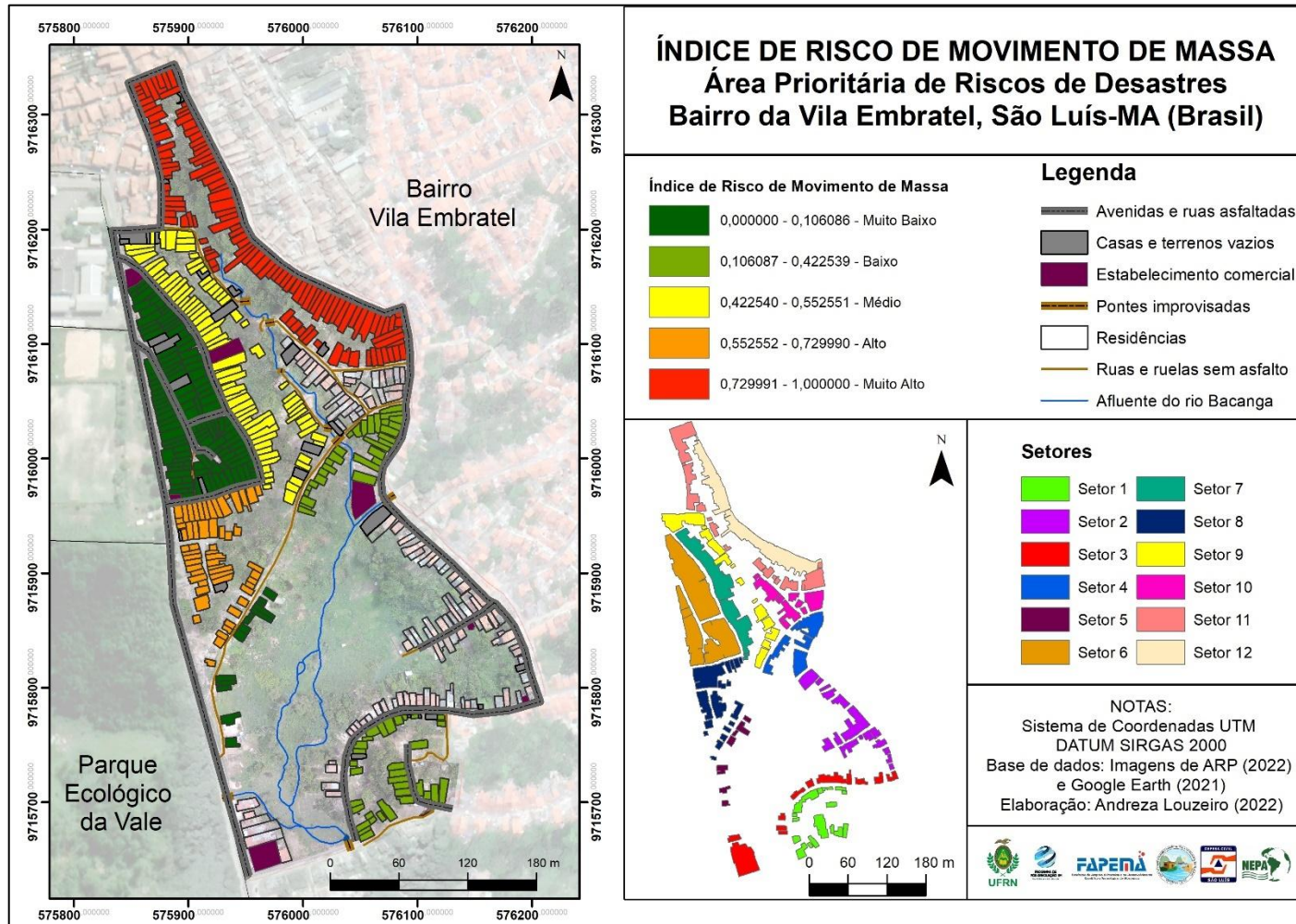
Foto 30: A: Vazamento de tubulações; B: Coleta regular de lixo; C: Canaletas para escoamento pluvial (no setor 6).



Fonte: Acervo da pesquisa em 23/07/2018.

Sendo assim, o Mapa 33 mostra o Índice de Risco de Movimento de Massa da Área Prioritária de Riscos de Desastres, bairro Vila Embratel.

Mapa 33: Índice de Risco de Movimento de Massa da área de estudo

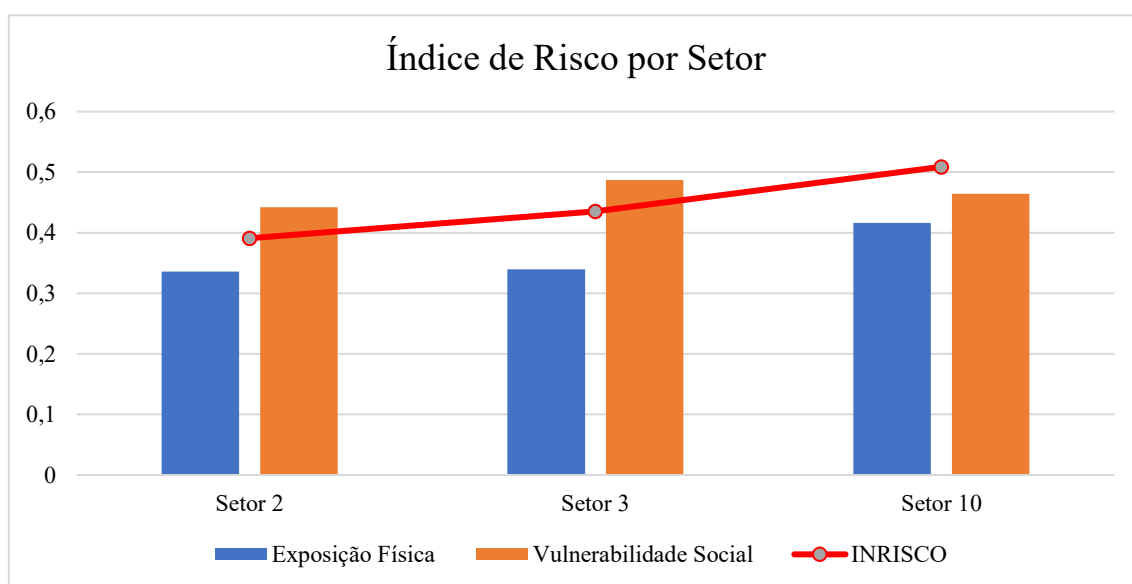


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## 7.2 Índice de Risco de Inundação da área de estudo

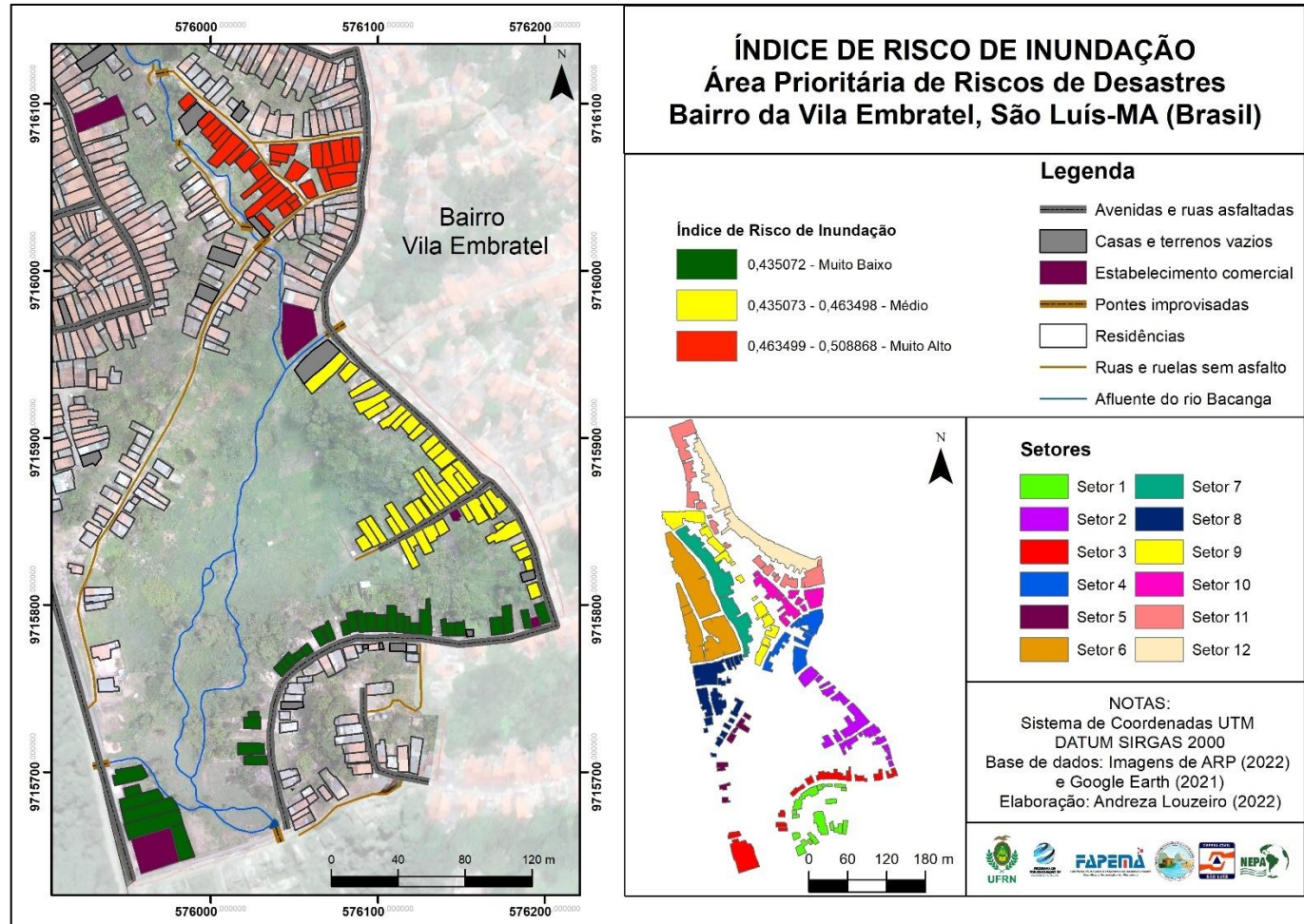
Os setores relacionados a inundação são Setor 2 (localizado na Travessa da rua 10 e na 4ª Travessa da Rua 10), Setor 3 (localizado na rua São Félix) e setor 10 (localizado na Travessa Seis de Abril e na 1ª Travessa Seis de Abril). Embora, o foco principal deste trabalho tenha sido os movimentos de massa, estes três setores estão no Top 5 dos mais vulneráveis socialmente desta área (Gráfico 22 e Mapa 32).

Gráfico 22: Índice de Risco de Desastres da área de estudo com destaque para os setores 2, 3 e 10.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Mapa 32: Índice de Risco de Inundação da Área de Estudo

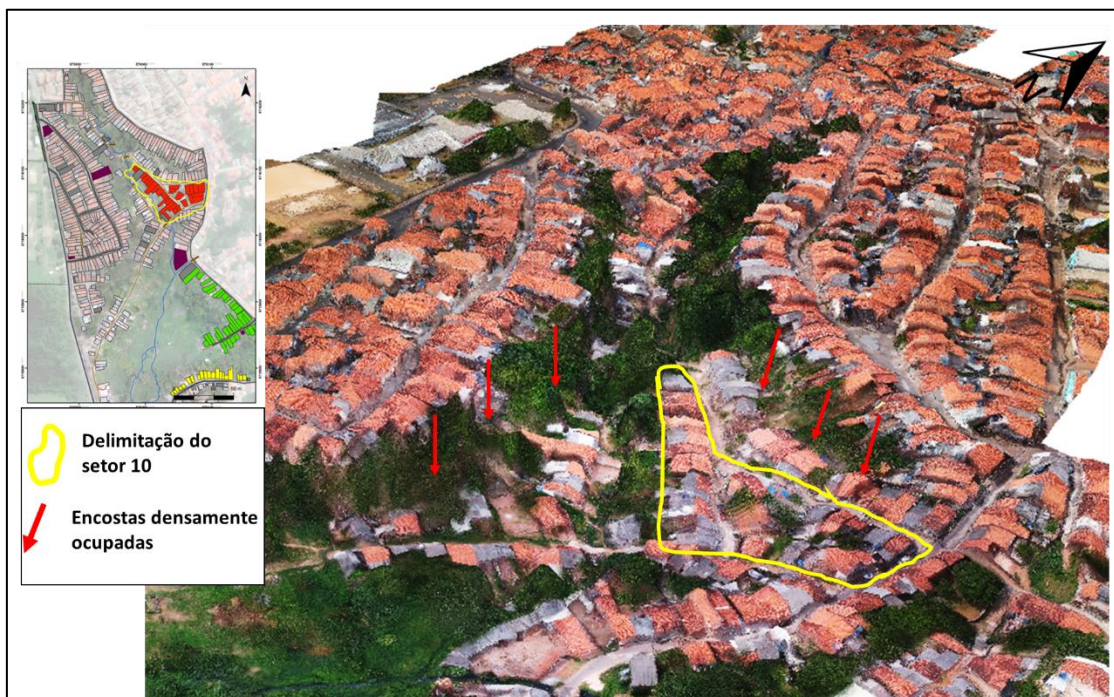


Fonte: Elaborado pela autora (2022)

As categorias sociais que mais foram observadas nesses três setores foram: Capacidade de Adaptação, nos indicadores Educação e Equidade de gênero; em Capacidade de Lidar, no indicador: Preparação para desastres e na categoria Suscetibilidade. Já na Exposição, a variável “Lançamento de Esgoto” foi comum entre os três setores, logo em seguida vem as variáveis: Drenagem Natural, Impermeabilização das encostas contribuintes e Drenagem em direção ao rio principal, nas quais pelo menos dois setores obtiveram nível muito alto de instabilidade.

O setor 10 (Figura 57) está localizado na 1ª Travessa Seis de Abril e na Travessa Seis de Abril, ele teve o maior nível quanto ao Índice de Risco de Inundação, considerando tanto a Exposição Física quanto a Vulnerabilidade Social. Na Exposição Física, ele apresentou em 90% das variáveis, nível muito alto de instabilidade, sendo assim, este setor será explanado aqui.

Figura 57: Delimitação do setor 10, com destaque para encostas contribuintes.

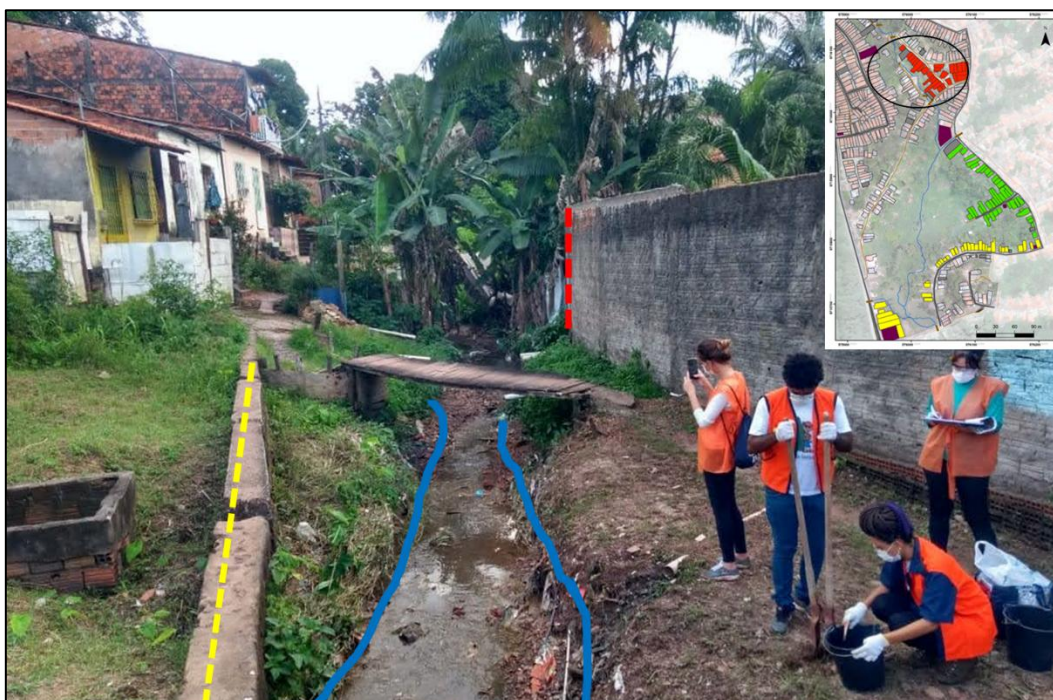


Fonte: Elaborador pela autora (2022).

O setor possui lançamento de água servida e esgoto diretamente nos canais de drenagem, que se localizam a frente das residências, na própria rua. É possível perceber o assoreamento dos canais devido ao despejo desses resíduos e de lixo também. Quanto

ao acesso, na área não existe calçamento nas ruas e também não possui acessibilidade, sendo que os próprios moradores construíram uma ponte de madeira para passagem e durante o período de chuva forte, a ponte se move para outro local, fazendo com que os moradores a tragam de volta (Foto 31).

Foto 31: 1ª Travessa Seis de Abril, com destaque para acesso e localização das casas



Fonte: Elaborado pela autora (2022). Acervo da pesquisa em 05/07/2021.

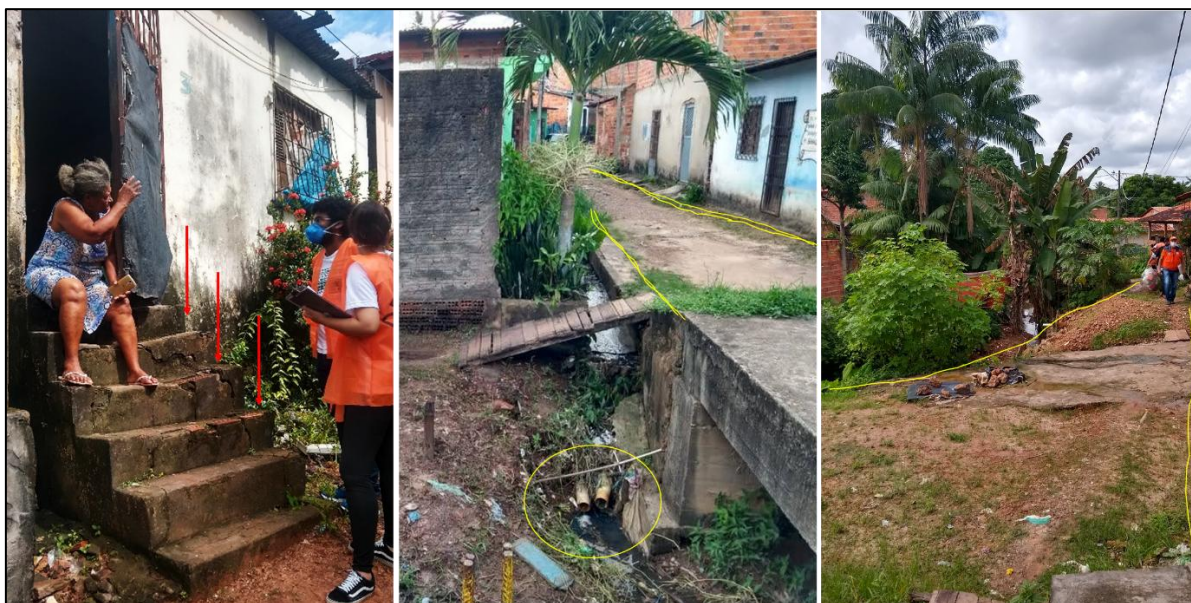
Além disso, na área as residências estão situadas rente ao canal de drenagem, contribuindo para o assoreamento do canal. Um morador ainda afirmou que “Nós estamos querendo ganhar uma casa, e não ganhamos. Vem chuva e nada acontece. Barreiras são arriscada. Prometem casa e não dão casa a ninguém”. Foi muito comum encontrar relatos de moradores insatisfeitos com as promessas (que, segundo eles, foi pra Prefeitura ou da Defesa Civil), de um aluguel em uma casa localizada em uma área sem esse tipo de risco. No entanto, nada disso aconteceu.

Outros moradores ainda relataram que “Se você ver onde a gente mora, é muito ruim. Tem uma ponte que a gente não pode passa mais, ruim demais”, relato que demonstra insatisfação com a acessibilidade da área. Outro morador ainda afirmou “Sonho a ser realizado: fazer a rua que mora. Vala medonha. Pessoal já fez de lixo. Moramos aqui pq não posso abandonar a casa e morar debaixo da ponta”, ressaltando a

insatisfação com o despejo inadequado de lixo no local, o que aumenta a suscetibilidade e a instabilidade Estrutural. Por fim, um outro morador ressaltou “Muito bom, interessante, importante, pois, não temos interesse do poder público em nossa área, em nenhum quisto. Queríamos ser vistos como ser humanos. Até então, estamos esquecidos...”. Fato que ressalta a vulnerabilidade social referente à Governo e Autoridades, principalmente no que se refere à ausência de obras de infraestrutura.

A falta de acessibilidade é alta, principalmente para os moradores mais idosos, na Foto 32 com destaque em tracejados em amarelo, há uma estrutura de concreto, que diz respeito a uma obra inacabada de drenagem e que serve de passagem aos moradores, principalmente em períodos de chuva. No entanto, para os mais idosos, esse tipo de acesso é inacessível, tornando inviável a locomoção destas pessoas.

Foto 32: Precariedade na acessibilidade de residência e falta de calçamento nas ruas.



Fonte: Acervo da pesquisa em 05/07/2021

No setor também há presença de plantações de bananeiras, o que acelera a saturação do solo, possui também abastecimento de água com tubulação exposta, cobertura vegetal com árvores espaçadas, impermeabilização da encosta e densidade de ocupação no topo e base da encosta (Foto 33 A, B e C).

Foto 33: A: Quintal úmido com descida para o canal que recebe esgoto à céu aberto com influência de encostas; B: Tubulação de abastecimento de água exposta; C: Presença de bananeiras, entulho e lançamento de água servida na frente das casas.



Fonte: Acervo da pesquisa em: 18/07/2019 e 06/07/2021

É possível perceber a total ausência de infraestrutura e saneamento básico na área, além de precariedade no sistema de abastecimento de água, com canos expostos com instalações improvisadas. Esses fatores acentuam o risco, principalmente no que se refere ao fator “Exposição Estrutural”, visto que se trata de equipamentos básicos que tem como objetivo servir aos moradores com o mínimo suficiente para a qualidade de habitação.

A comunidade da Área Prioritária aos Riscos de Desastres na Vila Embratel é altamente exposta e vulnerável à episódios de movimento de massa e às inundações fluviais. Além disso, cabe ressaltar à exposição às doenças de veiculação hídrica relacionadas, principalmente, com o esgoto à céu aberto, fato que foi registrado em onze dos doze setores analisados.

Há uma necessidade imediata de intervenção pública nessa área com instalação de sistema de esgoto, abastecimento de água regular, limpeza das áreas de encosta e construção de muros de contenção afim de minimizar os riscos de movimento de massa da área.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese deste trabalho está pautada na seguinte afirmação: A identificação dos riscos de desastres parte da análise da vulnerabilidade social e da exposição física da área de estudo, sendo a vulnerabilidade dividida em três categorias sociais distintas: suscetibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação; já a exposição é melhor analisada a partir de categorias que considerem as características físico-naturais e as características estruturais da área de estudo. A hipótese foi confirmada, visto que foi possível alcançar detalhes da área e entender, de forma setorizada, como se comportava cada uma das variáveis que compuseram o Índice de Exposição Física e o Índice de Vulnerabilidade Social.

Esta pesquisa partiu da inquietação sobre a necessidade de uma metodologia que subsidiasse pesquisas relacionadas à risco de movimento de massa em Escala Microlocal a partir da análise de categorias, indicadores e variáveis, tanto da vulnerabilidade social, como também da exposição física. O trabalho apresentou a Produção de Categorias e Indicadores de Exposição Física com base na adaptação, adição, retirada e ponderações de variáveis utilizadas em estudos sobre risco de movimento de massa em Escala Microlocal. Além disso, propôs a atribuição de valores específicos para cada um dos indicadores que compõem as categorias da Vulnerabilidade Social.

Outra inquietação que norteou este trabalho está pautada na ausência de estudos sobre os riscos de movimento de massa em Escala Microlocal e nas dimensões que aqui foram apresentadas aplicadas na cidade de São Luís. Há vários trabalhos muito bem embasados e criteriosos, mas que analisam o risco, principalmente, numa perspectiva física ou empírica e/ou histórica. Sendo assim, o presente trabalho pode ser considerado como precursor neste nível de análise na Ilha do Maranhão, sendo de inteira importância para embasar novos trabalhos nesta perspectiva a partir do uso desta proposta metodológica de forma original ou adaptada.

É importante destacar que o referencial teórico foi construído com base nos estudos de riscos de desastres a partir da perspectiva geográfica, ressaltando a abordagem sobre as desigualdades sociais e os riscos em área urbana, fato que foi observado na área de estudo, pois além de ser um ambiente urbano, também passa por sérios problemas de precária infraestrutura, saneamento básico, renda, etc., fatores que refletem a desigualdade social presente na cidade de São Luís.

Também foi feita uma análise a partir da utilização e produção de indicadores, os quais foram imprescindíveis para a proposta apresentada. Foi ressaltada a importância da percepção de risco por parte dos moradores e o uso das geotecnologias para análise de risco, elementos estes que foram indispensáveis no detalhamento da área. Por fim, foi salientado sobre o estudo da Exposição como aspecto físico do risco e a vulnerabilidade como aspecto social do risco, dimensões irrefutavelmente necessárias para o estudo integrado dos riscos, as quais tiveram o papel de base na presente análise.

A metodologia foi fundamentada nesses aspectos conceituais e aplicada na área de estudo a partir de jornadas de campo com aplicação de questionários e, principalmente, da ficha de caracterização físico-natural e estrutural da área, visto que a proposta foi de elaboração de indicadores físicos em Escala Microlocal.

É possível afirmar que a presente pesquisa alcançou um importante avanço nos estudos dos riscos de desastres em escala microlocal, considerando, especificamente, variáveis, indicadores e categorias de Exposição Física e de Vulnerabilidade Social aplicados na área de estudo e com potencial para ser aplicado em outras áreas.

Considera-se como avanço metodológico na presente pesquisa:

- Produção e adaptação de variáveis para análise da Exposição Física aos Riscos de Movimento de Massa em escala Microlocal;
- Produção de indicadores de Exposição Física aos Riscos de Movimento de Massa em escala Microlocal a partir das variáveis;
- Ordenamento dos indicadores a partir das Categorias Físico-Natural e Estrutural;
- Atribuição de pesos às variáveis de Exposição Física e aos indicadores de Vulnerabilidade Social;
- Sistematização das variáveis, indicadores e categorias dos riscos de movimento de massa.

Considerações sobre a área de estudo:

- A área apresentou Exposição alta e muito alta tanto para a Categoria Físico-Natural, quanto para a Categoria Estrutural;
- O setor que apresentou maior Exposição Física foram o 6 (inundação) e os 11 e 12 (movimento de massa).
- O setor que apresentou maior Vulnerabilidade Social foi o 3 (inundação), principalmente no que se refere à capacidade de adaptação (Educação, Percepção

Ambiental, Financiamento e Equidade de Gênero) e Suscetibilidade (Infraestrutura Pública, Condições de Habitação, Nutrição, Capacidade Econômica e de Renda);

- A Área Prioritária carece de intervenções estruturais (saneamento básico, infraestrutura, muros de contenção) e não-estruturais (projetos educacionais voltados para Redução de Riscos de Desastres)

No entanto, assim como toda pesquisa que envolve campo, contato com a população, geoprocessamento e etc. esta passou por desafios no início e no percurso. O primeiro desafio que comprometeu as atividades de campos e, conseqüentemente, a coleta dos dados<sup>24</sup> foi o período de pandemia do COVID-19 vivido a partir de março de 2020. Nesse período a pesquisa começou a passar por um processo árduo de reajustes de área de pesquisa<sup>25</sup>, objetivos, os quais estavam voltados para análise comparativa e, principalmente, mudança na metodologia.

Outro desafio foi referente à área de estudo, a qual foi escolhida por ser a mais crítica no município de São Luís no que se refere à risco de movimento de massa segundo a Defesa Civil municipal e o relatório técnico de áreas de risco da SGB (2017). No entanto, juntamente com o fato de ser a área mais crítica em termos de instabilidade do ambiente, ela também é crítica em desigualdade social e segurança. Cada campo realizado foi um desafio, visto que a presença da Defesa Civil era imprescindível para garantir o mínimo de segurança para a equipe. Por causa disso, dos custos, logística de pessoal e deslocamento, a duração dos campos era limitada e objetiva e algumas áreas deixaram de ser visitadas ou foram visitadas uma única vez.

Considerando estas limitações práticas e técnicas, é importante ressaltar que a pesquisa passou por ajustes e, em alguns casos, o resultado não foi satisfatório. No entanto, essas situações adversas não tira o potencial metodológico que há neste trabalho, principalmente em termos de análise detalhada da área e possibilidade de uso metodológico por outras pesquisas. Sendo assim, cabe aqui enumerar quais foram estas limitações com vistas ao avanço metodológico de futuros trabalhos na área ou na temática.

---

<sup>24</sup> Principalmente os dados sociais.

<sup>25</sup> A princípio seriam analisadas duas áreas: uma em São Luís e outra em Natal, mas não foi possível.

Para análise e leitura de forma mais prática, o quadro 19 mostra as limitações da pesquisa e as recomendações para cada uma delas.

Quadro 19: Limitações e Recomendações da pesquisa

Nº	LIMITAÇÕES	RECOMENDAÇÕES
1	Variáveis físicas que não fizeram parte do <i>Delphi</i> , pois foi visto em campo a necessidade de troca ou adição de variáveis. No entanto, o questionário <i>Delphi</i> já estava em andamento, impossibilitando a adição destas. Sendo assim, as variáveis em questão foram adicionadas e fizeram parte do cálculo com peso 1.	Ao escolher a área de estudo é interessante fazer ensaios consistentes de campo e de gabinete com vistas a avaliar melhor os elementos que serão utilizados na pesquisa. Fazendo os ajustes necessários antes de etapas importantes do trabalho.
2	Com o intuito de diminuir o número de perguntas aos moradores para que pudessem responder até o final (questionário online), foi estipulado uma pergunta por variável referente à vulnerabilidade social. No entanto, perguntas importantes ficaram de fora (existência de goteiras/rachaduras). Outras perguntas ainda não foram bem elaboradas (material de construção da casa).	Submeter uma comunidade a responder um grande quantitativo de perguntas é um grande desafio, visto que é difícil ter o controle de quem vai ou não responder ou não (a não ser que o questionário seja feito <i>in loco</i> ). Sendo assim, o mais adequado é a aplicação do questionário em campo, principalmente se existir uma quantidade amostral específica para a área. Outro fator é a adição de perguntas importantes e que façam sentido para o objetivo do trabalho.
3	Considerando que este trabalho analisou o risco de movimento de massa de forma geral, não foi considerado os variados tipos de movimento e as suas especificidades (fluxo de detritos, escorregamentos, quedas de rochas), visto que na área de estudo foi encontrado aspectos de mais de um tipo de movimento.	Para a análise ficar mais acurada e detalhada, determinar o tipo de movimento de massa que existe no local se torna uma etapa muito importante, visto que com essa informação, as providências estruturais e de recomendações aos moradores serão melhor direcionadas e planejadas. Além disso, a ficha de caracterização físico-natural e estrutural precisa ser mais específica para cada tipo de movimento, acrescentando variáveis como: direção da vertente, tipo de material constituinte...
2	Para este trabalho não foi considerado o fator pluviosidade, visto que o recorte foi numa pequena porção do bairro Vila Embratel, não havendo maior diversidade de chuva no âmbito da Área Prioritária.	Para análise de áreas maiores, é interessante fazer um balanço do regime pluviométrico para uma análise mais completa. Além disso, um fator com potencial para, inclusive, ser inserido na ficha de caracterização físico-natural e estrutural, se refere ao histórico de

		desastres ocorridos no local durante o período (ou não) de chuvas. Ex: se na área muros já caíram, se já houve deslizamento, quantos foram, etc. Perguntas da vulnerabilidade social foram mais generalizadas, tais como: empregados e desempregados, homens e mulheres. Necessitando de uma readequação para que represente melhor o domicílio.
5	Devido às dificuldades de contato físico por causa da pandemia do COVID-19 e de segurança devido a precariedade da área, alguns fatores referentes à logística de aplicação de questionários e das fichas de análise físico-natural e estrutural não foram realizados, como georreferenciamento das casas e divisão de setores menores.	Como dito anteriormente, a importância de realização de questionários presenciais em áreas mais precárias é imprescindível, além disso, é importante também que se realize o georreferenciamento da residência na qual foi aplicado o questionário para ter uma localização mais exata da situação de vulnerabilidade daquele setor. Outro fator a se considerar é a setorização da área em pequenas áreas menores, tendo como ponto de partida a influência de encostas, cursos d'água, características das ruas e dos domicílios e o tipo de risco que a área possui: movimento de massa, inundação, enchente, dois ou três ao mesmo tempo (como o caso de alguns setores da área: 6, 5, 11, 9) sendo necessário a ressetorização.
6	Ainda devido à setorização generalizada, alguns setores tiveram alta instabilidade e alta vulnerabilidade, no entanto, apresentaram baixa exposição física por conta da quantidade de pessoas expostas e por causa da quantidade de casas em cada setor, o que culminou com uma desigualdade estatística para alguns setores no resultado final.	É importante considerar a quantidade de domicílios ou de pessoas expostas no momento da setorização da área, realizando uma divisão mais igualitária em termos quantitativos, evitando generalizações.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Desta forma, cabe aqui afirmar que esta pesquisa possui grandes potencialidades, visto que é um salto importante para a gestão de riscos de desastres na cidade de São Luís, tendo potencial suficiente para a implantação desta metodologia nos 60 “pontos de risco” identificados pela Defesa Civil e nos 89 “setores de risco” delimitados pela SGB (2017), ambos espalhados por mais de 40 bairros de São Luís, tanto na zona urbana, como também na zona rural.

A partir desta pesquisa é possível auxiliar ativamente a Defesa Civil municipal com um documento que norteie sobre a situação ambiental e social da área de risco de movimento de massa mais crítica da cidade de São Luís. Além disso, o banco de dados criados serviria de base para identificar a população mais vulnerável e a população mais exposta, apontando sobre os que precisam de maior atenção no que diz respeito a obras de infraestrutura e Educação Ambiental voltada para redução de riscos de desastres.

Foi constatado através da pesquisa que muitas pessoas não veem a importância da Defesa Civil e do Corpo de Bombeiros na área, um morador ainda afirmou:

Sou morador a 30 anos e nunca vi ação nenhuma da defesa Civil, temos esgoto a céu aberto, quando chove temos alagamento e nada é feito. Façam uma reunião e explique qual a função da defesa Civil que não sabemos pq nada é feito ".

Isto ressalta a importância do entendimento por parte da população sobre a função desses agentes de proteção e de que os próprios moradores precisam auxiliar nesta função.

Portanto, apesar de tantos desafios superados, adaptados, abraçados, acompanhados e solitários desta pesquisa, o sentimento é de que todas as forças foram dedicadas para que cada linha deste trabalho pudesse ser escrita da melhor forma. E assim, para que este resultado possa chegar até os mais necessitados em serem expostos, até os mais interessados em ajuda-los e até aos que têm recurso (de poder e financeiro) para efetivar as medidas necessárias.

## REFERÊNCIAS

- ABAYA, S. W., NICODEMUS, M., GORAN, E. **Floods and health in Gambella region, Ethiopia: a qualitative assessment of the strengths and weaknesses of coping mechanisms.** Global Health Action.
- ADEL, M. M. **Effect on water resources from upstream water diversion in the Ganges basin.** J Environ Qual, 2001; 30(2):356-368
- AHRENDT, A. **Movimentos de Massa Gravitacionais - Proposta de um Sistema de Previsão:** aplicação na área urbana de Campos do Jordão - SP. Tese. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.
- ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades Socioambientais e rios Urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza – Ceará.** 2010. f. 278. Tese (Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas), Rio Claro, 2010.
- ALMEIDA, L. Q. **Por uma Ciência dos Riscos e Vulnerabilidades na Geografia.** Mercator, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83-99, set./dez. 2011. ISSN 1984-2201.
- ALMEIDA, L. Q., WELLE, T e BIRKMANN, J. **Disaster Risk Indicators In Brazil: A Proposal Based On The World Risk Index.** International Journal of Disaster Risk Reduction 17 (2016) 251–272.
- AHRENDT, A. **Movimentos de Massa Gravitacionais - Proposta de um sistema de Previsão:** aplicação na área urbana de Campos do Jordão - SP. 390 p. Tese (doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.
- AMARAL, R; RIBEIRO, R. R. **Inundações e Enchentes.** In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir.** Instituto Geológico, Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo, 2009. p. 196.
- ANGELIM, L. A. A. **Geologia dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte - Escala 1:500.000.** Recife, SGB - Serviço Geológico do Brasil, 2007. 199p.
- ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA ITAQUI BACANGA. ACIB. **Memória do Itaqui Bacanga.** São Luís: ACIB, 2007. 82 p.
- ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.126 p.
- BECK, U. **Sociedade de risco: Rumo a uma outra modernidade,** 2. ed . São Paulo: Editora 34, 2011. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5299999/mod\\_resource/content/1/Ulrich%20Beck%20-%20Sociedade%20de%20risco%20Rumo%20a%20uma%20Outra%20Modernidade.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5299999/mod_resource/content/1/Ulrich%20Beck%20-%20Sociedade%20de%20risco%20Rumo%20a%20uma%20Outra%20Modernidade.pdf)
- BELO, M. S. S. P. **Contribuições dos estudos de percepção de risco para a análise e o gerenciamento de exposições humanas a agrotóxicos: o caso de Lucas do Rio Verde/MT.** (Tese de doutorado). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2014.
- BEZERRA, L. T. V., FREITAS NETO, O., SANTOS JR, O. F. **Mapeamento de Risco/Perigo de Movimentos de Massa e Avaliação da Estabilidade das Encostas na Comunidade São José do Jacó, em Natal/RN.** XIX Congresso Brasileiro de Mecânica

dos Solos e Engenharia Geotécnica Geotecnia e Desenvolvimento Urbano COBRAMSEG, 2018.

BEZERRA, L. T. V. **Mapeamento de Risco/Perigo de Movimentos de Massa e Avaliação da Estabilidade das Encostas na Comunidade São José Do Jacó, em Natal/RN.** Monografia. (Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2016. 105 p.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M. L. P.; SANTOS, G. F.; MENDONÇA, M.; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003 v. 3 (p. 877-1436).

BIRKMANN, J. **Danger Need Not Spell Disaster – But How Vulnerable Are We?**, Research Brief (1), Tokyo: United Nations University, 2005 (ed).

BIRKMANN, J. **Mensuring Vulnerability to natural hazards.** Towards disasters resilient societies. Paris, UNU, 2006.

BRASIL. **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais.** 2012 – 2014. Disponível em: [http://www.SGB.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/plano\\_nac\\_risco.pdf](http://www.SGB.gov.br/publique/media/gestao_territorial/plano_nac_risco.pdf)

BREDER, A. D.; LOBOSCO, A. A. F.; SANTOS, C. T.; FLAUZINO, R. F.; ARRUDA, M. M. **Ações Antrópicas na Comunidade da Boa Vista, Niterói-RJ: uma avaliação crítica sobre a ocupação informal.** In: PRANDEL, J. A (org.). **Redução de Riscos de Desastres: Métodos e Práticas.** Atena Editora, 2019.

BRODY, S. D., ZAHRAN, S. VEDLITZ, A. GOVER, H. **Examinando a relação entre vulnerabilidade física e percepções públicas das mudanças climáticas globais nos Estados Unidos.** Ambiente e Comportamento Volume 40 Número 1 Janeiro de 2008 72-95© 2008 Sage Publications 10.1177/0013916506298800 <http://eab.sagepub.com/hospedado> em <http://online.sagepub.com>

BOLLIN, C., C. CARDENAS, H. HAHN and K.S. VATSA. **Natural Disaster Network; Disaster Risk Management by Communities and Local Governments,** Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 2003 available at <http://www.iadb.org/sds/doc/GTZ%2DStudyFinal.pdf>.

BUFFON, E. A. M.; PAZ, O. L. S.; SAMPAIO, T. V. M. **Uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para mapeamento das vulnerabilidades à inundação urbana: referenciais e bases de aplicação.** Revista do Departamento de Geografia, Volume Especial – Eixo 9, 2017, p. 180-189, DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132547.

BULLARD, R. D. **Unequal protection: environmental justices and communities of color.** San Francisco: Sierra Club Books; 1996.

BURTON, I., KATES, R. W., WHITE, G. F. **The environment as hazard.** The Guilford Press, New York, 1993.

CALOU, V. B. C., TEIXEIRA, A. S., SILVA, J. A., OLIVEIRA, M. R. R., RABELO, F. D. B. **Modelo Digital de Elevação utilizando Imagens de VANT em comparação à Missão SRTM.** III Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. doi: 10.18068/IIISBRNS2017.geoap761. Fortaleza, 2017.

CARDONA, O.D. **Disasters, Risk and Sustainability, presentation regarding the Sasakawa Prize Ceremony** in Geneva, Geneva, 2004.

CARDONA, O.D., M.K. VAN AALST, J. BIRKMANN, M. FORDHAM, G. MCGREGOR, R. PEREZ, R.S. PULWARTY, E.L.F. SCHIPPER, AND B.T. SINH, Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation** [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 2012. pp. 65-108.

CARDONA, O.D. **Terminología de Uso Común en Manejo de Riesgos**. AGID Reporte No. 13, Escuela de Administración, Finanzas, y Tecnología, Medellín, Colombia, 1990.

CARDOSO, G.; CARSOSO, C. **Gestão de riscos associados a movimentos de massa**. Revista Ordem Pública, Santa Catarina, v. 9, n. 1, p.1-10, jun. 2016. Disponível em: <<https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/124>>.

CARTIER, R. BARCELLOS, C. HUMBNER, C. PORTO, M. F. **Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 25(12):2695-2704, dez, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csp/2009.v25n12/2695-2704/pt>

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; IPT. 2007. 179 p.

CARVAJAL, F., F. AGÜERA e M. PÉREZ. **Surveying a landslide in a road embankment using unmanned aerial vehicle photogrammetry**. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVIII-1/C22 UAV-g 2011, **Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics**, Zurich, Switzerland, 2011.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Ministério do Planejamento e Orçamento, Departamento de Defesa Civil. Brasília, 2007.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ - Vol. 28 - 2 / 2005, p. 11-30.

CHOAY, Françoise. "**Urbani**" in Merlin R & Choay, F. (Dirs.) Dictionnaire de VUrbanism e et de VAménagement. Paris, P.U.F., 1988, p.680.

CNFERÊNCIA NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. **Desastres Naturais**, 2022. Disponível em: [https://desastres.cnm.org.br/principal/carrega\\_mapa\\_desastres](https://desastres.cnm.org.br/principal/carrega_mapa_desastres).

COSTA, E. C.; ZAGO, J. F. **Dinâmica Histórica e Urbana de São Luís**. Prefeitura de São Luís. Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural – INCID, s. d. Disponível em: [https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2241\\_2229\\_dinamica\\_urbana.pdf](https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2241_2229_dinamica_urbana.pdf)

COROMINAS, J.; VAN WESTEN, C.; FRATTINI, P.; CASCINI, L.; MALET, P.; FOTOPOULOU, S. CATANI, F.; VAN DEN EECKHAUT, M.; MAVROULI, O.; AGLIARDI, F.; PITILAKIS, K.; WINTER, M. G.; PASTOR, M.; FERLISI, S.; TOFANI, V.; HERVA'S, J.; SMITH, J. T. **Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk**. Bull Eng Geol Environ. 73, 209–263, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10064-013-0538-8>

COSTA, A. M. et al. **Análise das áreas com risco de inundações urbanas e escorregamentos de terra em três bairros do município de Jundiaí/SP**. South American Sciences. 2022.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Comunidade mais Segura: mudando hábitos e reduzindo os riscos de movimento de massa e inundação**. Rio de Janeiro. SGB, 2007. 27 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J., S., HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZZANO, T. G., DUARTE, V.; BARBOSA, C., C., F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE, São José dos Campos, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CUTTER, S. L. **Vulnerability to environmental hazards**. Progress in Human Geography, 20, 1996, 529-539.

Cutter, S. **The Changing Nature of Risks and Hazards**. American Hazardscapes. The regionalization of Hazards and Disasters. Washington, D.C. Joseph Henry Press. 2001. 179 p.

CUTTER, S. L. **The geography of social vulnerability: race, class, and catastrophe**. Understanding Katrina: perspectives from the social sciences. Social Sciences Research Council, 2005. Disponível em <http://understandingkatrina.ssrc.org/Cutter/>

DAVIDSON, R. **An Urban Earthquake Disaster Risk Index**, The John A. Blume Earthquake Engineering Center, Department of Civil Engineering, Report No. 121, Stanford: Stanford University, 1997.

DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. **Histórico e Evolução da Defesa Civil no Brasil**. In: Ministério da Integração Nacional, 2020. Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/index.php/defesa-civil/escola-de-defesa-civil>

DEL RIO, V. **Cidade da mente, cidade real**. In: DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. Percepção **ambiental**: a experiência brasileira. São Paulo: Studio Nobel, Universidade Federal de São Carlos, 1996. p. 3-22.

DELAMURA, D. **Entenda sobre a integração de drones com GPS E RTK**. 2016. Disponível em: <https://mundogeo.com/2016/07/28/artigo-entenda-sobre-a-integracao-de-drones-com-gps-e-rtk/#:~:text=O%20RTK%20utiliza%20uma%20base,drone%20constantemente%2C%20em%20tempo%20real.>

DESSAI, S., et al. **Defining and experiencing dangerous climate change**. Climatic Change, 64, 2004.(1-2), 11-25.

DOURADO, F.; ARRAES, T. C.; SILVA, M. F. **O Megadesastre da região serrana do Rio de Janeiro** – As causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução no pós-desastre. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 - 2 / 2012, p. 43-54. IGUAL REVISTA.

DUTRA, R.C, JUNGLES, A. E., CORDINI, J. OLIVEIRA R. **Indicadores de vulnerabilidade global** - proposta metodológica para estudos e mapeamentos de risco em área de encosta. Revista Com Ciência Ambiental, Caderno Especial, 2014.

DUTRA, L. S. **Mercado Público: função, forma e transformação do Espaço Urbano na região Itaquí Bacanga, São Luís - MA**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-

Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2017.

FELL, R.; HUNGR, O.; RIEMER, W.; LEROUEIL, S. **Stability of Natural and cuts and fills in soil**. In: International Conference on Geotechnical and Geological Engineering. Keynote Lecture. Melbourne. Australia, 2000.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico geomorfológica. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Ed.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 3, p. 123-194.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. **Condicionantes geomorfológicos dos escorregamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis**. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001.

FLACH, C. W, MEURER, M. **Inventário de Movimentos de Massa em Arroio do Padre/RS**. XVII Simpósio de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física. Campinas, 2017.

FRANÇA, V. V. D. **Análise da Exposição a Movimento de Massa com uso de ARP – Aeronave Remotamente Pilotada na Comunidade São José do Jacó, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Monografia. Bacharel em Geografia. Natal, 2018.

FRANCO, G. B.; MENEZES, A. A.; GOMES, R. L. **Reconhecimento e Caracterização de áreas de Risco de Escorregamento em Ilhéus – BA**. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 34, n. 3, p. 411-425, set./dez. 2009.

FREIRE, E. S. D. Movimentos Coletivos de Solos e Rochas e sua Moderna Sistemática. *Revista Construção*, Rio de Janeiro, Março de 1965, p. 10-18. GEORGE P. **Health impacts of floods**. *Prehosp Disaster Med*. 2011; 26(2):137. Comment on *Prehosp Disaster Med*. 2010; 25(3):265-272.

GALL, M. **Indices of social vulnerability to natural hazards: a comparative evaluation**. 2007. 250p. Tese (doutorado) – Department of Geography University of South Carolina. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/324823138\\_Indices\\_of\\_Social\\_Vulnerability\\_to\\_Natural\\_Hazards\\_A\\_Comparative\\_Evaluation](https://www.researchgate.net/publication/324823138_Indices_of_Social_Vulnerability_to_Natural_Hazards_A_Comparative_Evaluation).

GARCIA, C. M. e BERNARDI, J. L. **As Funções Sociais da Cidade**. *Revista Direitos Fundamentais & Amp; Democracia*, 4(4). 2008. Recuperado de <https://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/48>

TRINDADE, E. G. B. **Pontos de Controle (GCP's): Um Guia Completo Para Usuários de Drones**. GEOSENSE Engenharia e Tecnologia, 2021. Disponível em: <https://geosense.net.br/2021/05/03/pontos-de-controle-gcp-um-guia-completo-para-usuarios-de-drones/>

GEORGE, Pierre. **La Ville. Lefait urbain à travers le Monde**. Paris, P.U.F., 1952.

GOMES, E. J. S. **Risco de inundação na sede municipal de Touros/RN**. (Dissertação). Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, M. B.; LOPES, P. BP. M.; LIMA, F. S.; JORGE, M. C. O.; MENDES, B. R. **Criação de um Sistema de Previsão e Alerta de Riscos a**

**deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos sócio-ambientais no bairro Quitandinha, bacia do rio Piabanha (afluente do Paraíba do Sul), município de Petrópolis-RJ.** Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços. Taubaté, 2009.

GUERRA, A. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 6ª ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2008.

GREGORIO, L. T.; SAITO, S. M.; SAUSEN, T. M. **Sensoriamento remoto para a gestão de risco de desastres naturais.** In: SAUSEN, T. M. & LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento Remoto para desastres. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, p. 43-67. ISBN: 978-85-7975-175-2.

GRILO, R. C. **A precipitação pluvial e o escoamento superficial na cidade de Rio Claro/SP.** 1992. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico.** 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GRIFFIN, G. F. **The Use Of Unmanned Aerial Vehicles For Disaster Management.** GEOMATICA Vol. 68, No. 4, 2014 pp. 265 to 281.

HAMMOND, A. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.** Washington, D.C.: World Resources Institut, 1995.

HARVEY, David. **A Justiça social e a Cidade.** São Paulo, Hueitec, 1980 (orig. 1973).

HASEGAWA, S. **Classification of slope movement forms – their description and interpretation.** In: International Conference and Field Workshop on Landslides, 4, Tokyo. Proceedings...Tokyo, 1985, pp. 11-16.

HERCULANO, S. **Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil.** In: I Encontro da ANPPAS - GT Teoria e Ambiente. São Paulo: Associação Nacional de Pós-graduação em Ambiente e Sociedade; 2002. Disponível em: [https://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/Riscos\\_v4\\_e\\_desigualdade\\_social.pdf](https://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/Riscos_v4_e_desigualdade_social.pdf)

HERRMANN, M. L. P. (org). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: IOESC, 2005, 146 p.

HIGHLAND, L. M; BOBROWSKY, P. **O Manual de Deslizamento: Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos.** U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2008.

HUTCHINSON, J. N. **General Report: morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hidrology,** In: International Symposium on Landslides. Resumos. Rotterdam, Balkema, p. 3-29. Lausanne, 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População Rural e Urbana,** 2010. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,brasileiros%20vivem%20em%20%C3%A1reas%20rurais.>

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Ocupação de encostas.** Coord. Cunha, M. A. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. 231p.

JACOBI, P. R., & SULAIMAN, S. N. (2016). **Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas.** Revista USP, (109), 133-142. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i109p133-142>

LECHIU, B. C. G.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; SOUSA, J. B. de. **Utilização de imagens orbitais de alta resolução em superfícies com níveis distintos de impermeabilização do solo urbano: caso Irati-PR.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas. Londrina, v. 33, nº 2, pp. 127-140, jul-dez. 2012.

LEFEBVRE, H. **Le Droit à la ville.** Paris, Anthropos, 1968.

\_\_\_\_\_. **Du Rural à l'urbain.** Paris, Anthropos, 1970.

\_\_\_\_\_. **La Révolution urbaine.** Paris, Gallimard, 1970.

LINS-DE-BARROS, F.M. **Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 289f.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes.** Archives of Psychology, 22 140, 55, 1932. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001>.

LIMA, M. A. M. **A Cidade no Tempo: Uma Breve História dos Logradouros de São Luís.** Academia Edu, 2011. Disponível em: [https://www.academia.edu/4987612/A\\_Cidade\\_no\\_Tempo\\_Uma\\_Breve\\_Hist%C3%B3ria\\_dos\\_Logradouros\\_de\\_S%C3%A3o\\_Lu%C3%ADs](https://www.academia.edu/4987612/A_Cidade_no_Tempo_Uma_Breve_Hist%C3%B3ria_dos_Logradouros_de_S%C3%A3o_Lu%C3%ADs).

LIN, C. C.; GRAMANI, M. F.; CAMPOS, A. B. **Levantamento das Cicatrizes de Deslizamentos na Bacia do Rio Gurutuba (SP) e Correlações com Parâmetros Físicos.** XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2016.

LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2010, 148 p.

LOUZEIRO, A. S. **Vulnerabilidade e Risco de Movimento de Massa no município de São Luís – MA (Brasil).** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Arte. Programa de Pós-graduação em Geografia. Natal, RN, 2018.

LUJALA, P. LEIN, H. ROD, J. K. **Climate change, natural hazards, and risk perception: the role of proximity and personal experience.** Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability. Vol. 20, No. 4, 489–509. Local Environment, 2015.

MACEDO, Y. M. **Vulnerabilidade Socioambiental no bairro Mãe Luiza, Natal – RN (Brasil).** (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia. Natal, 2015. 175f.

MACEDO, Y. M.; PEDROSA, L. P. D.; ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidade Social de Natal, RN, Brasil: operacionalização e mensuração do fenômeno no município.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.1, N.4, p.1020–1030, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1894/1772>

- MACHADO, R. R. ZACARIAS G. M. **Análise de Risco de Deslizamento**. Revista Ordem Pública ISSN 1984-1809 v. 9, n. 1, jan./jun., 2016.
- MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais E Geotecnologias: Conceitos Básicos**. INPE, São José dos Campos, 2008.
- MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR. A.; AGUIAR, A. O. Indicadores de desenvolvimento sustentável. In: PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.
- MARANDOLA JR, E., MARQUES, C. PAULA, L. T., CASSANELI, L. B. **Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo**. Revista brasileira de Estatística e População, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 35-56, jan./jun. 2013
- MARANDOLA JR. E; MARQUES. C, DE PAULA. L. T. CASSANELI, L. B. **Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo**. Revista Brasileira de Estudos de População, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 35-56, jan./jun. 2013.
- MARANDOLA JR. E; HOGAN, D. J. **Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. Revista: Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 2 jul./dez. 2004.
- MEDEIROS, M. D. **Vulnerabilidade Socioambiental no município de Natal, RN**. 2014. 167f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
- MENDES, E. H., NASCIMENTO, J. V. DO, NAHAS, M. V., FENSTERSEIFER, A., & JESUS, J. F. **Avaliação da formação inicial em educação física: um estudo Delphi**. Revista da Educação Física, 2006. 17(1), 53-64.
- MENDONÇA, J. C.; SANTANA, A. F.; FARIAS FILHO, M. S. **Riscos Geoambientais em áreas urbanas: um estudo de caso do bairro Vila Embratel, São Luís – MA**. Anais. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Realizado de 25 a 31 de julho de 2010. Porto Alegre - RS, 2010. ISBN 978-85-99907-02-3.
- MENEGAT. D. R. **Áreas de Risco: ocupações em planícies de inundação**. Ministério Público do Rio Grande do Sul. 2016.
- MIRANDA, P. P. B. **Aonde Você Pensa Que Vai? violência, medo e estigma nas páginas dos jornais**. XXVIII Simpósio Nacional de História. 27 a 31 de julho de 2015. Florianópolis, 2015.
- MIRANDOLA, F. A.; MACEDO, E. S. **Proposta de classificação do tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de risco de deslizamento**. Quaternary and Environmental Geosciences (2014) 05(1):66-81
- MARTINO, J. P. **Technological forecasting for decision making**. 3ª ed. New York: Mc Graw-Hill Inc., 1993.
- MYERS, T., et al.. **The relationship between personal experience and belief in the reality of globalwarming**. Nature Climate Change, 3, 2013, 343–347.
- NASCIMENTO, M. O. T. FILGUEIRA, H. J. A., SILVA, T. C. **Metodologia para priorização de ações em aglomerados subnormais considerando os riscos de deslizamentos e inundações e as condições de moradia**. Eng Sanit Ambient | v.18 n.1 | jan/mar 2013 | 39-46. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/fTynvdjHP97NbCP8knfJ9Vf/?format=pdf&lang=pt>

OLIVEIRA, F. L. S. **Indicadores de Vulnerabilidade e Risco Local: o caso do município de Pacoti - CE.** Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará Fortaleza, 2018.

PAIXÃO, M. A. KOBAYAMA, M. **Efeito do tamanho dos sedimentos sobre a área atingida por fluxos de detritos:** Estudo de caso da bacia do arroio Böni, Serra Gaúcha. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. v.39 n.2, 2017, Mai - Ago, p. 299 – 307.

PARIZZI, M. G.; SEBASTIÃO, C. S.; VIANA, C. S. PFLUEGER, M. C. CAMPOS, L. C.; CAJAZEIRO, J. M. D.; TOMICH, R. S.; GUIMARÃES, R. N.; ABREU, M. L.; SOBREIRA, F. G.; REIS, R. **Correlações entre chuvas e movimentos de massa no município de Belo Horizonte, MG.** Geografias, Belo Horizonte, v. 2, n. 6, p.49-68, jul. 2010. Semestral.

PINTO. R. C. **Identificação e Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Movimentos de Massa através de Avaliação Multicritério em Sistema de Informações Geográficas – análise conceitual e uma proposta metodológica.** (Tese). Programa de PósGraduação em Geografia, Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, 2015.

PIZANI, J., SERON, V., & BARBOSA-RINALDI, I. P. **Formação inicial em educação física na cidade de Maringá: a ginástica geral em questão.** Motriz, 2009. 15(4), 900-910.

POLI, C. M. B. **As causas e as formas de prevenção sustentáveis das enchentes urbanas.** 2013. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquiteta e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PORTO, M. F. S. **Uma ecologia política dos riscos.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2007.

RAIMUNDO, H. A. **Aspectos Geotécnicos e Pluviométricos Associados a Instabilidade de Encostas em Florianópolis - SC.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998. 325p.

RAFERZANI, F. **Corrupção no Brasil: consequência de séculos de desigualdade.** Entrevista. Universidade Federal do Ouro Preto. Disponível em: <https://ufop.br/noticias/em-discussao/corruptao-no-brasil-consequencia-de-seculos-de-desigualdade>

RASKOVISCH, H. C. dos S. **Conceitos, Causas, Análise de Estabilidade e Risco com Possíveis Soluções para Obras de Contenção.** Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 16, n. 16, p. 1-9, jul. 2020. ISSN 2595-6531.

RAO, J.Y., J.P. JHAN, C.F. LO e Y.S. Lin. **Landslide mapping using imagery acquired by a fixed-wing UAV.** International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII-1/C22 UAV-g 2011, Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zurich, Switzerland, 2011.

REZENDE, P. S; ROSA, R. **Uso de Geotecnologias para estudo da Vulnerabilidade Socioambiental em Paracatu-MG:** uma análise dos setores censitários em situação de risco devido à proximidade com os cursos d'água. In: Anais do XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 2015.

- REZENDE, P., S. **Metodologia para Avaliação da Vulnerabilidade Socioambiental: estudo da cidade de Paracatu (MG)**. 2014. 194f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- RIBEIRO, M. I. C.; SANTOS, A. M.; LOPES, J. M. A. GOMIDE, M. L. C. **Aplicação de Geotecnologias nas Pesquisas em Geografia Socioambiental no Município de Porto Velho – Rondônia**. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v.6, n.3, set/dez. 2014.
- RIO GRANDE DO SUL. **Áreas de Risco: ocupações em planícies de inundação**. Cartilha Áreas de Risco, Ministério Público, RS, 2019.
- RODRIGUES, Z. M. R. R. **Sistema de Indicadores e Desigualdade Socioambiental Intraurbana de São Luís - MA**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2010.
- RONCAYOLO, Marcel. **La Ville et ses territoires**. Paris, Galimard, 1990.
- ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- RUBIRA, F. G.; MELO, G. V.; OLIVEIRA, F. K. S. **Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta**. Revista de Geografia (Recife), v.33, n.1, p.168-193, 2016.
- S2iD. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. **Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) realizados no Maranhão de 2006 a 2016**. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/>
- SALES, C. B. **Risco de Movimentos de Massa na Comunidade São José do Jacó, município de Natal – RN / Brasil: da ocupação espacial à gestão de Riscos de Desastres**. Dissertação (mestrado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2020.
- SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo**. São Paulo, Hucitec, 1994.
- SANTOS, N., ROXO, M. J., NEVES, B. **O papel da percepção no estudo dos riscos naturais**. Conference: XI Colóquio Ibérico de GeografiaAt: Alcalá de Henares, Madrid, Spain, 2008.
- SANTOS, N. ROXO, M. J. NEVES, B. **O papel da percepção no estudo dos riscos naturais**. XI Colóquio Ibérico de Geografia, 2008. Disponível em: [https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/o\\_papel\\_da\\_percepcao\\_no\\_estudo\\_dos\\_riscos\\_naturais.pdf](https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/o_papel_da_percepcao_no_estudo_dos_riscos_naturais.pdf)
- SANTOS, D. A. C. **Análise de áreas Suscetíveis a Escorregamentos e da Vulnerabilidade Social em São Marcos, Salvador – Bahia**. (Dissertação). Programa de Pós Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2018.
- SÃO PAULO. **Mapeamento de Áreas de Riscos Associados a Escorregamentos e Inundações**. Relatório Técnico município de São Luiz de Paraitinga. São Paulo, 2008.
- SASSA, K. **The Geotechnical classification of landslides**. International Conference and Field Workshop on Landslides. P. 31-40. Tokyo, 1985.

SCHNEIDERBAUER, S.; D. EHRLICH. **Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards: A Review of Definitions, Concepts and Data**, Brussels: European Commission–Joint Research Centre (EC-JRC), 2004.

SÉRGIO R. M. **Fundamentos de Matemática II**. Licenciatura em Ciências. Modulo 2. USP/UNIVESP, 2011.

SHAH, H.C. **The increasing nature of global earthquake risk**. *Global Environmental Change*, 1995, 5(1), 65-67.

SCHMIDT, M. **Investigating risk perception: a short introduction**. Chapter 3 in: Schmidt M. *Loss of agro-biodiversity in Vavilov centers, with a special focus on the risks of genetically modified organisms (GMOs)*. PhD Thesis, Vienna, Austria, 2004. Disponível em: [http://www.markusschmidt.eu/pdf/Intro\\_risk\\_perception\\_Schmidt.pdf](http://www.markusschmidt.eu/pdf/Intro_risk_perception_Schmidt.pdf)

SIGOLO, V. M. GAVA, T. UNBEHAUM, S. **Equidade de gênero na educação e nas ciências: novos desafios no Brasil atual**. *Cad. Pagu* (63) 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cpa/a/jgB4hTT5v4S8q5F9kcPLVMn/>

SILVA, M. A. **Aplicação de lógica nebulosa para previsão do risco de escorregamentos de taludes em solo residual**. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) UFRJ, Rio de Janeiro (2008).

SILVA, Q. D. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão**, 2012. 251f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2012.

SLOVIK, P., WEBER, E. U. **Perception of Risk Posed by Extreme Events**. Conference SOUZA, Celso Guttemberg; VIANA, Carlos Duval Bacelar; WAKE, Minoru. **Pedologia**. Projeto RADAM BRASIL. Folhas SB 24/25. Guajaribe/Natal. Rio de Janeiro, 1981.

STARR, C. **Social benefit versus technological risk**, *Science*, 1969. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.165.3899.1232>

SOUSA, R. S.; POLIVANOV. H.; BARROSO, E. **ERODIBILIDADE DE SOLOS Derivados de Rochas da Suíte Serra Dos Órgãos: implicações para a instabilidade de taludes de corte**. *São Paulo, UNESP, Geociências*, v. 38, n. 4, p.1053 -1066, 2019.

TEIXEIRA, M. D. S., BENTO, I. A. B. CARVALHO, L. S. CARVALHO, L. S. **Impactos socioambientais provenientes do esgotamento sanitário a céu aberto**. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* (2018): 5(11): 849-858. ISSN 2359-1412 <https://doi.org/10.21438/rbgas.051104>.

TERZAGHI, K. **Mechanisms of landslides**. Publicação 488. P. 88-123. Harward University, 1950.

THYWISSEN, K. **Comparative Glossary for Core Terms os Disaster Redution**. Glossary, v. 2, 08/12/2004. Disponível em: [http://www.eng.uwo.ca/research/iclr/fids/publications/conferences/Dec2004/ComparativeGlossary\\_V2.pdf](http://www.eng.uwo.ca/research/iclr/fids/publications/conferences/Dec2004/ComparativeGlossary_V2.pdf).

TOMINAGA, L. K. **Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP**. 2007. 220p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TORRES, H. **Desigualdade ambiental em São Paulo**. Tese de doutorado em Ciências Sociais. Campinas: IFCH-Unicamp, 2009.

- TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Revista Estudos Avançados 22 (63), 2008. P 97-112.
- TUCCI, C. E. M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997.
- TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.
- TUCCI, C. E. M. **Urbanização e recursos hídricos**. In: BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.
- TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas**. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003b, cap.2. p. 11-44.
- UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. **Terminology on Disaster Risk Reduction**, 2002. Disponível em <http://www.unisdr.org>.
- UNISDR, **Terminology on Disaster Risk Reduction**. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland, 2009.
- UNISDR. **Living With Risk**. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland, 2004.
- UNISDR. **Living With Risk**. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland, 2004.
- UN/ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). **Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives**, 2004 version, Geneva: UN Publications.
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: um levantamento dos principais sistemas de avaliação**. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 26. Anais. Salvador, 2002.
- VARGAS, M. PICHLER, E. **Residual Soil and Rock slides in Santos (Brazil)** In: Internacional Congress Soil Mecanic and Fund. Engineering. 4, Proceedings. V. 2. P 394-398. London, 1954.
- VARGAS, L. V. **Suscetibilidade a Movimentos de Massa: um estudo geomorfológico na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Vacacaí Mirim a montante da Barragem do Dnos, em Santa Maria/RS**. Dissertação. (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração em Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, Linha de Pesquisa: Meio ambiente, paisagem e qualidade ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Santa Maria, 2015.
- VARNES, D. J. **Slope Movements, Types and Process**. In: Eckel, E. B. ed. **Landslides and Engineering Practice**. P 20-47. 1958.
- VARGAS M., PICHLER, E. **Residual Soil and Rock Slides in Santos (Brazil)** In: INT. CONG. SOIL MEC. AND FUND. ENG., 4, London, 1957. Proceedings, v.2, p.394-398
- VARNES, D. J. **Tipos e processos de movimento em declive**, Relatório Especial, Transporte Pesquisa Borda", Academia Nacional Ciências, p. 12-33, Nova Iorque, 1978.
- VASCONCELOS, P. A. **A cidade, O urbano, O lugar**. Revista GEOUSP, Nº 6 p. 11 - 15, 1999.
- WANG Y. **Environmental Degradation and Environmental Threats In China**. Environmental Monitoring and Assessment 90: 161–169, 2004

- WESTGATE, K.N., P. O'KEEFE. **Some Definitions of Disaster. Disaster Research Unit Occasional Paper 4.** Department of Geography, University of Bradford, UK, 1976.
- WINCANDER R. & MONROE, J.S. **Fundamentos de Geologia.** São Paulo, Cengage Learning, 2009. 508p.
- WACHINGER, G., RENN, O., BEGG, C., & KUHLCHE, C. **The risk perception paradox-implications for governance and communication of natural hazards.** Risk Analysis, 33, 2013. 1049–1065. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x>
- WILBANKS, T.J. **Integrating climate change and sustainable development in a place-based context.** Climate Policy, 2003. 3(S1), S147-S154.
- WILCHES-CHAUX, G. **Desastres, ecologismo y formación profesional.** SENA, Popayán, Colombia. 1989.
- WISNER, B. **“Who? What? Where? When? in an Emergency: Notes on Possible Indicators of Vulnerability and Resilience: By Phase of the Disaster Management Cycle and Social Actor”**, in: E. Plate, ed., Environment and Human Security, Contributions to a workshop in Bonn, 23–25 October 2002, Germany, pp. 12/7–12/14
- WRIGHT, J. T. C., GIOVANAZZO, R. A. **Delphi** - uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v1, N° 12, 2000.
- ZAMBRANO, F. C. et al. **Gestão de Risco de Desastres Naturais Na Colômbia: estudo de caso, desastre hidrológico no município de Mocoa – Putumayo.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, v. 7, n. esp p. 135-151, jun. 2018.
- ZÊZERE, J. L. **Dinâmica de vertentes e risco geomorfológico.** Centro de Estudos Geográficos, Relatório N.º41, Lisboa. 2005.

## APÊNDICES

**APÊNDICE I**  
**QUESTIONÁRIO SIMPLIFICADO**

*Aplicação via Google Forms*

**IDENTIFICAÇÃO**

Nome da rua:
Número da casa:
Quantas pessoas moram em sua casa?
Há crianças menores de 10 anos na sua casa? ( ) sim ( ) não
Há idosos (a partir de 60 anos)? ( ) sim ( ) não

**SEÇÃO 1.0 - SUSCETIBILIDADE**

**1.1 Infraestrutura Pública**

1 - Qual o destino do esgoto da sua casa? (0,5) Fossa (0) Esgoto da CAEMA (1) Rio/Quintal (1) Rua
2 - Qual a fonte de água que abastece sua casa? (0) CAEMA (0,5) Poço (1) Carro pipa (0) água mineral
3 - Como você avalia a estrutura da sua rua (limpeza/coleta de lixo, asfalto, iluminação)? (0) boa (0,5) regular (0,75) ruim (1) péssima

**1.2 Condições de Habitação**

1 – Sua casa é feita de que? (1) taipa (madeira/barro/palha) (0,75) tijolo antigo; (0,5) tijolo comum; (0) tijolo e ferro
2 – Sua casa já teve alguma reforma nos últimos 2 anos (ampliação, fiação, reboco, etc.)? (0) sim (1) não

**1.3 Nutrição (consumo de alimentos)**

1 - Considerando todas as despesas do mês. Quanto sua família gasta com comida/alimentação? (1) 30-40% da renda (menos da metade do que ganha); (0,5) 50% (metade de tudo que ganha) (0) mais de 60% de tudo que ganha ( ) não sabe responder
2 - Quantas refeições realiza por dia (café da manhã, lanche, almoço e jantar)? (1) 1 refeição; (1) 2 refeições (0,5) 3 refeições (0) 4 ou mais refeições

**1.4 - Capacidade Econômica e Renda**

1 – Quanto é a renda total recebida por mês em seu domicílio? (1) Menos de um salário mínimo; (0,75) um salário mínimo; (0,5) até dois salários mínimos; (0) mais de dois salários mínimos; ( ) não soube responder
2 – Quanto era sua renda total antes da pandemia do COVID 19? (1) Menos de um salário mínimo; (0,75) um salário mínimo; (0,5) até dois salários mínimos; (0) mais de dois salários mínimos; ( ) não soube responder

3 – Na sua casa possui: geladeira ( )sim ( )não - fogão ( )sim ( )não – televisão ( )sim ( )não – liquidificador ( )sim ( ) não – ventilador ( ) sim ( ) não – computador ( ) sim ( ) não - celular ( )sim ( ) não – ventilador ( ) sim ( ) não – máquina de lavar ( ) sim ( ) não – ar-condicionado ( )sim ( )não – veículo (carro/moto) ( )sim ( )não
4 – Sua casa é (0) própria; (0,5) alugada; (1) cedida; (1) outro
6 – Alguém na sua casa recebe algum tipo de auxílio do governo (INSS, aposentadoria, bolsa família) (1) sim – (0) não
7 – Alguém na sua casa tem acesso à internet? (0) sim – (1) não
8 – Existem trabalhadores HOMENS COM carteira assinada? (0) sim – (1) não
8 - Existem trabalhadoras MULHERES COM carteira assinada? (0) sim – (1) não
8 - Existem trabalhadoras HOMENS SEM carteira assinada? (1) sim – (0) não
8 - Existem trabalhadoras MULHERES SEM carteira assinada? (1) sim – (0) não
8 – Existe algum HOMEM desempregado? (1) sim – (0) não
8 – Existe alguma MULHER desempregada? (1) sim (0) não

## SEÇÃO 2.0 - CAPACIDADE DE LIDAR

### 2.1 - Governo e autoridades

1 - Considerando os últimos 10 anos, como você classifica a corrupção na prefeitura de São Luís? (0) não há corrupção; (0,5) há pouca corrupção; (1) há muita corrupção
2 – Você já participou de alguma ação social no seu bairro? (0) sim – (1) não
3 – Você já foi consultado para a realização de alguma infraestrutura no seu bairro? (0) sim – (1) não

### 2.2 - Preparação para desastres e sistema de alerta

1 - Nos últimos 2 anos, em seu bairro ou em sua rua, houve alguma obra realizada pela prefeitura para melhorar a estrutura (muro de contenção de encosta/barreira/barranco); canaletas; bueiros; limpeza de canais (riachos)? (0) sim; 1) não
2 - Como você classifica a importância da presença de bombeiros ou técnicos da defesa civil no bairro da Vila Embratel? (1) tanto faz; (1) não é importante, pois nunca acontece desastre; (0,5) importante para caso aconteça desastre; (0) muito importante para segurança da população

### 2.3 - Cuidados de saúde/Assistência médica

1 - Existe alguém na casa que tenha algum tipo de limitação física ou mental? (1) sim; (0) não;
2 – Como você avalia o sistema público de saúde do seu bairro? (0) muito bom – (0,5) regular – (1) péssimo
3 - Na sua casa alguém já esteve muito doente a ponto de não poder ir à escola ou serviço? (1) sim; (0) não
3 – Na sua casa alguém ficou doente por causa do COVID 19? (1) sim; (0) não

## 2.4 - Redes sociais (autoproteção e proteção familiar) - em caso de desastre

**Caso ocorra algum deslizamento de terra que force você e sua família a sair de casa:**

1 - Vocês teriam recursos próprios para se manter? (0) sim; (1) não

2 - Vocês saberiam a quem pedir ajuda imediatamente? (1) sim; (0) não

3 - Você conhece o líder comunitário da sua comunidade/bairro? (0) sim; (1) não

## SEÇÃO 3.0 - CAPACIDADE ADAPTATIVA

### 3.1 Educação

1 – Quantas mulheres na sua casa (exceto crianças de até 3 anos):

Nunca estudou | | | |

Só sabe ler e escrever | | | |

Ensino Fundamental incompleto  
| | | |

Ensino Fundamental completo  
| | | |

Ensino médio incompleto  
| | | |

Ensino médio completo | | | |

Ensino superior incompleto  
| | | |

Ensino superior completo  
| | | |

Pós-graduação | | | |

2 – Quantos homens na sua casa (exceto crianças de até 3 anos):

Nunca estudou | | | |

Só sabe ler e escrever | | | |

Ensino Fundamental incompleto  
| | | |

Ensino Fundamental completo  
| | | |

Ensino médio incompleto  
| | | |

Ensino médio completo | | | |

Ensino superior incompleto  
| | | |

Ensino superior completo  
| | | |

Pós-graduação | | | |

### 3.2 Meio Ambiente

1 - Você sabe o que significa Área de Preservação Permanente? (0) sim; (1) não.

2 - Como você avalia as áreas de encosta no bairro? (0) bom; (0,5) regular; (0,75) ruim; (1) péssimo

### 1.6 Financiamento

1 - Qual o grau de dificuldade de pedir dinheiro emprestado (a um amigo, parente, vizinho, etc) ou fazer empréstimo? (1) muito difícil; (0,5) difícil; (0) fácil

2 - Você ou alguém da sua família possui plano de saúde? (0) sim; (1) não

3 - Você ou alguém da sua família possui seguro de vida? (0) sim; (1) não

4 – Você teve alguma dificuldade financeira por causa do COVID 19? (1) sim; (0) não

## APÊNDICE II

### Questionário *Delphi* – Rodada 2

#### Aplicação via *Google Forms*

#### Apresentação

Olá pesquisadores e pesquisadoras! Meu nome é Andreza dos Santos Louzeiro, doutoranda no curso de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e estou sob orientação do Prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida.

Antes de tudo, gostaria de agradecer a todos que colaboraram com a primeira rodada do questionário sobre a relevância dos indicadores de exposição física e de vulnerabilidade social referentes aos riscos de movimento de massa em escala de detalhe enviado no mês de abril deste ano e dizer que vossas respostas foram muito importantes. O resultado do primeiro questionário está o anexo do e-mail. Peço que, inicialmente, analisem as respostas da primeira rodada e, posteriormente, respondam a segunda. Esses dados serão utilizados na minha pesquisa de doutorado que trata sobre os riscos de movimento de massa no bairro da Vila Embratel, São Luís - MA.

Aqui entende-se **\*RISCO\*** como a probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos que se dá a partir da função entre a vulnerabilidade social intrínseca a sociedade e as características físicas da área. O risco abrange duas dimensões: Exposição Física (características físicas, naturais e população exposta) e Vulnerabilidade Social (susceptibilidade, capacidade de lidar e capacidade de adaptação dos moradores). Quanto ao **\*MOVIMENTO DE MASSA\*** refere-se ao desprendimento de material (solo, rocha, detritos) encosta abaixo, intensificado por processos naturais ou antrópicos, podendo ser antecedido por processos erosivos.

Este questionário conta com alterações sugeridas por alguns de vocês quanto a reformulação e acréscimo de perguntas e inserção de alternativas.

Desde já, agradeço pela colaboração.

#### REFERÊNCIAS PARA OS CONCEITOS:

ALMEIDA, L. Q. Por uma Ciência dos Riscos e Vulnerabilidades na Geografia. Mercator, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83-99, set./dez. 2011. ISSN 1984-2201.

GUERRA, Antônio José Teixeira. Novo Dicionário geológico-geomorfológico. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

WICANDER R. & MONROE, J.S. Fundamentos de Geologia. São Paulo, Cengage Learning, 2009. 508p.

#### Perguntas introdutórias

Li o resultado da primeira rodada e me comprometo em não compartilhar os dados até que a tese da aluna Ma. Andreza dos Santos Louzeiro, que está sob orientação do prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida seja divulgada. ( ) aceito ( ) não aceito.

Qual o seu nome? (Essa informação não será compartilhada e será vista apenas por Andreza Louzeiro). (resposta curta)

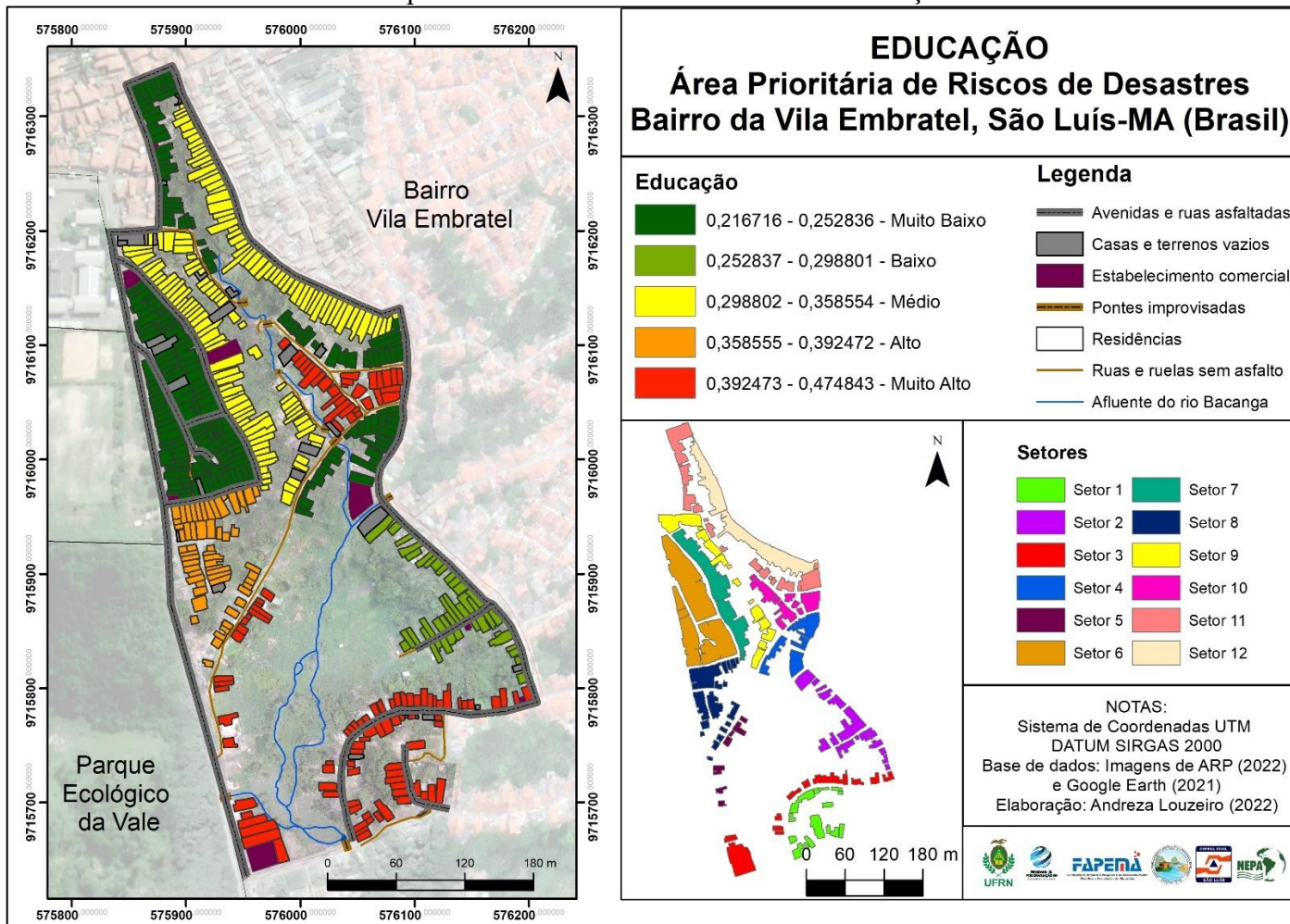
Qual a sua titulação acadêmica?

Qual sua área de titulação acadêmica? (Ex.: Mestre em Geografia; Doutor em Geociências; Especialista em Gestão de Riscos de Desastres, etc.)
Descreva sobre a temática que você trabalha/pesquisa atualmente. (Ex: Riscos biotecnológicos e segurança de barragens; Hidrogeomorfologia aplicada a gestão de desastres naturais; Geodiversidade em ambiente costeiro, etc.)
A qual instituição você está vinculado (a) atualmente? Diga cidade e Estado também. (Ex. UFRN - Caicó; Defesa Civil São Luís - MA)
<b>Perguntas sobre Exposição Física</b>
Qual nível de relevância de cada indicador você julga ser mais adequado para a análise de risco de movimento de massa? Exercite se perguntando: "ter o conhecimento/informação sobre tal indicador é importante para analisar o referido risco?" (arraste para o lado se estiver respondendo pelo celular. São cinco alternativas)
Alternativas: Nenhuma relevância, Pouca relevância, Média relevância, Grande relevância, Não tenho conhecimento sobre esta variável.
<b>Fatores Físico-Naturais</b>
Declividade da Encosta (em graus)
Altura da Encosta (em m)
Existência e altura de cortes e/ou aterros
Tipos de corte (em patamares, desordenados, próximo a crista, próximo a base)
Processo de estabilização (muro de contenção, vegetação, solo exposto)
Tipo de rocha
Tamanho do sedimento
Evidências de movimento de massa (ravinas, cicatrizes, fendas, árvores embarrigadas)
Taxa de infiltração do solo
Granulometria
Presença de Matéria Orgânica
Presença de sódio e alumínio
<b>Fatores Físicos do entorno</b>
Condição da rede de esgoto sanitário
Qualidade das redes de águas pluviais
Existência e condição de obras de estabilização
Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)
Condições das tubulações de abastecimento de água
Estrutura das moradias
Cobertura vegetal da encosta e entorno
Drenagem natural (quantidade de canais)
<b>Pessoas Expostas</b>

Presença de crianças
Presença de idosos
Presença de pessoas com deficiência
<b>Perguntas sobre Vulnerabilidade Social</b>
Alternativas: Nenhuma relevância, Pouca relevância, Média relevância, Grande relevância, Não tenho conhecimento sobre esta variável.
<b>Suscetibilidade</b>
Infraestrutura Pública (saneamento, acesso à água, condição da rua)
Condições de Habitação (estrutura da casa)
Nutrição (investimento da renda em alimentos)
Capacidade econômica e de renda (renda per capita, bens de consumo, auxílio do governo, acesso a internet, empregados e desempregados)
<b>Capacidade de Lidar</b>
Governança e Autoridades (percepção dos moradores sobre corrupção, programas sociais, participação em tomadas de decisão)
Preparação para Desastres e Sistema de Alerta (medidas estruturais e percepção quando a presença de Defesa Civil e Corpo de Bombeiros)
Cuidados de saúde/Assistência médica (percepção quanto aos serviços de saúde, pessoas afetadas com doenças graves)
Redes sociais (autoproteção e proteção familiar em caso de desastres)
<b>Capacidade de Adaptação</b>
Educação (analfabetismo e escolaridade)
Equidade de gênero (paridade de gênero na educação e na provisão de renda)
Meio ambiente, Estado ambiental, proteção do ecossistema
Financiamento (se possui plano funerário, plano de saúde, dificuldade de pedir empréstimo)

### APÊNDICE III

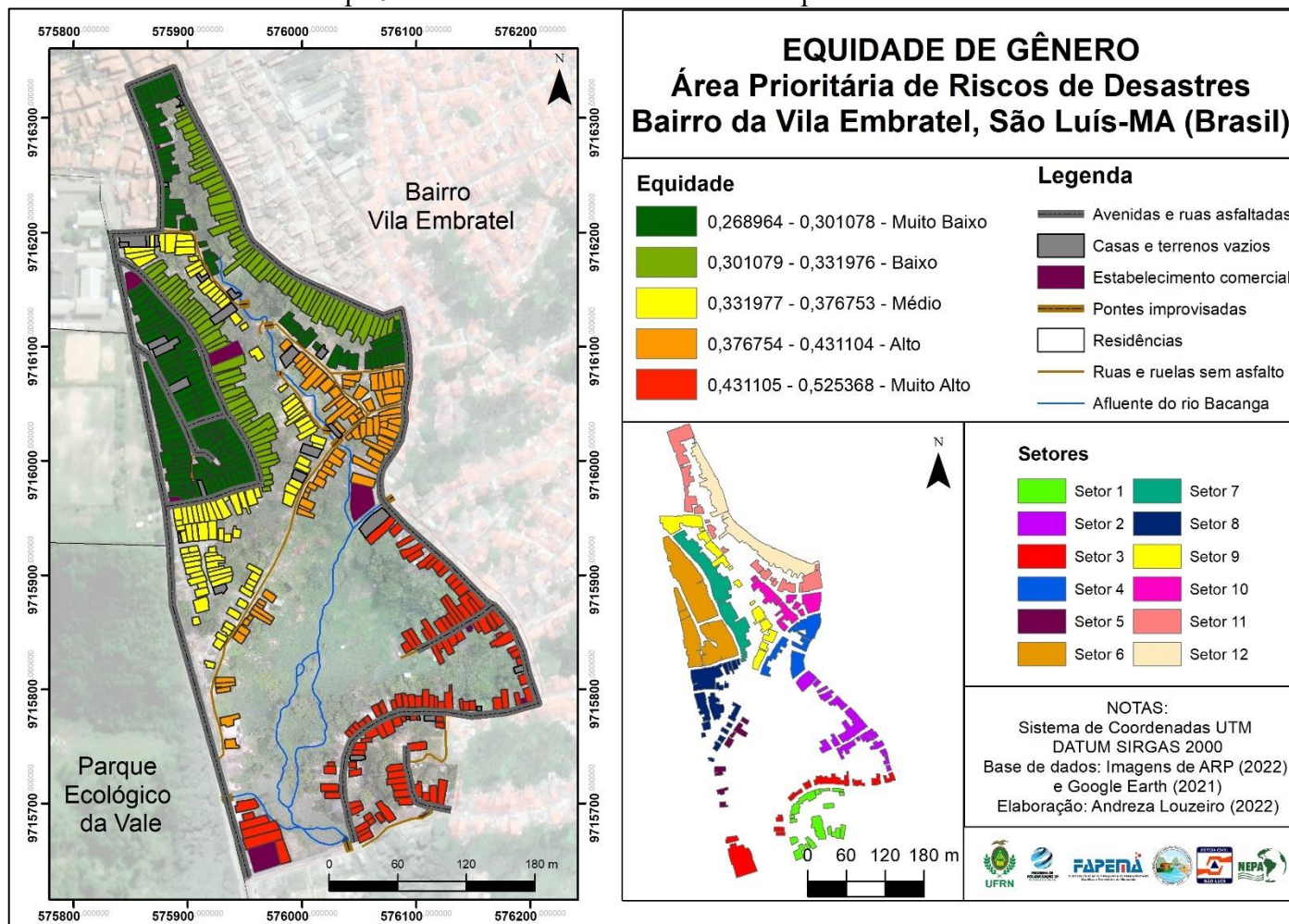
Mapa 8: Vulnerabilidade relacionado à Educação



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE IV

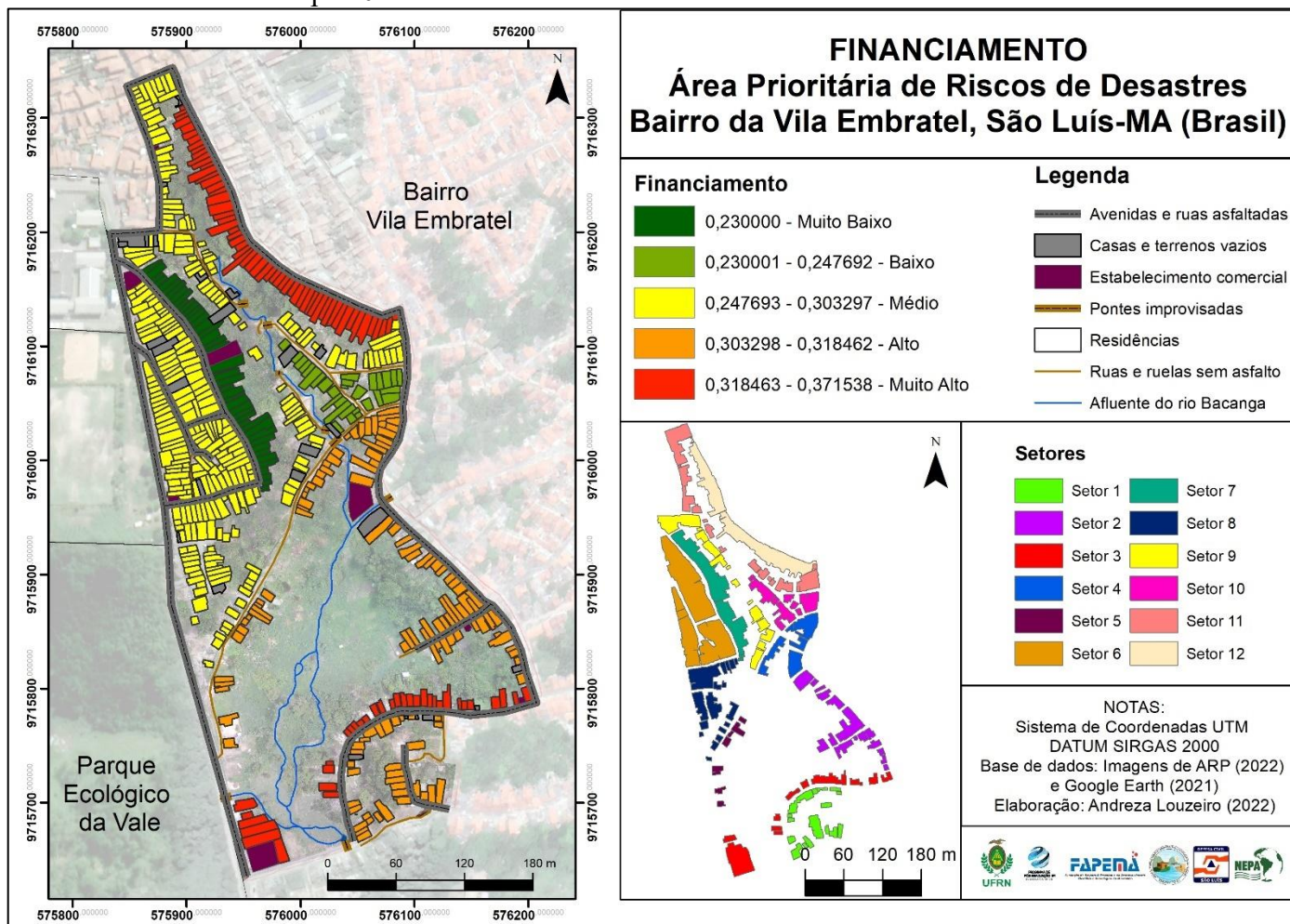
Mapa 9: Vulnerabilidade relacionado a Equidade de Gênero



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

### APÊNDICE V

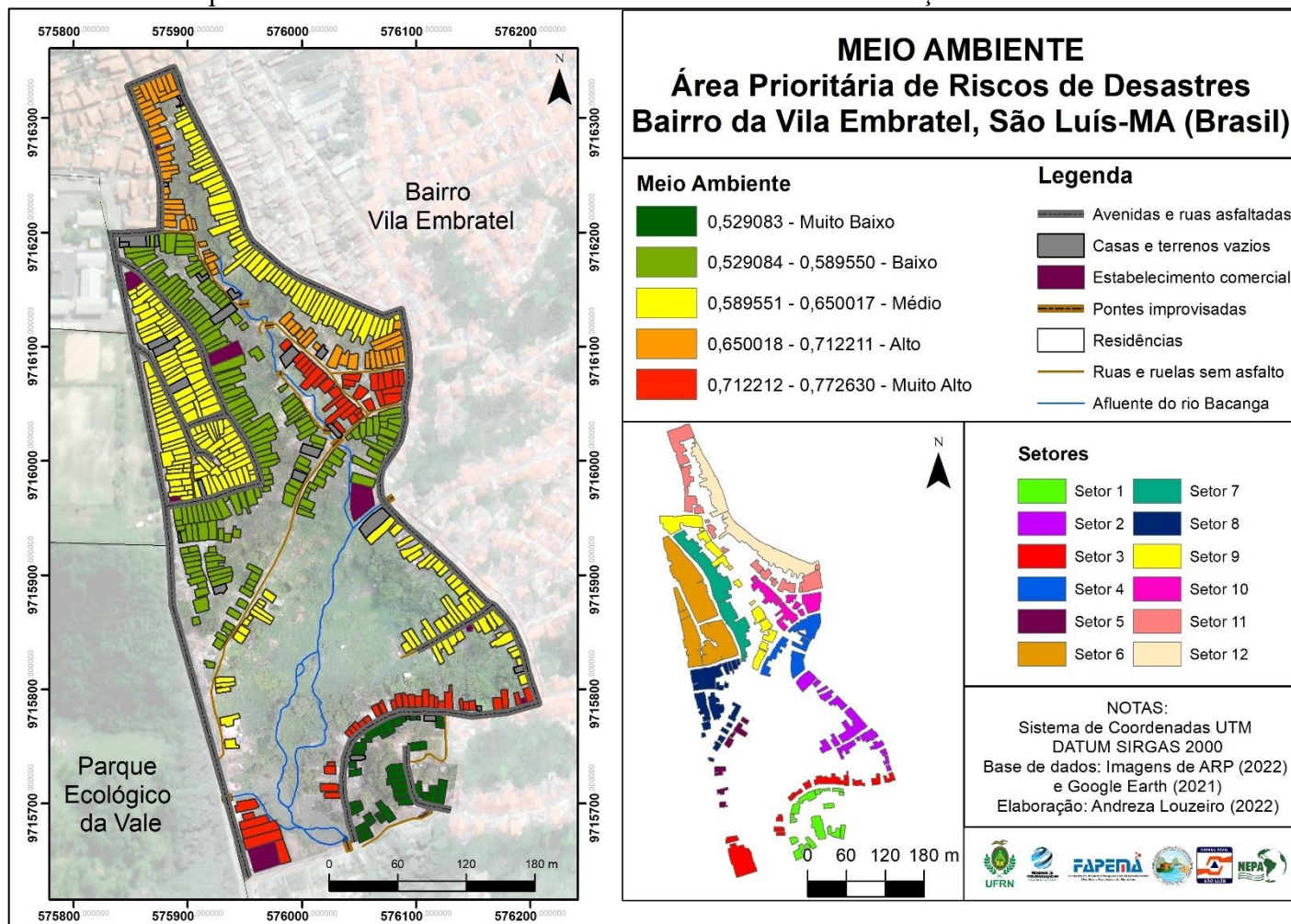
Mapa 10: Vulnerabilidade relacionado ao Financiamento e renda



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE VI

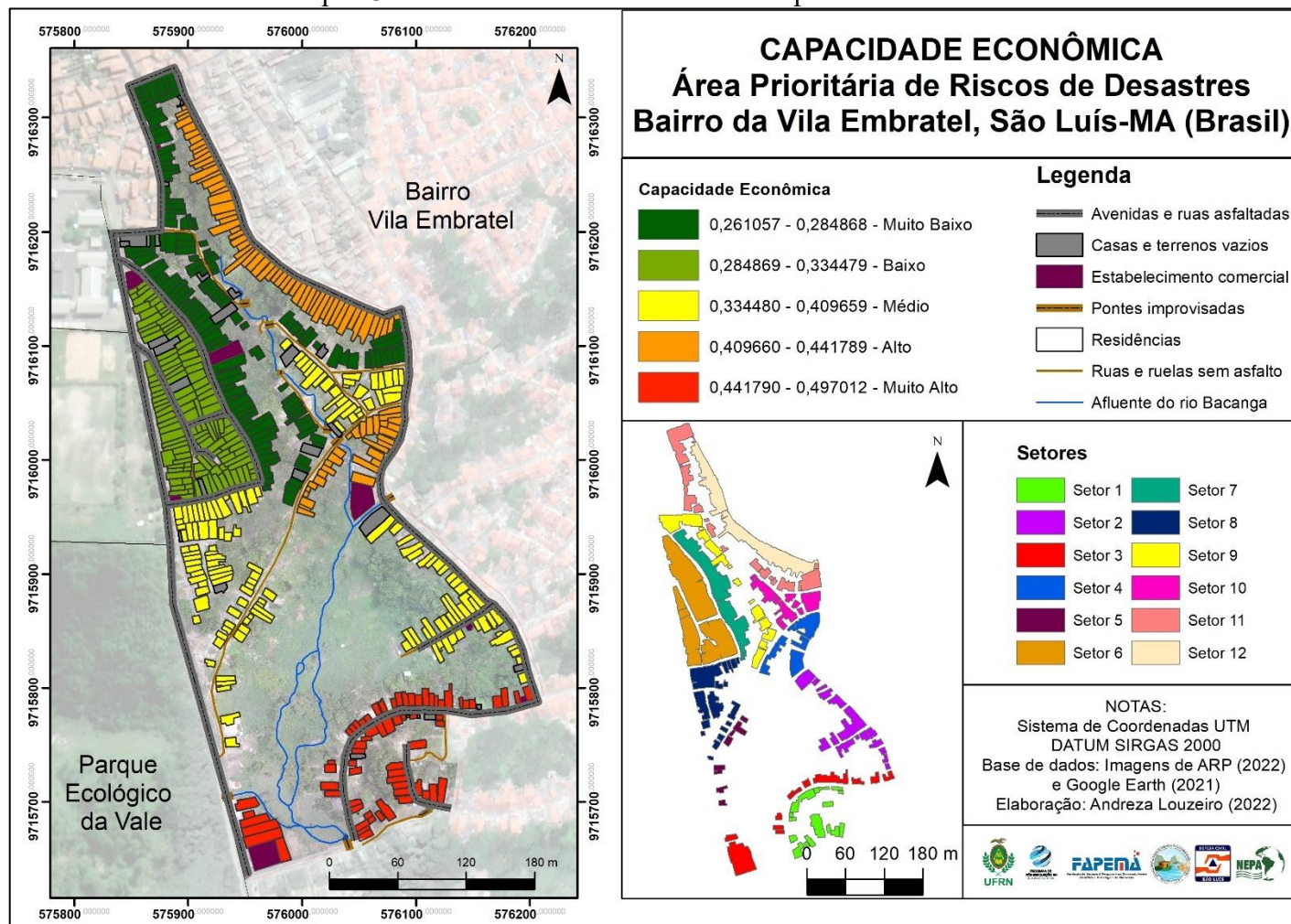
Mapa 11: Vulnerabilidade relacionado ao Meio Ambiente/Proteção do Ecossistema



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE VII

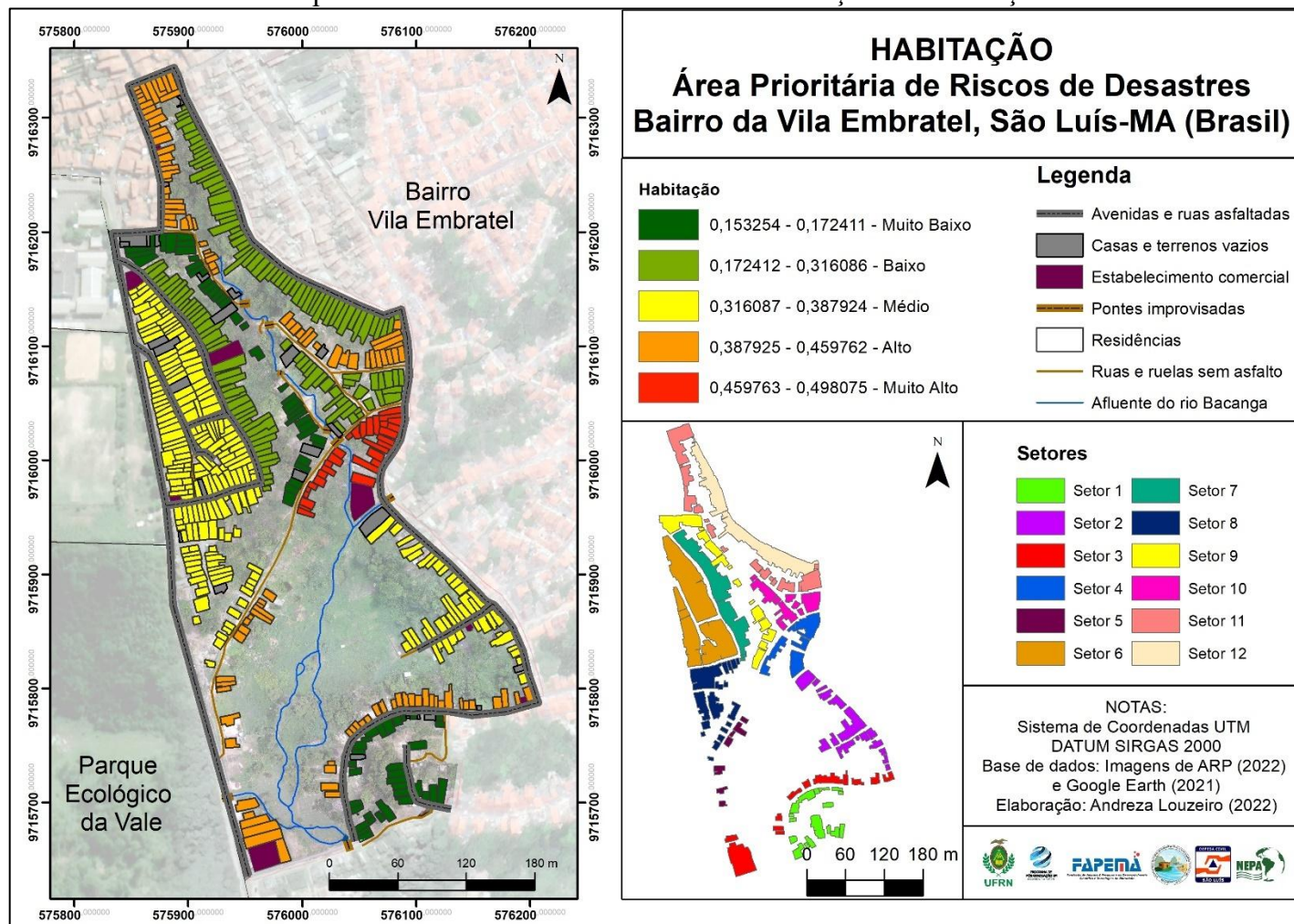
Mapa 13: Vulnerabilidade relacionado à Capacidade Econômica



Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE VII

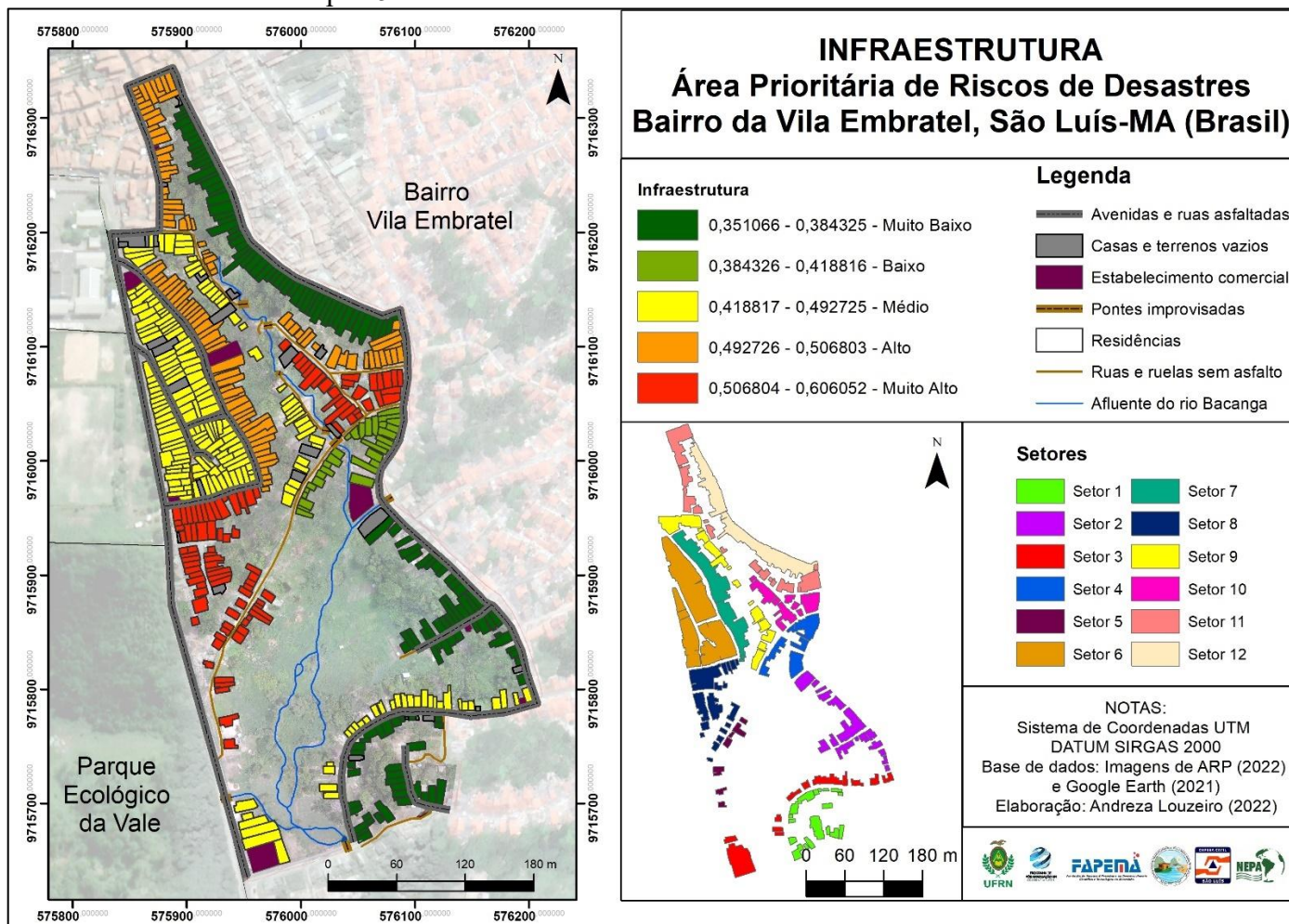
Mapa 14: Vulnerabilidade relacionado às Condições de Habitação



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE IX

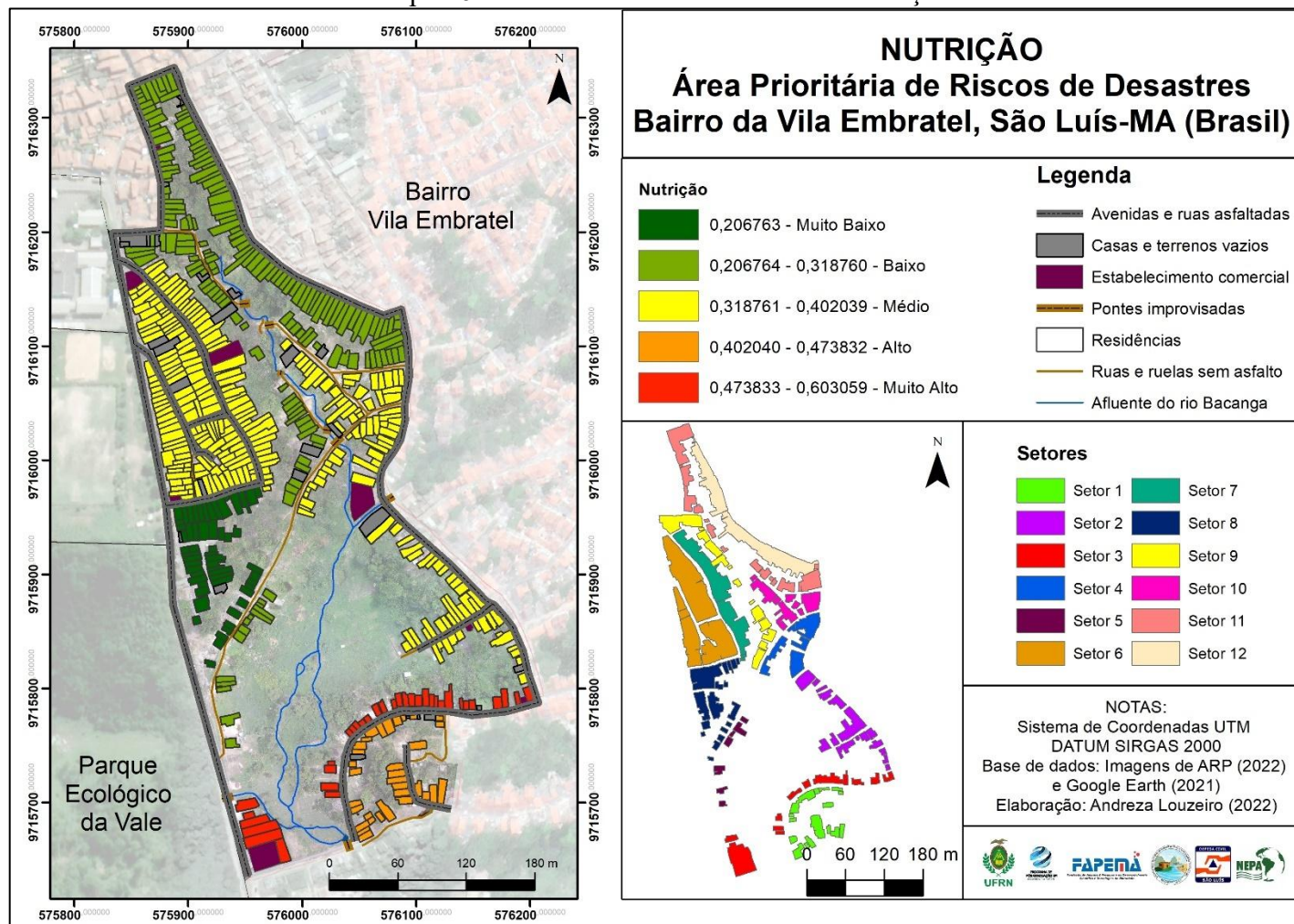
Mapa 15: Vulnerabilidade relacionado à Infraestrutura Pública



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE X

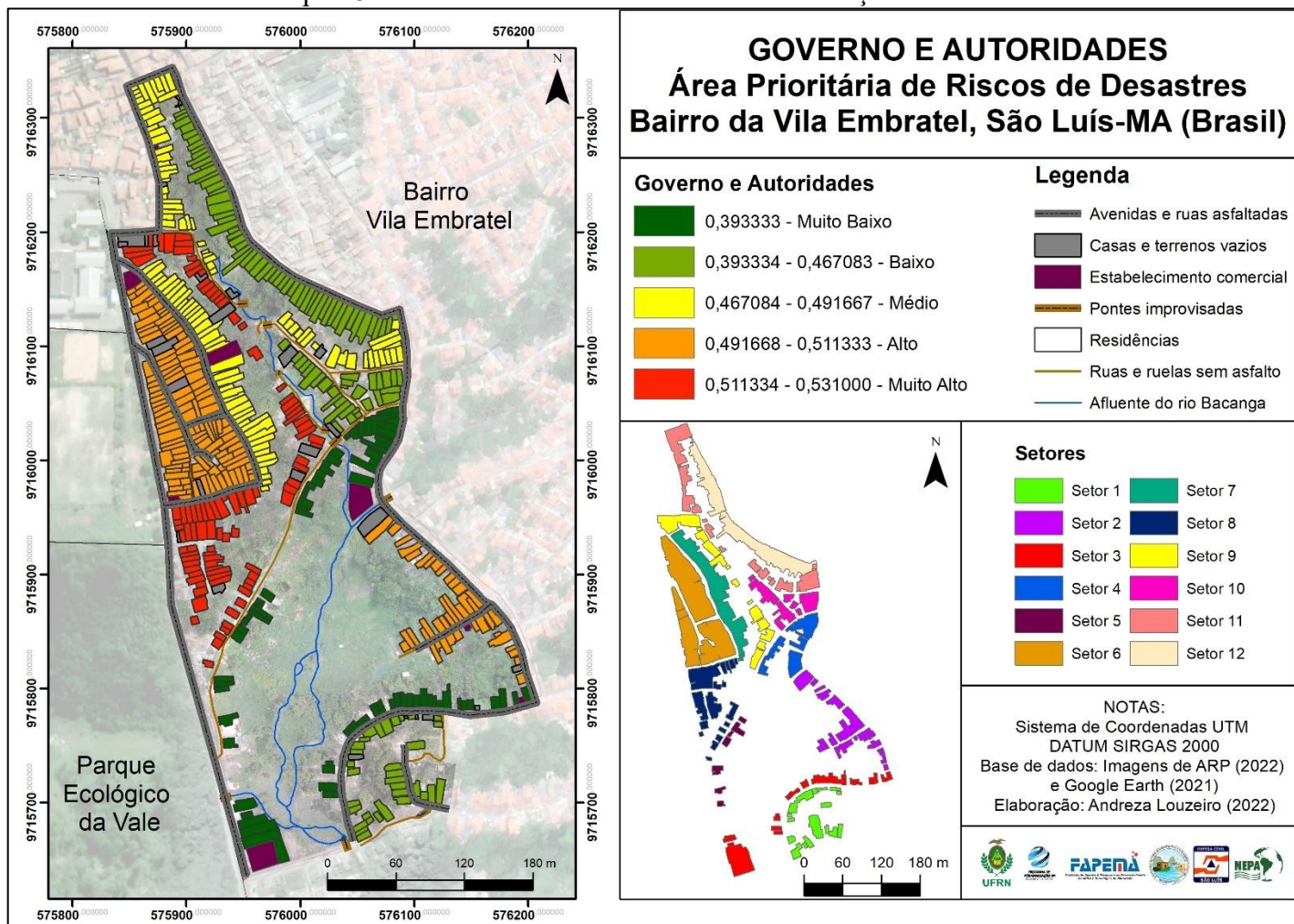
Mapa 16: Vulnerabilidade relacionado à Nutrição



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

### APÊNDICE X

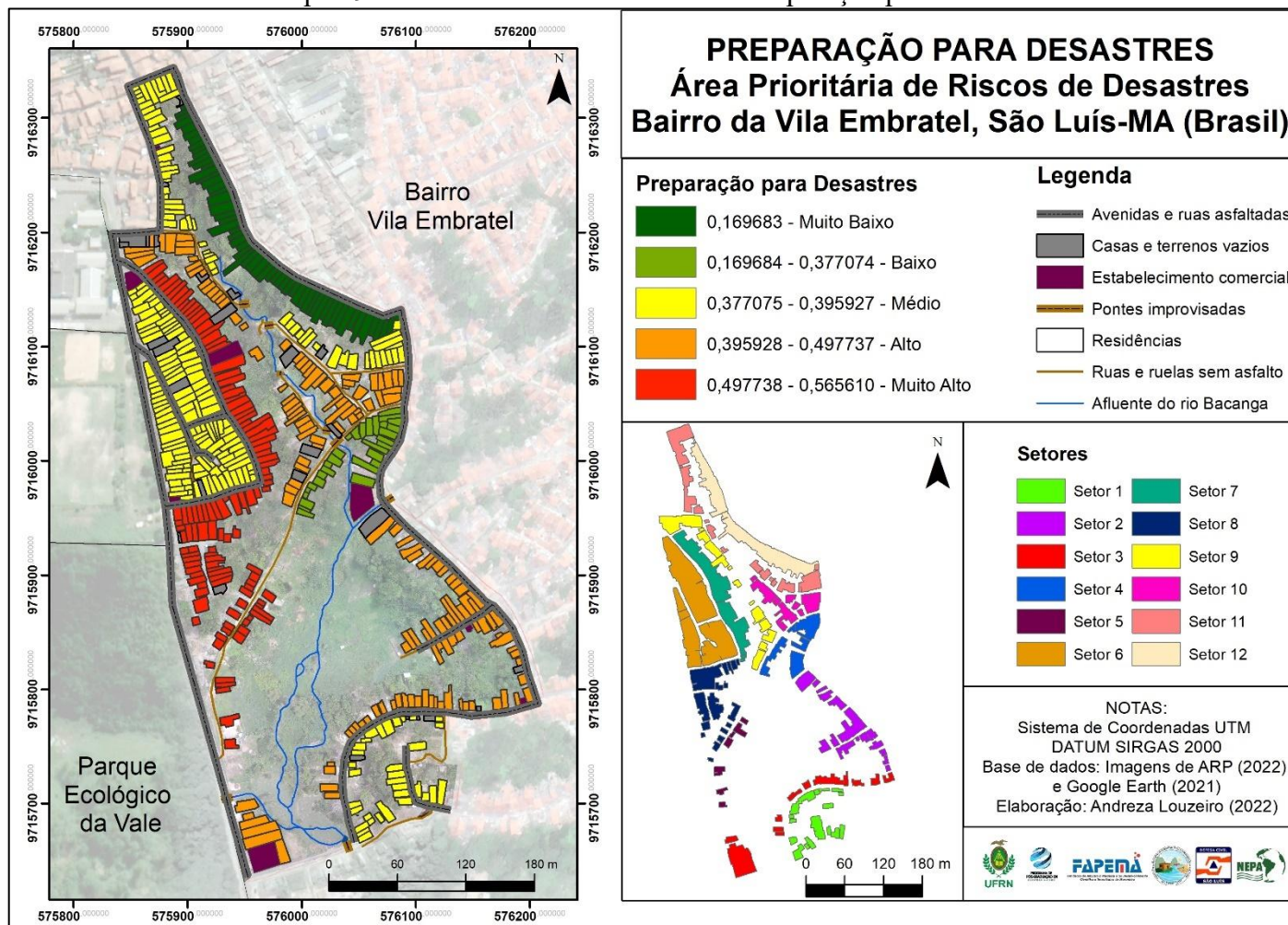
Mapa 18: Vulnerabilidade relacionado à Governança e Autoridades



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE XI

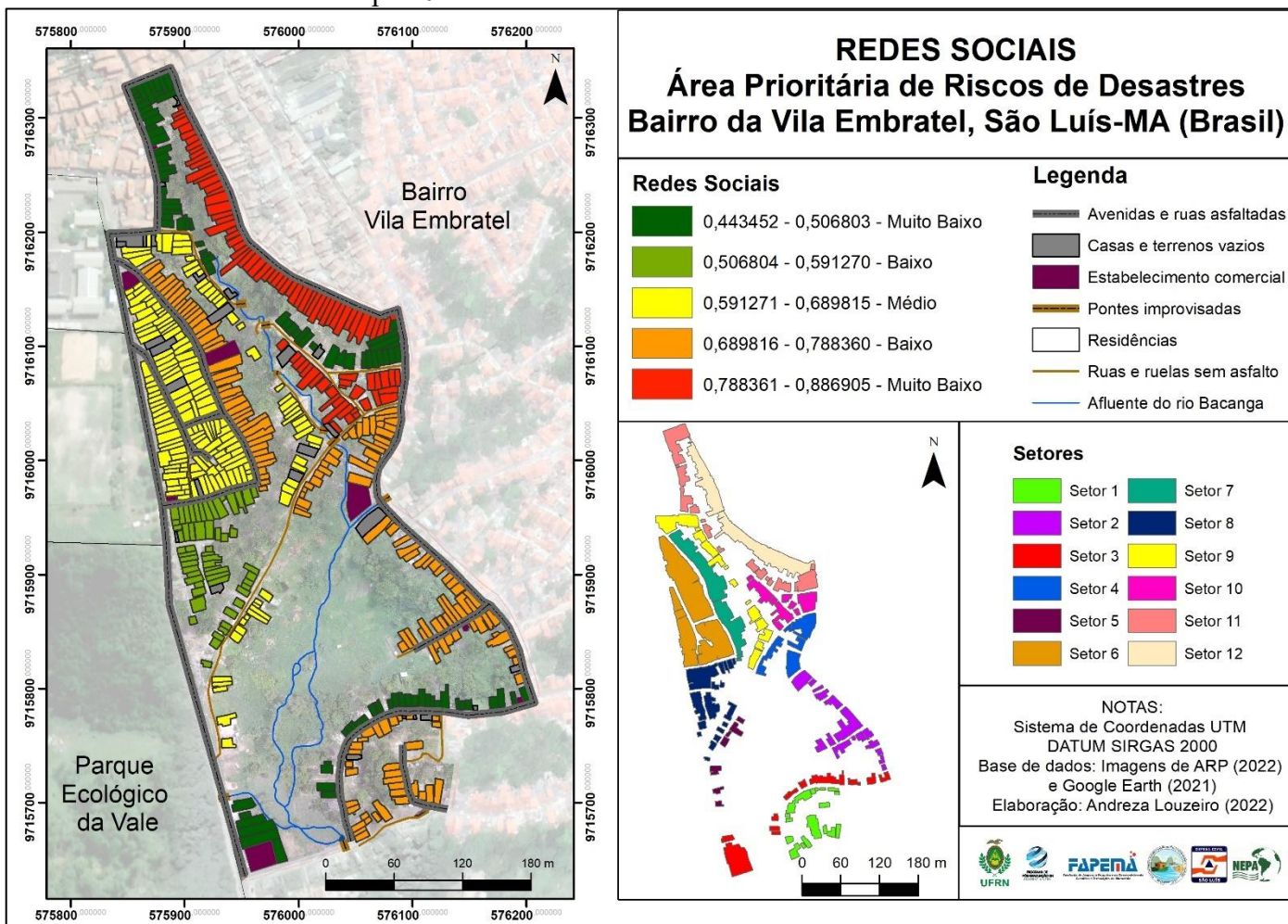
Mapa 19: Vulnerabilidade relacionado à Preparação para Desastres



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

## APÊNDICE XII

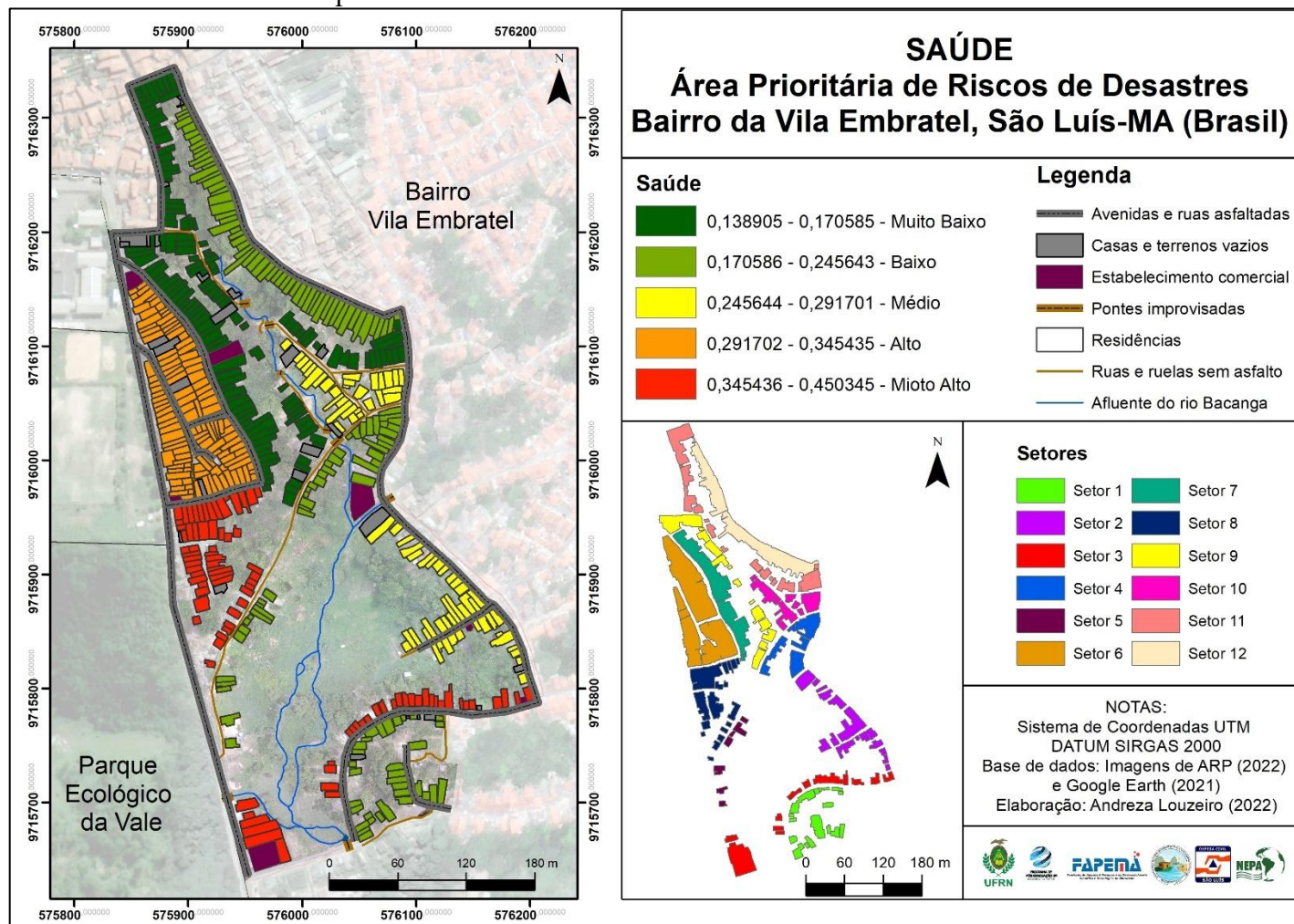
Mapa 20: Vulnerabilidade relacionado à Redes Sociais



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

### APÊNDICE XIII

Mapa 21: Vulnerabilidade relacionado aos Cuidados de Saúde



Fonte: Elaborado pela autora (2022)