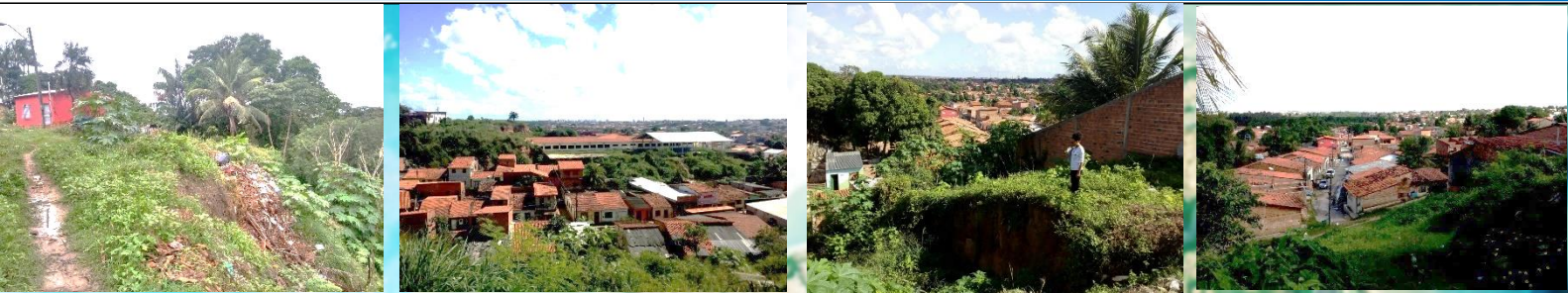




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTE  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



**ANDREZA DOS SANTOS LOUZEIRO**

**VULNERABILIDADE E RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS - MA (BRASIL)**

**ORIENTADOR: PROF. DR. LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA**

**Natal - RN**

**2018**





UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTE  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ANDREZA DOS SANTOS LOUZEIRO

VULNERABILIDADE E RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NO MUNICÍPIO  
DE SÃO LUÍS – MA (BRASIL)

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Lutiane Queiroz de Almeida

Natal - RN

Fevereiro/2018

ANDREZA DOS SANTOS LOUZEIRO

VULNERABILIDADE E RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NO MUNICÍPIO  
DE SÃO LUÍS – MA (BRASIL)

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Lutiane Queiroz de Almeida

Natal, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida  
Orientador (PPGE/UFRN)

---

Prof. Dr. Adriano Lima Troleis  
Examinador Interno (PPGE/UFRN)

---

Profa. Dra. Zulimar Márita Ribeiro Rodrigues  
Examinadora Externa (PPGSA/UFMA)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro de Ciências  
Humanas, Letras e Artes - CCHLA

Louzeiro, Andreza dos Santos.

Vulnerabilidade e risco de movimento de massa no município de São Luís -  
MA (Brasil) / Andreza dos Santos Louzeiro. - 2018.

181f.: il.

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.

Orientador: Prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida.

1. Risco Ambiental (Maranhão). 2. Vulnerabilidade. 3. Movimento de  
Massa. 4. São Luís (Maranhão). I. Almeida, Lutiane Queiroz de. II. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 614.87(812.1)

Elaborado por Ana Luísa Lincka de Sousa - CRB-15/748

*Dedico aos meus pais, os  
grandes amores da minha  
vida. E aos meus irmãos  
que tanto amo.*

## AGRADECIMENTOS

De forma alguma eu poderia deixar de agradecer primeiramente Àquele que me deu e continua me concedendo o fôlego de vida e o sentido para viver. Obrigada, Deus! Muito obrigada por me dar o sustento necessário para chegar até aqui. Amém.

Agradeço imensamente aos meus pais, seres mais que especiais em minha vida, seres iluminados. Sem o amor, apoio e a dedicação que eles têm por mim, eu não teria chegado até aqui. Agradeço pelos conselhos de meu pai, Antonio Louzeiro e pelas incessantes orações da minha mãe, Rozário. Agradeço também aos meus irmãos, pois são um pedacinho de mim. Embora haja distância, mas meu amor por vocês é grande. Agradeço à toda a minha família, pois eu sei que sempre torceram por mim durante todo esse período. Especialmente às minhas tias Penha e Régia, que acompanharam de perto esse percurso, agradeço por suas orações, foram muito valiosas.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFRN pela oportunidade de fazer parte dessa casa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES por me conceder apoio financeiro por meio da bolsa de estudos.

Agradeço ao Grupo de Pesquisa GEORISCO e por cada integrante que faz parte dele. Agradeço a todos por esse vínculo tão importante que criamos durante esses dois anos. Agradeço especialmente à Lutiane, por ser um orientador maravilhoso, divertido e compreensivo, obrigada também por sua amizade. Edimara, pela alegria e por esse sorriso contagiante. Marysol, Letícia, Leila, Yuri e Leônidas, por me ajudarem prontamente sempre que eu precisava. Vinnícius, pelos galhinhos quebrados. Pedro e Jhon, pelas risadas. Dyego e Gabryel, pelas ajudas tecnológicas. Josi, pelo apoio. Cada um teve uma grande importância no decorrer de toda essa pesquisa. Vocês são demais!

Agradeço ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPA, especialmente ao prof. Cordeiro por todo apoio concedido no decorrer dessa pesquisa, à profa. Márta pela alegria, prestatividade e por aceitar prontamente fazer parte da minha banca de dissertação, à Ulisses pelo apoio e sempre, pelos conselhos, pela amizade e por ser uma pessoinha tão especial. E aos amigos NEPA, pelo apoio de sempre.

Agradeço à Defesa Civil municipal de São Luís por todas as informações e apoio concedido, principalmente no acompanhamento nas atividades de campo.

Agradeço às minhas amigas, companheiras e irmãs de coração Thiara e Nayara. Nossa, como vocês são especiais! Thi, pelos conselhos, compreensão, paciência e dedicação nessa nossa amizade. Nay, minha quase prima, mas é a pessoa que melhor compreende minhas peculiaridades rsrs. Obrigada, meus amores pelo apoio, amizade, paciência e por me amarem ♥

Agradeço à amigos muito especiais e que nesse período me ajudaram tanto. Wagner, por todos os troncos quebrados, por sempre me ajudar nos momentos mais desesperados e pela amizade que eu sei que é pra vida toda. Naizinha, por ser tão amiga, prestativa naqueles momentos que não há ninguém, apenas você, pelo companheirismo e ser tão pequenininha, Naizinha. Te amo, migles! Ozimo, por essa amizade que vale mais que ouro, te agradeço por ser uma pessoa tão especial na minha vida. Paulo, pela paciência, prestatividade, receptividade e por toda ajuda que me concedeu para que essa pesquisa tivesse bons resultados. Marco, por todos os galhos quebrados, pela companhia nos campos e por me ajudar quando eu mais precisei. Vocês têm um coração de ouro.

Agradeço às pessoas que passaram pela nossa casa, foram embora, mas deixaram um sentimento de carinho enorme no meu coração. À Marquinhos pelos babados, risadas e pela linda amizade. À Inés, pelo apoio, palavras de força, conselhos, pelos pratos típicos maravilhosos e por ser a argentina mais simpática que conheço.

Agradeço às amigadas que cultivei em Natal no decorrer desse período, especialmente à turma de mestrado 2016.1. Cada um têm uma importância ímpar. Agradeço especialmente à Welton e Léo, pela amizade sincera, apoio, conversas e hospitalidade. À Dayane e Ivaniza por serem meninas lindas e por fazerem parte dessa história. À Leandro Lima por todas as dicas acadêmicas muito bem recebidas.

Agradeço à Maurício e Carlos pelas informações essenciais sobre as áreas de risco da Vila Embratel e Coroadinho. A Jonatas por me acompanhar nos campos mais tensos que já tive. À Jamile e Felipe Mesquita por serem essenciais nas últimas fotos dessa pesquisa. À dona Graça, pela força, oração, palavras de fé e apoio e por, nos últimos instantes, me conceder informações valiosas sobre áreas de São Luís. Da mesma forma agradeço também a dona Edilene, que sei que torceu e torce muito pelo nosso sucesso. À Flávia por ser essencial aos 45 do segundo tempo!

Sou grata a todos que direta ou indiretamente apoiaram a mim e a essa pesquisa.

O mundo tornou-se perigoso, porque os  
homens aprenderam a dominar a natureza  
antes de compreenderem a si mesmos

Albert Schweitzer

## RESUMO

A noção de risco está associada diretamente à integridade física, psicológica e/ou material do indivíduo. Pode-se afirmar que existem pessoas mais e menos vulneráveis, mas todos nós estamos expostos ao risco, pois não existe risco zero. O município de São Luís – MA possui pontos de riscos de movimento de massa localizados em áreas impróprias para moradia. Esses locais estão situados em áreas de encostas e ambientes declivosos, os quais são de fácil ocupação e sem custo para construção de residências, o que facilita a tomada de parte desses terrenos para tal fim. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é analisar a vulnerabilidade socioambiental no município de São Luís - MA, considerando os riscos de movimento de massa na área. Para alcançar esse objetivo, a pesquisa está embasada na Teoria Sistêmica, que considera a relação da dinâmica natural com as atividades antrópicas e na metodologia abordada por Crepani *et al* (2001), a qual tem base na estabilidade dos meios, Tricart (1977), levando em consideração a sobreposição dos elementos naturais da área através da atribuição de pesos que variaram entre 1 e 3. Além disso, o fator social foi essencial para identificação das áreas mais vulneráveis pois estas são as mais expostas. Para tanto, adotou-se uma adaptação do Índice de Vulnerabilidade Social abordado por Almeida (2010) e Almeida, Welle e Birkmann (2016) valendo-se de dados do IBGE (2010) que denotam desvantagem social no nível de setor censitário, tais informações foram sintetizadas e também foram atribuídos valores que variaram entre 0 e 1. Alguns modelos foram testados com a finalidade de identificar o resultado que melhor se adequaria à realidade da área de estudo. A partir dos dados sociais e ambientais os índices de vulnerabilidade social e ambiental foram sobrepostos, indicando áreas pontuais e expressivas de riscos de movimento de massa. Neste sentido, a partir dos resultados dessa pesquisa foi possível afirmar que os ambientes mais expostos à riscos de movimento de massa estão situados nas áreas de maior adensamento populacional e em locais pontuais da zona rural. Tais ambientes se caracterizam por possuir o fator declividade como condicionante para haver a movimentação de massa. E ainda, a construção de imóveis em áreas de encosta acentua o risco, deixando a população ludovicense mais exposta.

**Palavras-chave:** Risco. Vulnerabilidade. Movimento de massa. São Luís–MA (Brasil).

## ABSTRACT

The notion of risk is directly associated with the physical, psychological and / or material integrity of the individual. It can be said that there are more and less vulnerable people, but we are all exposed to risk because there is zero risk. The municipality of São Luís - MA has points of mass movement risks located in areas unsuitable for housing. These sites are located in sloping areas and sloping environments, which are easy to occupy and at no cost to build homes, which facilitates the taking of part of these lands for this purpose. Therefore, the objective of this research is to analyze the social and environmental vulnerability in the city of. Considering the risks of mass movement in the area. In order to reach this goal, the research is based on the Systemic Theory, which considers the relationship of natural dynamics with anthropic activities and the methodology approached by Crepani et al (2001), which is based on the stability of the media, Tricart (1977), taking into account the overlap of the natural elements of the area through the attribution of weights that varied between 1 and 3. In addition, the social factor was essential for identifying the most vulnerable areas because they are the most exposed. In order to do so, we adopted an adaptation of the Social Vulnerability Index Almeida (2010) and Almeida, Welle and Birkmann (2016) using IBGE data (2010) that denote social disadvantage at the census tract level. were also synthesized and values ranging from 0 to 1 were also assigned. Some models were tested with the purpose of identifying the result that would best fit the reality of the study area. Based on social and environmental data, social and environmental vulnerability indexes were superimposed, indicating specific and significant areas of risk of mass movement. In this sense, from the results of this research it was possible to affirm that the environments most exposed to the risks of mass movement are located in the areas of greater population density and in specific places of the rural area. These environments are characterized by having the declivity factor as conditioning for mass movement. And the construction of real estate in hillsides accentuates the risk, leaving the Ludovic population more exposed.

**Keywords:** Risk. Vulnerability. Mass movement. São Luís – MA (Brazil).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Distribuição dos tipos de desastres naturais no mundo, período 1900-2006.	34
Figura 02	Depósitos de mangue. Rio Tijupá, margem de São Luís – MA	55
Figura 03	Depósitos litorâneos na praia da Litorânea	55
Figura 04	Mineradora VALE instalada em local distante de residências na Av. Eng. Hemiliano Macieira.	66
Figura 05	Costões rochosos na ilha de Tauá Mirim.	68
Figura 06	Casa de festas e hotéis sobre as dunas de São Luís, no bairro Calhau, demonstrando técnica de construção mais resistentes à erosão.	67
Figura 07	Construção de hotéis nas dunas, bairro Calhau	67
Figura 08	Planície Fluviomarinha do rio Tijupá. Divisa entre os municípios de São Luís e São José de Ribamar	68
Figura 09	Planície litorânea da Praia Litorânea em São Luís – MA	69
Figura 10	Falésias da praia de São Marcos, São Luís – MA	70
Figura 11	Gleissolos no rio Tijupá (divisa entre São Luís e São José de Ribamar).	77
Figura 12	Neossolos da praia Litorânea	77
Figura 13	Plantação de banana em área de encosta, Vila Bacanga (Itaqui Bacanga).	97
Figura 14	Sinais de rachaduras em residência, Vila Conceição (Coroadinho)	97
Figura 15	Inclinação da rua Nossa Senhora Aparecida no bairro Pão de Açúcar.	98
Figura 16	Residências localizadas próximas a encostas, bairro Pão de Açúcar	98
Figuras 17 e 18	Notícias de jornais alertando sobre inundação e movimento de massa em São Luís.	98
Figuras 19 e 20	Notícias de jornais alertando sobre alagamento e movimento de massa em São Luís.	98
Figura 21	Classificação dos dados do índice de vulnerabilidade para característica dos domicílios	109
Figura 22	Fatores que compõem o índice de vulnerabilidade social	109
Figura 23	Área ocupada de forma irregular “invasão” no Bairro São Raimundo	111
Figuras 24 e 25	Área com bons indicadores de saneamento básico e infraestrutura urbana, bairro Calhau, São Luís – MA.	111
Figuras 26	Setores com vulnerabilidade social muito alta para renda dos	112

e 27	domicílios (Bairro Coroado à esquerda e Rio Grande à direita)	
Figura 28	Indicador da extrema pobreza na área urbana de São Luís – MA.	113
Figura 29	Evolução da porcentagem da diferença do salário por gênero em São Luís.	114
Figura 30	Indicador de adolescentes responsáveis por domicílios na área urbana de São Luís – MA	116
Figura 31	Indicador de analfabetismo na zona urbana de São Luís	118
Figura 32	Presença de lixo no entorno dos domicílios. Vila Natal à esquerda	120
Figura 33	Morro da Zé Bombom à direita (Bairro Coroadinho)	120
Figura 34	Indicadores de domicílios sem coleta de lixo.	121
Figura 35	Ponderação que resultou da multiplicação do fator ponderado pelo seu valor em relação ao total	128
Figura 36	Resultado final do IVS. Destaque para a soma da ponderação de todos os fatores.	128
Figura 37	Presença de lixo e entulho às margens do córrego à esquerda	133
Figura 38	Escoamento superficial de esgoto à direita. Vila Funil, São Luís – MA	133
Figura 39	Comunidade Rio Grande (zona rural) apresentando instalação de residência em ambiente instável (à esquerda)	134
Figura 40	Ausência de asfalto Comunidade Rio Grande (à direita).	134
Figura 41	Vila Itamar (Zona urbana). Ausência de asfalto e lixo no entorno dos domicílios (à esquerda)	134
Figura 42	Cano para escoamento doméstico nos fundos da casa	134
Figura 43	Estrada da Vitória, Sacavém (à esquerda)	135
Figura 44	Estrada da Vitória, Sacavém (à esquerda)	135
Figura 45	Comunidade Caracueira. Trabalhadores retornando da pesca (à esquerda)	136
Figura 46	Casas de alvenaria e presença de asfalto na rua.	136
Figura 47	Bairro Cohatrac (vulnerabilidade baixa à esquerda)	137
Figura 48	Calhau (vulnerabilidade muito baixa à direita)	134
Figura 49	Esquema da composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental	138
Figura 50	Cálculo através da média ponderada pela calculadora raster.	140
Figura 51	Cálculo através da multiplicação pela calculadora raster	140
Figura 52	Localização e situação da área de risco no bairro Sacavém	144
Figura 53	Notícia de jornal sobre movimento de massa no bairro Sacavém (à esquerda)	145
Figura 54	Notícias sobre a realocação de moradores nas áreas de risco.	145

Figura 55	Notícia sobre movimento de massa na área Itaqui Bacanga	146
Figura 56	Localização e situação das áreas de movimento de massa do bairro Vila Embratel	146
Figura 57 e 58	– Localização e situação da “invasão” no bairro São Raimundo (Zona Rural)	147
Figura 59	Notícia sobre reivindicação por melhorias para a Vila Ayrton Senna, Imagens da vertente do bairro e localização.	148
Figura 60 e 61	Construção de hotéis e casa de festa na Avenida Litorânea	150
Figura 62 e 63	Notícias de alagamento nos bairros Renascença e Calhau, São Luís – MA	150
Figura 64 e 65	Área de Proteção Ambiental do Itapiracó	151
Figura 66	Setores com vulnerabilidade socioambiental baixa e muito baixa	151
Figura 67	Área com asfalto sem sinais de deterioração (à esquerda)	152
Figura 68	Asfalto com fraturas de erosão (à direita)	152
Figura 69	Loteamentos ocupados de forma espontânea próximo ao conjunto residencial do bairro Cantinho do Céu.	152
Figura 70	Setor com vulnerabilidade socioambiental baixa	153

### **LISTA DE MAPAS**

Mapa 01	Localização do município de São Luís – MA	23
Mapa 02	Formação Geológica do município de São Luís – MA	54
Mapa 03	Vulnerabilidade para a Geologia (São Luís – MA)	57
Mapa 04	Altimetria de São Luís – MA	60
Mapa 05	Vulnerabilidade da Altimetria de São Luís – MA	61
Mapa 06	Declividade de São Luís -MA	62
Mapa07	Vulnerabilidade da declividade de São Luís – MA	65
Mapa08	Unidades Geomorfológicas de São Luís – MA	68
Mapa09	Vulnerabilidade das Unidades Geomorfológicas de São Luís – MA	72
Mapa10	Vulnerabilidade da Geomorfologia em São Luís – MA	75
Mapa11	Formação Pedológica de São Luís – MA	78
Mapa12	Vulnerabilidade da Pedologia de São Luís – MA	79
Mapa13	Uso e cobertura do solo em São Luís – MA	83
Mapa14	Vulnerabilidade para uso e cobertura do solo em São Luís – MA	87

Mapa15	Comportamento pluviométrico entre 2015-2017 em São Luís – MA	92
Mapa16	Vulnerabilidade Ambiental em São Luís – MA	94
Mapa17	Localização das áreas de risco em São Luís – MA	96
Mapa18	Setores censitários de São Luís – MA	101
Mapa19	Vulnerabilidade para Características Gerais dos domicílios	122
Mapa20	Vulnerabilidade para total de Alfabetizados por setor censitário	123
Mapa21	Vulnerabilidade para características do entorno dos domicílios	124
Mapa22	Vulnerabilidade para Responsável/Faixa etária	125
Mapa23	Vulnerabilidade para Gênero/Renda	126
Mapa24	Vulnerabilidade para Renda dos domicílios	127
Mapa25	Vulnerabilidade Social do município de São Luís – MA (Método Quantile)	131
Mapa26	Vulnerabilidade Social do município de São Luís – MA (Método Natural Breaks)	132
Mapa27	Índice de vulnerabilidade socioambiental (ponderação)	142
Mapa28	Índice de Vulnerabilidade socioambiental (multiplicação)	143

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01	Variáveis utilizadas no Índice de Vulnerabilidade Ambiental	46
Tabela 02	Grau de vulnerabilidade presente em cada Plano de Informação	50
Tabela 03	Escala-resumo de vulnerabilidade	52
Tabela 04	Escala de denudação das rochas mais comuns	56
Tabela 05	Unidades Geológicas da área de estudo	66
Tabela 06	Valores de Vulnerabilidade para amplitude altimétrica	62
Tabela 07	Valores de vulnerabilidade para declividade das encostas	66
Tabela 08	Vulnerabilidade para a morfografia de São Luís	73
Tabela 09	Valores de vulnerabilidade dos solos	80
Tabela 10	Vulnerabilidade para os tipos de solos da área de estudo	80
Tabela 11	Etapas para o cálculo de ponderação das variáveis e fatores	108
Tabela 12	Classes dos valores ponderados e suas respectivas cores (Natural Breaks)	129
Tabela 13	Classes dos valores ponderados e suas respectivas cores (Quantile)	129
Tabela 14	Metodologia de elaboração da legenda para o mapa de	139

	vulnerabilidade socioambiental	
Tabela 15	Valores para classificação do raster de vulnerabilidade socioambiental (média ponderada)	140
Tabela 16	Valores para classificação do raster de vulnerabilidade socioambiental (média ponderada)	141

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Ocorrência de desastres no Brasil entre os anos de 1990 a 2000	34
Gráfico 02	Mortos por tipo de desastre no Brasil entre os anos de 1990 e 2000	35
Gráfico 03	Normais Climatológicas da Precipitação (mm) no município de São Luís (1982-2012).	90
Gráfico 04	Temperatura de São Luís entre os anos de 1982 a 2012	41
Gráfico 05	Exemplo de histograma com frequência normal	106
Gráfico 06	Exemplo de histograma com frequência anormal.	106
Gráfico 07	Porcentagem quantidade de setores vulneráveis para renda dos moradores.	112
Gráfico 08	Porcentagem quantidade de setores vulneráveis para renda dos moradores.	112
Gráfico 09	Porcentagem de vulnerabilidade para gênero/renda em São Luís - MA	115
Gráfico 10	Quantidade de setores vulneráveis para Responsável/Faixa etária	116
Gráfico 11	Porcentagem da vulnerabilidade de setores para Responsáveis/Faixa Etária	116
Gráfico 12	Quantidade de setores por grau de vulnerabilidade para analfabetos	117
Gráfico 13	Porcentagem de setores para vulnerabilidade para analfabetos	118
Gráfico 14	Quantidade de setores por grau de vulnerabilidade para analfabetos	119
Gráfico 15	Porcentagem de setores para vulnerabilidade para analfabetos	119
Gráfico 16	Quantidade de setores com lixo no entorno	120
Gráfico 17	Porcentagem de setores com lixo no entorno.	120
Gráfico 18	Quantidade de setores em vulnerabilidade social em São Luís - MA	130
Gráfico 19	Porcentagem de setores em vulnerabilidade social em São Luís - MA	130

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Principais tipos de movimentos de massa em encostas.	35
Quadro 02	Taxonomia e descrição dos meios	49
Quadro 03	Avaliação dos valores de estabilidade dos meios	50
Quadro 04	Classes de uso e cobertura do solo (São Luís – MA)	84
Quadro 05	Vulnerabilidade para uso e cobertura do solo	89
Quadro 06	Variáveis relacionadas à vulnerabilidade social	102
Quadro 07	Variáveis do Censo Demográfico IBGE (2010) compiladas	107

## LISTA DE SIGLAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCID	Instituto das Cidades
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IVA	Índice de Vulnerabilidade Ambiental
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
IVSA	Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
MA	Maranhão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PD	Plano Diretor
PI	Plano de Informação
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SRTM	Missão Topográfica Radar Shuttle
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UM-ISDR	Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	18
<b>1 ABORDAGENS DE RISCO NA GEOGRAFIA</b>	24
1.1 Análise do conceito de risco	28
1.2 Análise de risco de movimento de massas	32
1.3 Risco e Vulnerabilidade social em áreas urbanizadas	37
1.4 Geotecnologias para análise de risco	42
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b>	44
2.1 Materiais e Técnicas para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental	44
2.1.1 Dados e Fontes	44
2.1.2 Trabalhos de campo	45
2.1.3 Procedimentos	46
<b>3 VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM SÃO LUÍS - MA</b>	48
3.1 Procedimentos para elaboração do IVA	48
3.2 Base cartográfica e Espacialização do IVA	52
3.3 Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Ambiental de São Luís	93
<b>4 VULNERABILIDADE SOCIAL EM SÃO LUIS - MA</b>	100
4.1 Procedimentos para elaboração do IVS	100
4.2 Fatores que compõem a Vulnerabilidade Social	109
4.3 Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Social de São Luís	128
<b>5 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DE SÃO LUÍS - MA</b>	138
5.1 Procedimentos para elaboração do IVSA	138
5.2 Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental	141
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	154
<b>REFERÊNCIAS</b>	161
<b>ANEXO I - Principais Áreas de Risco de São Luís – MA</b>	170
<b>APÊNDICE I - Ficha de entrevista (Defesa Civil)</b>	175
<b>APÊNDICE II - Relação das áreas de campo visitadas</b>	176
<b>APÊNDICE III - Ficha de campo (moradores)</b>	179
<b>APÊNDICE IV - Valores para Vulnerabilidade Social de cada fator</b>	180

A noção de risco está associada diretamente à integridade física, psicológica e material de um indivíduo ou de uma sociedade, não necessariamente com os três fatores juntos. Para que o elemento risco exista deve haver uma força de ordem natural, antrópica ou tecnológica, onde aquela, muitas vezes, é acentuada por elementos de cunho antrópico.

No que se refere aos riscos naturais, podem se destacar estudos voltados para fragilidades e vulnerabilidades, as quais muitas vezes são tratadas como sinônimos. Esses dois temas estão diretamente interligados, mas não são os mesmos, pois a fragilidade está voltada para a instabilidade natural do ambiente, já a vulnerabilidade diz respeito aos riscos a que um indivíduo ou uma população estão acometidos diante de um evento natural, antrópico, tecnológico ou industrial.

Segundo Ross (1994) a análise da fragilidade tem o princípio básico de definir os diferentes níveis de fragilidade dos ambientes naturais, modificados ou não pelas atividades antrópicas, em face ao desenvolvimento urbano ou rural. Santos (2015) ainda afirma que as unidades de fragilidade potencial estão associadas aos ambientes estáveis que se encontram em condições de equilíbrio dinâmico e as unidades de fragilidade emergente estão associadas aos ambientes fortemente instáveis, onde não se configuram as condições de equilíbrio dinâmico, podendo ser também naturalmente frágeis, independentes da ação humana.

Quanto à vulnerabilidade, existe uma gama de conceitos sobre esse termo que é tratado em diversas áreas do conhecimento, mas tratar-se-á aqui na perspectiva da análise dos riscos. De acordo com Cutter (2003) dentre as ciências ambientais, a ciência da vulnerabilidade pode contribuir para o entendimento das circunstâncias que põem as pessoas em risco e das condicionantes que reduzem a habilidade com que as pessoas e os lugares respondem às ameaças ambientais, ou seja, reduzem suas resiliências. Nesta perspectiva, a vulnerabilidade se tornou base para contribuir com a elaboração de políticas de redução de riscos, perigos e desastres.

Ambos os conceitos podem ser analisados com os mesmos procedimentos, pois a fragilidade, bem como a vulnerabilidade levam em consideração o estudo de aspectos como a geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso e cobertura do

solo. No entanto, a diferença é que na perspectiva da fragilidade a ideia é apenas a identificação da instabilidade natural do ambiente; já a vulnerabilidade avalia o local, considerando sua forma instável e o risco em que um indivíduo ou sociedade está acometido devido a essa conformação natural da área.

Levando em consideração a atuação antrópica, as circunstâncias de risco podem ser acentuadas devido ao crescimento urbano sem planejamento, o qual está fortemente relacionado a pobreza e a degradação ambiental. Frente a isso, é notável a instalação de moradias em locais inapropriados, os quais apresentam pouca ou inexistente infraestrutura e saneamento básico, fatores essenciais para a qualidade de vida urbana e bem-estar da população.

A problemática da degradação ambiental afeta diretamente a população com baixo poder aquisitivo pois essas pessoas se instalam em locais de risco devido a facilidade de acesso. Sendo assim, se tornam vulneráveis a qualquer tipo de evento de ordem natural ou antrópica que venha afetar esse ambiente, como por exemplo, fortes chuvas, causando possíveis inundações, movimento de massa e até mesmo contaminação por esgoto sem o adequado destino.

Além do risco de ordem natural, estes indivíduos também se encontram em situação de vulnerabilidade social devido suas condições socioeconômicas. Em virtude deste cenário, as chances de uma população, que tem todas essas características, ter condições de lidar e ser capaz de se adaptar a qualquer tipo de evento adverso são muito pequenas. Estes fatores dependem, diretamente, do contexto social, econômico e político em que essa pessoa ou grupo estão inseridos.

Além de estarem vulneráveis à eventos naturais, outro fator que prejudica ainda mais a situação dessa população é a dificuldade ao acesso aos serviços públicos e, principalmente, privados de saúde, educação, infraestrutura, dentre outros. Todos estes fatores estão fortemente atrelados às desigualdades sociais, o que faz com que a população mais pobre procure por locais mais acessíveis financeiramente para morar.

Nessa perspectiva, Medeiros (2014) ainda afirma que não só o local da habitação deve ser levado em consideração, mas este fator atrelado à pobreza faz com que os indivíduos estejam mais sujeitos a usufruírem de poucos meios de infraestruturas básicas necessárias para sua segurança, eg. moradias construídas com materiais adequados, esgoto e saneamento básico. Geralmente estas áreas não possuem serviços

públicos como esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo, etc., fato que agrava mais ainda formação dos “territórios de risco” (ALMEIDA, 2010).

Diante do aumento da sociedade em ambientes de risco e do processo acelerado da expansão, é de fundamental importância o conhecimento da situação social e ambiental da população, sendo necessário a realização de um panorama geossistêmico do objeto em questão. Para alcançar esse conhecimento é preciso fazer uma análise socioambiental a fim de compreender as relações existentes entre a sociedade e a natureza, observando as fragilidades e potencialidades dessa relação. Para tanto, a utilização de ferramentas específicas é muito importante para entender como acontece essa dinâmica no espaço geográfico.

Pode-se afirmar que uma análise socioambiental atrelada à utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográficas (SIG) pode prevenir ou até mesmo impedir a materialização do desastre. Desta forma, Dias (2010) ainda assertiva que esses problemas podem estar também ligados à ocupação irregular em ambientes instáveis. A partir do uso das geotecnologias é possível indicar, previamente, as áreas potenciais a algum tipo de desastre, o que reduz a exposição de indivíduos ao risco.

Essas técnicas auxiliam na tomada de decisões que busquem uma utilização mais adequada da área em análise e, conseqüentemente, a diminuição de possíveis riscos. Por meio do uso dessas ferramentas é possível fazer um planejamento socioambiental prévio do local, seja ele um bairro, um município, um Estado ou um país.

Desta forma, na presente pesquisa, dá-se ênfase ao município de São Luís - MA, o local possui uma grande parcela de sua mancha urbana situada em áreas impróprias para moradias, especialmente com riscos de movimento de massa. Essa ocupação pode ser explicada através do processo de urbanização da Ilha, o qual, segundo Macedo (2012), resultou de comportamentos econômicos e políticos ocorridos desde o início da colonização até a fase contemporânea, afetando inicialmente a capital e, com o avanço da ocupação, surgiram polos de habitação que, posteriormente, foram emancipados, dando origem aos municípios de São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar.

Diante desse processo de urbanização, o quantitativo populacional do município aumentou de 150 mil, nos anos 60, para uma estimativa de 1,1 milhão de

habitantes no ano de 2017 (IBGE, 2017). Aliado a esse crescimento, a população com pouco poder aquisitivo ocupa boa parte do espaço urbano de forma não planejada urbanisticamente e ainda sem os serviços básicos necessários, fato que gera problemas socioambientais acentuados com a fragilidade natural da área.

Um desses problemas é a instalação de residências ou qualquer outro tipo de estabelecimento em áreas de encosta. A partir do momento em que moradias são consolidadas neste tipo de ambiente e sem o devido planejamento urbano, pode-se afirmar que elas estão situadas em áreas de risco de movimento de massa. Desta forma, Macedo (2005) afirma que 28,3% da população da Ilha do Maranhão vive em áreas de risco, sendo que esta porcentagem já aumentou consideravelmente, pois o quantitativo populacional entrou em ascensão e esses dois fatores são diretamente proporcionais, levando em consideração o aumento visível de residências do tipo “invasão”.

Neste caso, as circunstâncias do risco estão diretamente relacionadas à falta de planejamento e crescimento urbano, os quais são cenários propícios aos chamados “riscos ambientais”. Alguns dos eventos naturais que causam a maioria desses riscos se destacam por estarem ligados às condições climáticas. No entanto, a precipitação, propriamente dita, não é a causadora dos desastres, mas a instalação de moradias e/ou qualquer tipo de estabelecimento em áreas inapropriadas que, aliada à ocorrência de chuvas, pode ter consequências negativas. Esse conjunto de fatores é o principal motivo para a ocorrência da maior parte dos casos de desastres no Brasil.

Com base no que foi exposto, a problemática dessa pesquisa está pautada no fato de que o município de São Luís possui, a maior parte dos pontos de riscos localizados em áreas de encosta e essa população encontra-se em vulnerabilidade social. Sendo assim, esta pesquisa busca validar a seguinte hipótese: os domicílios mais expostos ao risco de movimento de massa estão instalados nas residências mais precárias e nos locais onde apresentam os piores indicadores sociais, econômicos e de infraestrutura urbana. Desta forma, a vulnerabilidade ambiental coincide com a vulnerabilidade social do município.

Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi analisar a vulnerabilidade socioambiental presente em São Luís - MA, considerando os riscos de movimento de massa no município. Os objetivos específicos são:

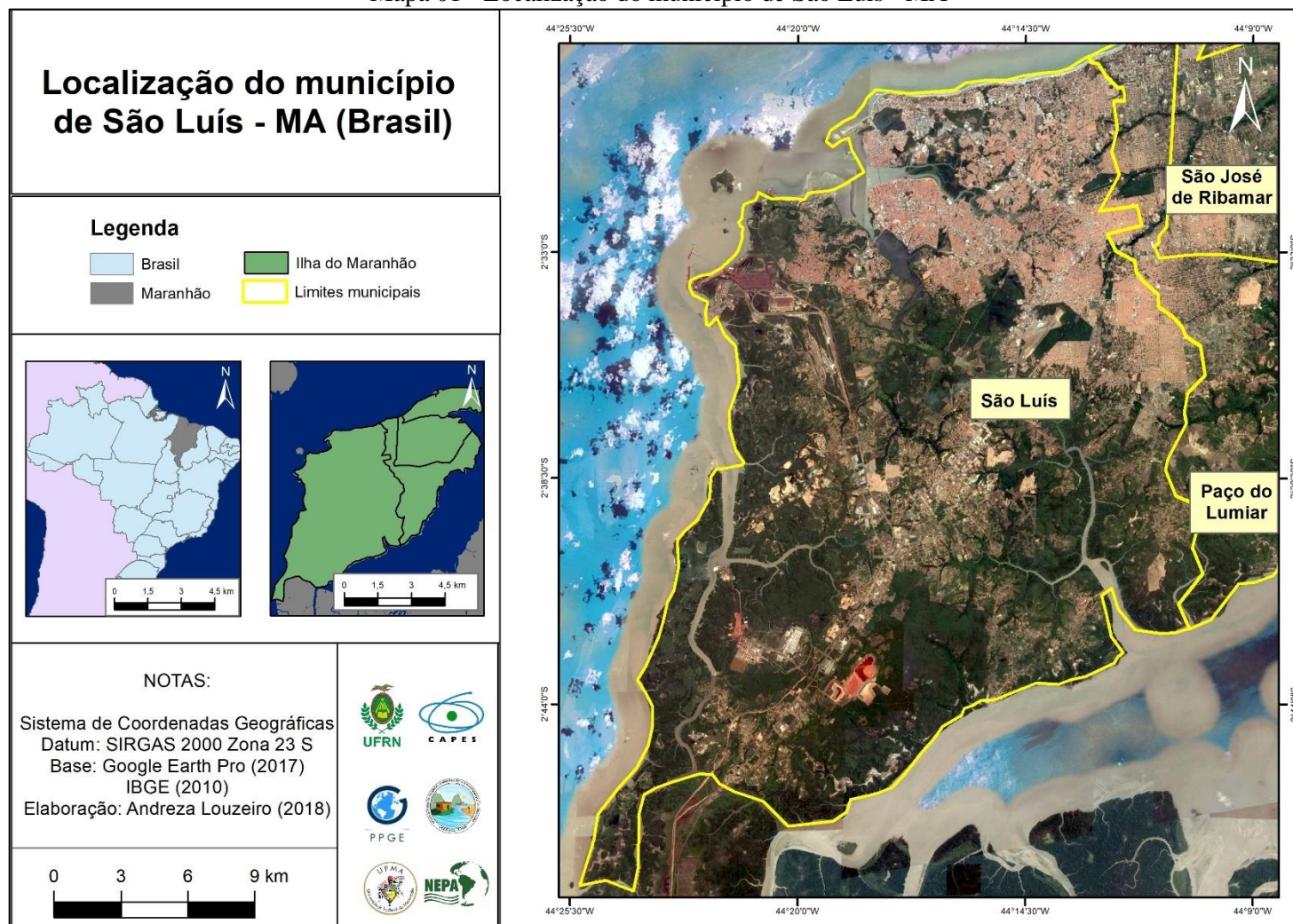
- ✓ Estabelecer uma discussão teórica sobre a perspectiva geográfica do risco e dos elementos a ele relacionados;
- ✓ Diagnosticar as condicionantes ambientais e sociais que contribuem para a ocorrência dos riscos de movimento de massas em São Luís;
- ✓ Identificar as vulnerabilidades sociais e ambientais no município de São Luís através da elaboração de índice de vulnerabilidade socioambiental;

Quanto a localização da área de estudo (Mapa 01), a capital maranhense está inserida na ilha que recebe vários nomes. Segundo Ferreira (1999) a denominação Ilha de São Luís se dá por ressaltar a importância econômica nessa capital em relação aos outros três municípios localizados na mesma; Ilha de Upaon-Açu faz alusão à toponímia indígena e conforme o artigo 8º da Constituição Estadual de 1989 que a denomina como tal e Ilha do Maranhão devido a relevância dos aspectos geográficos e históricos. Nesta pesquisa, utilizaremos a última denominação.

O município de São Luís está situado na região nordeste brasileira e segundo Souza e Kux (2011) a área encontra-se inserida no contexto da região geomorfológica definida como planícies litorâneas, em particular, na unidade geomorfológica conhecida como Golfão Maranhense. Geologicamente, toda área encontra-se dentro da feição geotectônica denominada craton de São Luís, coberto quase a totalidade por sedimentos mesozóico e cenozóico. Ocupa 4276.1 km<sup>2</sup> e possui a mais importante concentração populacional do Estado do Maranhão.

Para cumprir com os objetivos aqui traçados, faz-se necessário atender à alguns procedimentos metodológicos, tais como: pesquisa documental referente à Teoria Sistêmica atrelada aos estudos de risco, risco em áreas urbanizadas e com ênfase em movimento de massas e inundações; além de estudos de geotecnologias necessárias para o planejamento ambiental e urbano com vistas ao controle de riscos de desastres. Os procedimentos metodológicos embasaram também o desenvolvimento do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) e do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), sendo que o IVA foi realizado com base no levantamento de dados secundários da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e de Maranhão (1998), bem como com dados primários elaborados a partir do conhecimento da área. Já o IVS foi realizado a partir do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE. Por fim, foi feita a sobreposição dos índices e análise dos riscos e da vulnerabilidade no município de São Luís, gerando o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

Mapa 01 - Localização do município de São Luís - MA



Fonte - Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.



## 1- ABORDAGENS DE RISCO NA GEOGRAFIA

Para basear os estudos Geográficos, a Teoria Geral dos Sistemas foi adaptada, culminando na abordagem Geossistêmica, a qual deu subsídios para a análise da paisagem em Geografia. Desta forma, Rodrigues (2001) afirma que, apesar de ter sido reformulada pela escola russa, por meio de V.B. Sotchava, que propõe o conceito e dele se utiliza de forma pioneira num estudo publicado em 1960, a teoria foi difundida no mundo ocidental pela escola francesa e por iniciativa de G. Bertrand, na mesma década, em 1968. A mesma autora ainda ressalta que, no Brasil, são os periódicos do extinto Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo que difundem inicialmente a proposta nos Cadernos de Ciências da Terra, que publica do texto de Bertrand (1972) e, posteriormente, com a tradução dos artigos de Sotchava (1977 e 1978) e no Caderno Biogeografia e Métodos em Questão.

Os Geossistemas, conforme menciona Sotchava (1978) são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. De acordo com a definição de Bertalanffy (1973) “a hierarquia de construção é a mais importante feição dos Geossistemas”. Desta forma, tanto uma área elementar da superfície terrestre, como o Geossistema planetário, ou as subdivisões intermediárias do meio natural, representam uma unidade dinâmica, com uma organização geográfica a ela inerente.

No entanto, em 1968, o francês Georges Bertrand otimiza o conceito de Sotchava e dá à unidade geossistêmica, uma conotação mais precisa, estabelecendo uma tipologia espaço-temporal compatível com a escala socioeconômica, enfocando as potencialidades ecológicas, exploração biológica e ação antrópica. Enquanto isso, seus principais conformadores, consideraram a teoria da bio-resistasia do pedólogo alemão Eahart, relacionando a evolução dos solos à cobertura vegetal e às condições de evolução do relevo e seus processos adjuntos.

A dinâmica do solo e as características e densidade da cobertura vegetal são variáveis que refletem a litologia original da área e proporcionam condições para a evolução do relevo. Esses fatores protagonizam a teoria da bio-resistasia e levam em consideração os Geossistemas com morfogênese natural e morfogênese ligada à ação antrópica, este último se configura como um dos principais componentes desta pesquisa.

Deste modo, conforme preconiza Cavalcanti (2013) a grande contribuição da Teoria Sistêmica foi a incorporação dos variados conceitos emprestados da física dos sistemas dinâmicos. Aplicados à Geografia eles permitiram clarear e expandir os horizontes epistemológicos do estudo integrado da natureza, sem deixar de lado sua relação com as intervenções da sociedade.

Portanto, a utilização da Teoria Sistêmica, se faz pertinente nesta pesquisa devido à dimensão da sua abordagem, pois relaciona os fatores clima e geomorfologia (potencial ecológico) e vegetação e solo (exploração biológica) com a ação antrópica. Tais aspectos são levados em consideração para a análise dos riscos atrelados à vulnerabilidade social, dando origem a um estudo direcionado, principalmente, a um levantamento socioambiental que dá subsídio ao planejamento ambiental e urbano de um bairro, município, Estado, etc.

Neste aspecto, ressalta-se a importância do geógrafo para os estudos referentes ao risco, pois é um profissional que, em sua análise, leva em consideração a dinâmica natural e os elementos sociais de forma conjunta a partir da visão Geossistêmica. Esta teoria se demonstra um dos principais elementos conceituais que dá suporte necessário para realizar uma análise holística do ambiente e/ou do evento natural ou antrópico a que a sociedade pode estar acometida.

Na Geografia há tradição histórica de estudar o espaço com base em seus componentes naturais, a partir daí surgiram clássicos trabalhos sobre “*natural hazards*”. Então, por muito tempo, os geógrafos (principalmente geógrafos físicos) se mantiveram imbuídos estritamente da pesquisa dos aspectos físico-naturais, de seus processos, de suas cronologias e de sua mensuração. Essa orientação se manteve até as décadas de 1950/60, quando houve um crescente despertar para o interesse das relações entre as atividades humanas e o ambiente (ALMEIDA, 2011), tendo lugar para os “perigos naturais”, como destaca Gregory (1992).

O estudo dos *natural hazards* é uma tradição entre os geógrafos, que têm se dedicado a eles desde a década de 1920. Esta tradição surge, portanto, muito 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).

A motivação inicial foi um problema prático de gestão que estava incorrendo em perdas humanas e materiais nos Estados Unidos e em 1927 o governo estadunidense solicita aos engenheiros da área que pesquisem e proponham medidas para solucionar o problema das inundações que afligiam, tanto áreas rurais como urbanas. As populações estavam sujeitas às inundações e o Estado queria saber quais as melhores formas de intervenção (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.

Na década de 1980, uma nova abordagem teórico-metodológica surge na Geografia dos Riscos, a qual procurava atentar, especialmente, para as populações atingidas por riscos naturais e problemas sociais (ALMEIDA, 2010). Assim, Castro (2000) mostra que os estudos sobre riscos nos anos oitenta passaram a dar ênfase à relação entre os perigos naturais e o subdesenvolvimento econômico, uma vez que, este último incrementa os efeitos danosos dos desastres, causando também uma maior atenção aos perigos antrópicos e o reconhecimento da multidisciplinaridade do tema.

Marandola e Hogan (2004) já afirmam que é neste âmbito que os geógrafos, assim como os 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. A contribuição dos geógrafos é imprescindível por incorporar uma visão holística do problema, uma vez que esse profissional carrega consigo uma formação conceitual que tem como base o estudo do espaço geográfico e suas intrínsecas relações com a sociedade e a dinâmica natural do ambiente.

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 (*op cit*).

Com o conhecimento da importância da atuação do geógrafo nos estudos sobre riscos naturais, é relevante o entendimento sobre o conceito do risco, dos elementos a ele relacionados, áreas urbanizadas como territórios de risco potencial, tipos de ambientes que o risco deve ser analisado com mais critério e as ferramentas de SIG que são úteis para evitar e/ou atenuar as consequências do risco.

### **1.1- Análise do conceito de risco**

A noção de risco está associada a muitos outros conceitos. Desta forma, cabe aqui fazer uma breve análise sobre os conceitos de risco, perigo, vulnerabilidade e desastre. Abordar-se-á também sobre suas ocorrências e o motivo da existência desses tipos de situação.

Castro (2005), declara que a gênese dos riscos, assim como o aumento da capacidade de gerar danos e de sua escala de abrangência, acompanham a história da sociedade. Tendo essa afirmação como base, Veyret (2007) conclui que “o risco é uma construção social” e para que se afirme que existe risco é necessário que haja um indivíduo ou um conjunto de pessoas que se encontrem a mercê dessa situação.

A abordagem do risco tem diferentes vertentes, as quais associam o risco à incerteza (Frank Knight e John Maynard Keynes no ano de 1921) e aos riscos oriundos dos processos da natureza, por exemplo: as inundações, perspectiva mais antiga que tem origem na Escola de Chicago de Geografia, onde White abordou em sua tese de doutorado em 1945 e Burton em 1978 (CASTRO; PEIXOTO e RIO, 2005).

A partir daí, pode-se afirmar que os riscos naturais também estão relacionados a incertezas, que ocorre quando a sociedade não está preparada o suficiente para o enfrentamento de determinados eventos que podem causar algum tipo de desastre. Caso isso aconteça há grandes chances desse grupo social estar passando por um processo de vulnerabilidade social, como afirma Almeida (2011 p. 87):

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 intrínseca desse indivíduo ou grupo.

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 mais possível distinguir os riscos/perigos naturais, tecnológicos e sociais, devido à complexidade existente. Entretanto, ela ainda persiste como convenção, ou conveniência, mas reconhece-se que "formas puras" de riscos ou perigos relacionados a cada categoria constituem mera ficção.

No entanto, ainda não há uma classificação mais atual dos tipos de risco de “forma pura” ou em conjunto, sendo assim, na concepção citada por Castro, Peixoto e Rio (2005) sobre essa categoria, a ideia de risco natural é a que melhor se encaixa nessa pesquisa, pois está associada à processos e eventos naturais que são acentuados por atividades antrópicas. A partir do momento em que esse evento, acentuado ou não pelo homem, se torna perigoso tem-se então, segundo Veyret (2007) a “percepção do perigo ou de uma ameaça potencial”.

No que diz respeito ao perigo, Almeida (2011) sustenta que a pesquisa do que se chama de “*natural hazards*” ou perigos naturais, atribui-se uma das tendências de inclusão das influências humanas nos estudos ambientais e na Geografia Física. A esse respeito, os trabalhos pioneiros do geógrafo norte-americano Gilbert F. White se tornaram referência nos estudos dos riscos e perigos naturais.

White *et al* (2001) faz menção à origem da pesquisa sobre os “*hazards*”, o qual nasceu de uma demanda por estudos e análises com a finalidade de aplicação às situações da realidade do ser humano. O autor baseou suas pesquisas na ideia de que perigos naturais são o resultado da interação de forças naturais e sociais e que os perigos e seus impactos podem ser reduzidos por ajustamentos individuais e coletivos.

Já Cardona (2003) em sua definição sobre *hazard*, mostra uma semelhança entre este conceito e o de risco, para ele seria a probabilidade de ocorrência em um período específico em uma determinada área, de um fenômeno potencialmente danoso.

Desta forma, é possível afirmar que o perigo é algo que está intrinsecamente relacionado ao risco e até mesmo pode ser confundido com ele. Isso pode se justificar pelo fato de que o risco se refere à probabilidade de ocorrência do perigo e este se refere

ao acontecimento iminente. Então quanto maior for o risco, maiores são as chances de ocorrência de um evento perigoso.

Neste sentido, para haver o risco deve-se ter um indivíduo ou um conjunto de pessoas expostas, caso contrário não haverá risco. Ele está relacionado à probabilidade do acontecimento do evento e o que o determinará é o grau de exposição de uma ou mais pessoas. Estes fatores podem ser mensurados através de uma variabilidade de cálculos que têm a capacidade de medir a vulnerabilidade de uma área, o índice de exposição à determinado tipo de risco, seja ele, movimento de massa, inundação, alagamento, etc.

Deschamps (2004) entende que a vulnerabilidade está relacionada à probabilidade de o indivíduo ser afetado negativamente por um fenômeno natural, considerando também que áreas ou população vulnerável podem ser atingidas por evento como terremoto, seca, inundações, movimento de massa, etc.

Com base nessa afirmativa, pode-se dizer que o local e as condições sociais dos indivíduos afetados por um desses eventos devem ser levadas em consideração, pois existem áreas mais vulneráveis que outras. O que leva um local a ser mais ou menos vulnerável não é apenas a probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural, mas a capacidade do indivíduo, que ali vive de lidar e de se adaptar a esta situação.

Assim, Marandola Jr. e Hogan (2006, p. 37) afirmam que:

A vulnerabilidade é extremamente dinâmica, além de poder apresentar sazonalidade até em pequena escala temporal. Isto porque uma avaliação da vulnerabilidade passa pela compreensão do perigo envolvido (eventos que causam danos), do contexto geográfico e da produção social (as relações sociais, culturais, políticas e econômicas), que revelarão os elementos constituintes da capacidade de resposta, absorção e ajustamento que aquela sociedade ou lugar possuem para enfrentar o perigo.

Para Alves e Torres (2006) ainda existem três tipos de vulnerabilidade: ambiental, social e socioambiental, a primeira se baseia na análise ambiental do espaço, levando em consideração a ocorrência de desastres naturais, avaliação de risco e fragilidades ambientais.

Ao levar em consideração essa fragilidade como fator condicionante para a análise da vulnerabilidade ambiental, subtende-se que as áreas naturalmente instáveis

têm mais propensão a serem vulneráveis à eventos naturais. Pode-se perceber isso ao constatar que os riscos, em sua maior parte, estão presentes em áreas de encostas, ambientes ribeirinhos e até mesmo em ambientes marinhos, todos caracterizados por serem instáveis.

É possível identificar essas áreas e estabelecer valores de fragilidade através dos graus de instabilidade propostos por Tricart (1977), o qual elenca três níveis distintos: instável, intermediário e estável. Esse estudo é fundamental para analisar áreas de risco através das características ambientais da área, além de auxiliar no reconhecimento dos níveis de vulnerabilidade presentes na região.

Na análise da vulnerabilidade social, é necessário observar que ela ocorre em locais específicos, desta forma Almeida (2010) afirma que as vulnerabilidades sociais são constituídas por desigualdades sociais e espaciais, e, em virtude dessa característica, tornam-se imprescindíveis a avaliação e a comparação das vulnerabilidades entre os diversos espaços.

Isso significa que quanto maior for a desigualdade social, mais altos são os índices de vulnerabilidade social, visto que os fatores que estão relacionados a isso são grau de escolaridade, renda, infraestrutura urbana e de moradia, qualidade de vida, etc. A pouca ocorrência ou ausência desses fatores, associados com a vulnerabilidade ambiental, significa que esta área está exposta ao risco e está vulnerável quanto às características sociais da área.

Segundo Rezende (2016) esta perspectiva de estudo permite analisar de forma mais integrada as áreas consideradas vulneráveis, bem como identificar o tipo de vulnerabilidade a que as pessoas estão mais expostas ao residirem numa determinada área. Para analisar a vulnerabilidade é necessário o conhecimento de aspectos físicos e sociais de um determinado local e, desta forma, obter uma visão mais holística da situação. Nesta perspectiva, Cutter (2003, p. 6) ainda relata sobre a ciência da vulnerabilidade quando diz que:

A ciência da vulnerabilidade requer uma abordagem integrativa para explicar as complexas interações entre os sociais, naturais, e sistemas de engenharia. Ela exige uma nova forma de visualização do mundo, que integre perspectivas a partir das ciências, ciências sociais e humanas. A vulnerabilidade pode se referir a indivíduos (pessoa, estrutura de habitação), grupos, sistemas ou locais, diferenças escalas e a capacidade articulação entre escalas geográficas são importantes componentes. A Vulnerabilidade

manifesta-se geograficamente na forma de lugares perigosos (várzeas, depósitos remanescentes de resíduos). Assim, soluções espaciais são necessárias, especialmente na comparação dos níveis relativos de vulnerabilidade entre lugares ou entre diferentes grupos de pessoas que vivem ou trabalham nesses locais. Finalmente, a diversidade metodológica no exame e explicação das circunstâncias que geram vulnerabilidade e os fatores que influenciam a resistência e a resiliência aos danos são essenciais.

Desta forma, sabendo que uma das vertentes do conceito de risco é a vulnerabilidade, Almeida (2011) afirma que o risco está em função de duas categorias:  $R(f) = P \times V$ , onde  $P$  é o próprio evento perigoso (perigo) ou a sua potencialidade de ocorrência e  $V$  é a vulnerabilidade intrínseca de um indivíduo ou grupo de indivíduos. Outros conceitos imbuídos na ciência da vulnerabilidade, tais como resiliência, adaptação, insegurança, ajustamento, exposição e susceptibilidade, podem ser analisados na vasta bibliografia produzida sobre o tema.

Através do conhecimento dos conceitos de risco, perigo e vulnerabilidade, faz-se necessário o entendimento sobre a situação a que essas categorias estão relacionadas; o fato propriamente dito e que causa transtornos, perdas e até mesmo traumas físicos e psicológicos. O desastre. Ele acontece quando não há uma preparação da sociedade e das políticas públicas para atenuar os riscos e a vulnerabilidade local.

Desastre é uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perigo e destruição de seus serviços essenciais, acompanhado por perdas humanas, materiais, econômicas e/ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade afetada de se recuperar com seus próprios recursos e sem uma assistência externa (UN-ISDR, 2009 e QUARANTELLI, 1998).

Feldbrügge e Braun (2002) afirmam que um desastre abala a esfera socioeconômica. É um estado extremo, mas não necessariamente um estado anormal da vida cotidiana em que a continuidade das estruturas e processos comunitários falham temporariamente. A ruptura social pode caracterizar um desastre, mas não uma desintegração social.

Notadamente, os desastres são eventos extremos que comprometem a integridade física e perdas materiais e humanas da sociedade vulnerável. Além desses danos, o desastre ocorre quando os recursos financeiros e até mesmo de pessoal, no âmbito local ou regional, são insuficientes para a reestruturação do que foi perdido. Tal

evento também tem propensão a anular a possível capacidade que a região atingida tem para lidar com ele. É importante frisar que as consequências do desastre podem ser gravemente acentuadas pela ação antrópica.

A partir da análise desses conceitos foi possível perceber que as noções de risco, perigo, vulnerabilidade e desastre estão interligadas. Um fator importante para lidar com esses tipos de situação é a gestão de políticas públicas pertinentes aliadas à atuação da defesa civil municipal e até mesmo estadual, se for o caso, o qual é um órgão determinante para salvar vidas e diminuir perdas.

A ênfase que se dá aqui é a vulnerabilidade em ambientes urbanizados, como é o caso do município de São Luís onde, de acordo com a estimativa populacional do IBGE (2010) a capital teve uma estimativa de 1.091.868 habitantes em 2017. Nesta perspectiva, afirma-se que o fenômeno da urbanização é algo que requer cada vez mais espaço para a instalação de novas moradias, estabelecimentos comerciais, escolas, hospitais, etc. No entanto, grande parte da população em São Luís não tem condições de se instalarem em locais propícios devido suas condições financeiras, o que faz com que áreas mais baratas ou sem custo se tornem seus locais de moradias. Sendo assim, muitos desses locais estão situados em áreas próximas a encostas.

## **1.2- Análise de risco de movimento de massa**

A maior parte das situações de risco são acentuadas devido ao crescimento populacional que a cada dia aumenta. Segundo Tavares e Silva (2008) o crescimento da população brasileira no século XX ocorreu num ritmo acelerado. Em 1950 o país possuía 53,4 milhões de habitantes e sessenta e seis anos depois, o IBGE estima que essa população seja de 206,9 milhões de pessoas. No município de São Luís, esse número chega a uma estimativa de mais de 1 milhão de habitantes (IBGE, 2017).

Em meados da primeira década do século XXI, perto de 78% dos brasileiros viviam nas cidades e, entre elas, quatorze tinham mais de um milhão de habitantes e cerca de duas centenas e meia ultrapassavam cem mil moradores. A expansão rápida e desordenada dos núcleos urbanos levou à impermeabilização de áreas extensas, inclusive daquelas situadas nos fundos de vales. Em muitos casos, a ampliação das cidades ocorreu também por meio de loteamentos clandestinos ou favelas, sem

preocupação com os locais ribeirinhos e encostas íngremes, visto que, nessas circunstâncias, dotados de infraestruturas urbanísticas precárias, eles foram ocupados por populações de baixa renda, sujeitas às constantes inundações e movimento de massas, com perdas humanas e materiais (TAVARES e SILVA, 2008).

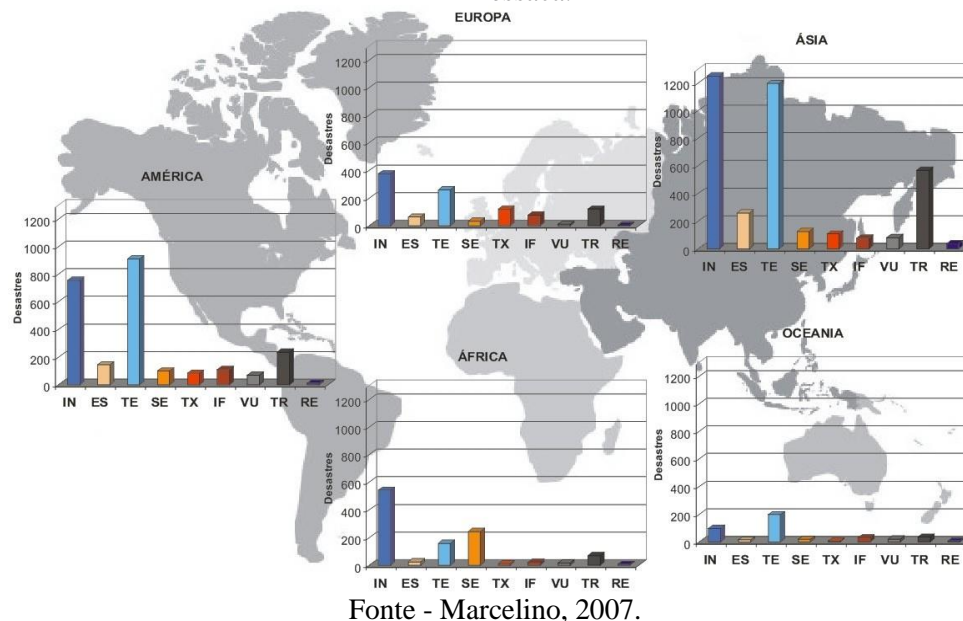
O processo de urbanização afeta áreas que descaracterizam a paisagem natural, o que intensifica a exploração da vegetação, do solo e dos recursos hídricos. Entretanto, o conhecimento dos atributos físicos da área é uma etapa essencial para auxiliar no planejamento ambiental e urbano antes qualquer decisão que possa interferir na integridade do cenário natural.

Nesta perspectiva, segundo Ministério do Meio Ambiente- MMA (2007) é necessário reconhecer que cada pequena porção de território apresenta um conjunto próprio de respostas frente às mudanças ambientais e diferentes formas de uso e cobertura. É de suma importância a reflexão sobre as ações que o ser humano tem realizado no ambiente, cabendo aqui a citação de Bertrand (1972, p. 1) sobre paisagem, o qual afirma que

a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. [...] É preciso frisar bem que não se trata somente da paisagem “natural”, mas da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica.

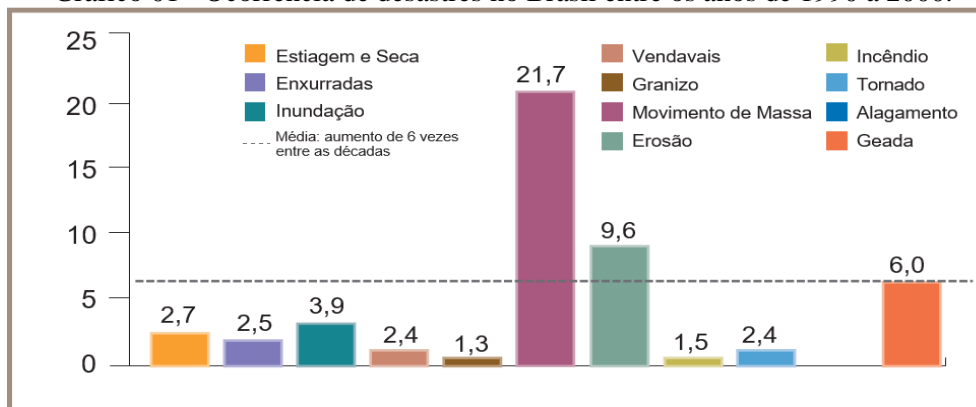
Segundo Marcelino (2007) as populações em risco têm apresentado um crescimento anual em torno de setenta a oitenta milhões de pessoas no mundo, sendo que, mais de noventa por cento dessa população encontra-se nos países em desenvolvimento, com as menores participações dos recursos econômicos e maior carga de exposição ao risco sobre a distribuição de desastres naturais pelo mundo. O mesmo autor ainda ressalta que o continente americano é o segundo com maior ocorrência de desastres causados por inundações e movimento de massa (Figura 01).

Figura 01 - Distribuição dos tipos de desastres naturais no mundo, período 1900-2006. Legenda: IN – inundações, ES – escorregamento, TE – tempestades (furacões, tornados e vendavais), SE – secas, TX – temperatura extrema, IF – incêndios florestais; TR – terremoto; VU - vulcanismo; RE - ressaca.



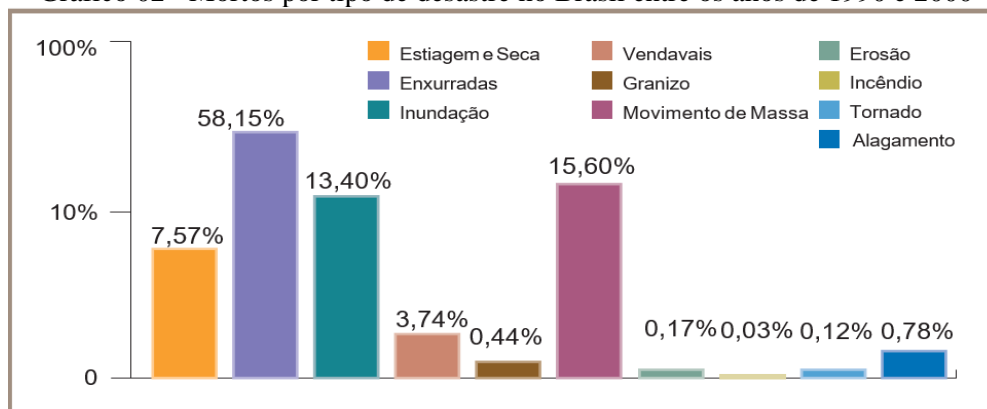
Já de acordo com o Atlas brasileiro de desastres naturais (2013) casos de desastres no Brasil segue uma linha semelhante ao exposto por Marcelino (2007), pois o instituto supracitado afirma que o tipo de desastre que mais ocorreu no Brasil entre os anos de 1990 a 2000 no país foram movimentos de massa e erosão (Gráfico 01). Da mesma forma, o Gráfico 2 apresenta a porcentagem de mortos por tipo de desastre e percebe-se que os óbitos por movimento de massa ocupam o segundo lugar no ranking. No entanto, esse fato é diferente no Estado do Maranhão, pois segundo o mesmo instituto apenas 1% da ocorrência de desastres no Estado, se refere à movimentos de massa, pois em comparação com os Estados das regiões sul e sudeste, o Maranhão não apresenta grandes altitudes, fato que influencia nas estatísticas nacionais.

Gráfico 01 - Ocorrência de desastres no Brasil entre os anos de 1990 a 2000.



Fonte: Atlas brasileiro de desastres naturais (2013)

Gráfico 02 - Mortos por tipo de desastre no Brasil entre os anos de 1990 e 2000



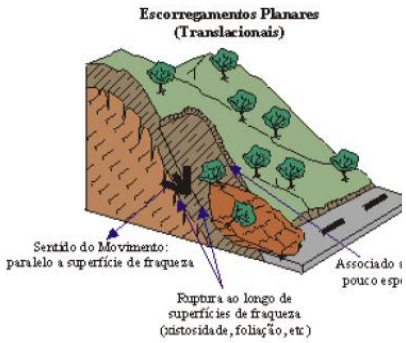
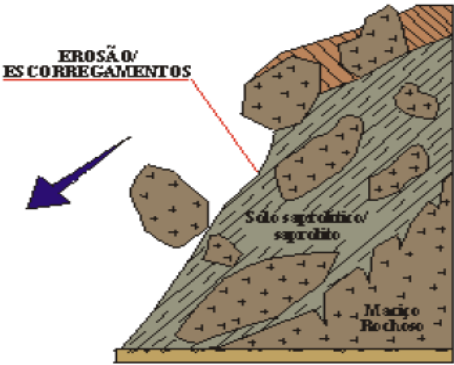

Fonte: Atlas brasileiro de desastres naturais (2013)

Sabendo que fatores antrópicos agravam o risco de movimento de massa, ainda existem também condicionantes naturais que causam esse fenômeno como a geologia, geomorfologia, hidrologia, pedologia e o clima, agindo de forma diferenciada em cada local. As rochas mais recentes, proporcionam instabilidade na área, como a formação barreiras, por exemplo. Além disso, a declividade é um fator preponderante para haver movimento de massa; o solo, dependendo de sua composição pode ser um elemento determinante para este evento, principalmente se ele for arenoso; já o clima é o elemento natural mais forte, pois depende da precipitação, por exemplo, para desencadear desastres como movimento de massa, por exemplo.

Considerando os fatores que acentuam o risco de movimento de massa, causando o desastre em si, é importante pontuar os tipos de movimentação de massa que existem. Onde, segundo Pinto, Passos e Caneparo (2012) são caracterizados conforme a velocidade, tipo de solo e rocha e características dos materiais que as mobilizam. Sendo assim, os eventos dessa natureza têm diferentes classificações (Quadro 01).

Quadro 01 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas.

Processos	Dinâmica/Geometria/Material	Subprocessos	Ilustrações
Rastejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vários planos de deslocamento (internos)</li> <li>-Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade</li> <li>-Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes</li> <li>-Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</li> <li>-Geometria indefinida</li> </ul>	-	

<p><b>Escorregamentos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poucos planos de deslocamento (externos)</li> <li>-Velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</li> <li>-Pequenos a grandes volumes de material</li> <li>-Geometria e materiais variáveis:</li> </ul>	<p>Planares – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;            Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas            Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza</p>	 <p><b>Escorregamentos Planares (Translacionais)</b></p> <p>Sentido do Movimento: paralelo a superfície de fraqueza</p> <p>Ruptura ao longo de superfícies de fraqueza (xistosidade, foliação, etc.)</p> <p>Associado a solos pouco espessos</p>
<p><b>Quedas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sem planos de deslocamento</li> <li>-Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>-Velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>-Material rochoso</li> <li>-Pequenos e médios volumes</li> <li>-Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.</li> </ul>	<p>Rolamento de blocos – comum em rochas graníticas, ocorre quando processos erosivos removem o apoio de sua base.            Tombamento - movimentos mais lentos, ocorrendo, principalmente em talude de corte.</p>	 <p><b>EROSÃO/ ESCORREGAMENTOS</b></p> <p>Solo saprolítico/ saprolito</p> <p>Maciço Rochoso</p> <p><b>ROLAMENTO DE BLOCOS</b></p>
<p><b>Corridas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Muitas superfícies de deslocamento</li> <li>-Movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>-Desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>-Velocidades médias a altas</li> <li>-Mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>-Grandes volumes de material</li> <li>-extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>	<p>Corrida de terra – menor grau de fluidez,            Corrida de lama – extrema fluidez</p>	

Fonte: Augusto Filho, 1992 *apud* Tominaga, 2009 e adaptado a partir de Pinto *et al*, 2012.  
 Figuras: Furtado, 2014.

Com base nessa classificação, pode-se afirmar que os movimentos de massa que ocorrem em São Luís são corrida, escorregamento e rastejo, visto que na área não possui estrutura geológica para a queda de blocos, aliado a isso, segundo a Defesa Civil do município, os desastres que mais ocorrem na área estão relacionados à movimento de massa, inundações e alagamentos. Estes eventos, em sua maior parte, estão associados a fenômenos pluviométricos intensos e prolongados nos períodos chuvosos.

A partir desse breve conhecimento sobre os riscos de movimento de massa, as medidas de prevenção se tornam um fator fundamental para lidar com esses eventos que tem grande potencial para causar um desastre com perdas materiais e humanas. Essas medidas se dão a partir de metodologias científicas acadêmicas, Políticas Públicas, ações da Defesa Civil Estadual e Municipal e dos atores mais importantes, a sociedade residente nos locais.

Nem sempre os riscos são perceptíveis, ainda mais se depender da população que ali vive devido ao hábito de conviver com a situação. No que diz respeito à riscos de movimento de massa, Kobiyama *et al* (2006) ressalta sobre evitar construir as casas em encostas muito íngremes ou próximo a cursos d'água; não realizar talude de corte sem a licença da prefeitura; verificar a estrutura das casas, muros e terrenos observando rachaduras ou fissuras que podem ser indicativos de movimentação do terreno.

Além disso, ainda existem muitas atitudes que podem ser tomadas nesses casos, tais como: sempre acionar a defesa civil em casos de risco e desastre; manter-se informado e ficar alerta em períodos de chuva; obter informação sobre ocorrência de movimento de massa local; não desmatar encostas e não lançar lixo em locais inapropriados.

Com base no que foi explanado, percebe-se que muito ainda deve ser feito para prevenir e lidar com os riscos de desastres, pois eles são desencadeados por eventos que estão fora do controle humano. Uma das ferramentas que pode ser útil para a análise preventiva e de reconhecimento da área é o uso das geotecnologias, o qual pode se tornar um fator determinante para evitar situações de perdas. Sendo um assunto tratado no próximo capítulo.

### **1.3-Risco e Vulnerabilidade em áreas urbanizadas**

No Brasil, o risco, em sua maioria, está associado às condições sociais e econômicas, pois quanto mais carente é a população, maiores são as chances de se instalarem em áreas de risco. A tendência é a utilização de locais inapropriados para moradia, o que faz com que elas se tornem áreas de risco para a sociedade cujo poder monetário é inferior ao necessário para se manter, ou seja, a população pobre.

Parafrazeando Chaline e Dubois-Maury (1994) sobre a relação da cidade com o sentimento de incerteza nela arraigada, Almeida (2010) afirma que para esses autores, a cidade redescobre, após um período de intensa urbanização, a recorrência da incerteza esboçada pela multiplicidade de pequenos acidentes do cotidiano urbano, no entanto, os efeitos são, em sua maioria, absorvidos pelos organismos reguladores, institucionais ou informais. Entretanto, a incerteza também é concebida por grandes desastres, de ocorrência excepcional, mas produtores de desorganização perpétua e de consequências total ou parcialmente reversíveis.

É comum associar o ambiente urbano a um sentimento de incertezas devido a sua forte ligação com desastres, os quais estão ligados, principalmente, ao aumento da população, a ocupação sem planejamento urbano e ao intenso processo de urbanização e industrialização. Isso não exclui a existência de desastres em áreas rurais, destacando-se ações que podem acentuar este tipo de evento, como a compactação dos solos, o assoreamento dos rios, os desmatamentos e as queimadas. No entanto, os problemas advindos da relação sociedade-natureza sempre tiveram maior expressão em aglomerações urbanas, deixando esse problema mais evidente nas cidades.

A abordagem que trata sobre problemas relacionados aos espaços citadinos e/ou urbanos se tornou alvo de muitas pesquisas. Assim, Mendonça (2004, p. 140) afirma que

nesta abordagem, dentro da qual inúmeras contribuições foram lançadas na perspectiva da solução dos problemas que afligem os homens nas cidades, privilegiou-se, na maioria das vezes, um tratamento de cunho naturalista; assim, ganharam destaques estudos relativos ao verde urbano, à degradação hídrica, do ar e dos solos, às inundações e movimento de massas, etc.

Estas características de degradação ambiental estão fortemente relacionadas a áreas urbanizadas, onde o verde dá lugar a construção de estabelecimentos de concreto, a degradação hídrica se dá devido ao despejo de esgoto e outros resíduos em cursos fluviais, a poluição do ar se associa à emissão de gases impuros de automóveis e indústrias, as inundações se dão devido a ocupação irregular em áreas de planícies fluviais e canais de rios e os movimento de massa estão em função da ocupação sem planejamento em áreas de encosta. Tais impactos potencializam a existência de áreas de risco e ainda põem a segurança e integridade física da sociedade na mesma situação.

Diante deste contexto, pode-se reafirmar que o cenário urbano é o local onde as áreas de risco estão mais presentes, sendo assim Almeida (2010) ainda assevera

que as cidades aparecem como espaços de risco por excelência, onde as diversas ameaças são potencialmente produtoras de danos e prejuízos consideráveis, principalmente aquelas de origem natural.

Nessa perspectiva, é notório a existência de muitos estudos relacionados à impactos ambientais em áreas urbanizadas e segundo Mendonça (2004) inúmeras contribuições foram lançadas na perspectiva da solução dos problemas que afligem os homens nas cidades, privilegiou-se, na maioria das vezes, um tratamento de cunho naturalista; assim, ganharam destaques estudos relativos ao verde urbano, à degradação hídrica, do ar e dos solos, às inundações e movimento de massas, etc.

Os estudos referentes ao risco e vulnerabilidade social ganha espaço quando é possível fazer a relação entre a ausência do verde urbano com a necessidade de novos espaços para construções antrópicas; a degradação hídrica com o despejo de esgoto nos cursos fluviais; a poluição do ar com a emissão de gases impuros das indústrias e automóveis; as inundações ligadas a ocupação de áreas de planícies fluviais e os movimento de massas à apropriação de espaços de baixo custo ou até mesmo sem preço com a finalidade de estabelecimento de moradias.

Esses problemas ambientais são reflexo da modificação que o homem faz com a natureza, onde o ritmo natural não acompanha o antrópico pois a produção de resíduos, por exemplo, é maior do que a capacidade que o ambiente tem de decompô-lo. Isso se aplica às demais interferências que o homem causa. Mendonça (2004) ainda afirma que alguns destes estudos lançaram mão de concepções relativas a diferenças entre o ritmo dos processos da natureza e aquele da sociedade para melhor compreender os problemas ambientais urbanos.

Aliado à problemática ambiental urbana, existe também a população que faz parte dela e que por causa disso passam por várias outras dificuldades relacionadas a condições do domicílio, gênero, renda infraestrutura local e escolaridade dos moradores. Já as demais partes da sociedade mantêm uma postura indiferente à esta dificuldade, onde há um tipo de segregação, exclusão e injustiça social para com os indivíduos situados na dita “cidade informal”, segundo Gamboa e Ribeiro (2012).

De um lado tem-se a cidade formal, que concentra os investimentos públicos e, de outro, a cidade informal que cresce rapidamente na ilegalidade e na precariedade, de forma a contribuir para a formação de espaços urbanos sem atributos

de urbanidade (GAMBA e RIBEIRO, 2012). São nesses locais que se encontram as situações de vulnerabilidade social e, conseqüentemente, a população mais pobre.

A pobreza é a consequência mais marcante da desigualdade social e por mais que possam existir inúmeros elementos que sejam a causa da vulnerabilidade socioambiental, ela, certamente, tem uma forte relação com essa situação. A pobreza também se formula como um fator de risco, onde Veyret (2007) afirma que a pobreza força as pessoas a viverem nas zonas menos caras, mais perigosas, ela domina as preocupações cotidianas das pessoas que não têm recursos econômicos nem condições educacionais para preservar o ambiente e ela força o desbravamento e desflorestamento para atender às necessidades fundamentais de proteção e alimentação.

Correlacionado a isso, a falta ou ineficiência de políticas de planejamento urbano é um fator que acentua ainda mais os riscos e a vulnerabilidade social nos ambientes urbanos. Estes dois fatores são complementares e não podem ser operacionalizados separadamente. Segundo Souza (2004) o planejamento urbano é uma forma que a sociedade tem de tentar prever a evolução de um fenômeno ou de um processo e, a partir deste conhecimento, procurar se precaver contra problemas e dificuldades, ou ainda aproveitar melhor possíveis benefícios.

O planejamento continua sendo a melhor prevenção sobre riscos de desastres naturais e acentuados pelo homem e a melhor forma de fazer com que isso aconteça é colocar em prática o que está planejado. Sousa e Ferreira (2010) afirmam que o planejamento nas questões de áreas de risco e vulnerabilidade urbana não pode permanecer apenas como atividade intelectual de criar planos, encerrando-se em si mesma, desvinculada das políticas públicas e da ação concreta do Estado.

Os Planos Diretores (PD) são uma importante ferramenta para auxiliar no planejamento e gestão ambiental e territorial de uma cidade, uma vez que ele auxilia e dá suporte às políticas de desenvolvimento e expansão urbana da cidade. Segundo Moreira (2008) o grande objetivo do plano diretor é construir cidades com uma qualidade urbana para todos, evitando a formação de assentamentos irregulares e informais. Levando em consideração variáveis como habitação, saneamento básico, transporte urbano, uso e cobertura do solo urbano, visando, sobretudo a preservação da qualidade ambiental das cidades.

Além do PD municipal, existe também um documento mais recente que rege as questões referentes aos riscos de desastres, sendo ele, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Esse registro tem como objetivo reduzir os desastres e tem por objetivos específicos promover a defesa permanente contra desastres naturais ou provocados pelo homem; prevenir ou minimizar danos, socorrer e assistir populações atingidas, reabilitar e recuperar áreas deterioradas por desastres; atuar na iminência ou em situações de desastres e promover a articulação e a coordenação do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, em todo o território nacional (BRASIL, 2007).

Sabendo que em São Luís não há uma política ou lei específica para lidar com os efeitos dos riscos, cabe desatacar o plano diretor municipal, o qual faz o levantamento de como a prefeitura trata o risco. Sendo assim, é possível afirmar que no Plano Diretor de São Luís não existe uma conceituação para risco, tampouco para vulnerabilidade, no entanto, o capítulo I, parágrafo único, da Lei de nº 4669 de 2006 que rege o PD de São Luís fala sobre a possível elaboração do mapa de vulnerabilidade socioambiental da cidade com vistas a indicar as áreas potenciais de risco geológico.

No decorrer de todo o documento, as citações sobre risco se referem à prevenção de situações de risco, restrição de implantação de empreendimentos de alto risco ambiental, suspensão de vendas de áreas quando houver o risco de comprometimento da paisagem urbana, implementação de programas de prevenção de risco e estimulação do reflorestamento em áreas de risco (LEI DE Nº 4669 DE 2006).

Ao avaliar isto, é notório que o Plano Diretor do município leva em consideração as situações de risco e vulnerabilidade e ainda a prevenção destes, mesmo que seja em linhas gerais. No entanto, a falta de detalhamento no que se refere ao gerenciamento do risco ainda é algo que requer uma maior atenção por parte do poder público da cidade.

Neste sentido, pode-se perceber que o Plano Diretor de São Luís não possui um respaldo mais detalhado sobre a noção do risco, o que pode culminar em falhas no planejamento ambiental e urbano da cidade. Para que haja um planejamento e gestão adequados é preciso que se tenha o conhecimento das características físicas e sociais do local e saber que tipo de providências é necessário tomar levando em consideração os pontos de risco no ambiente urbano. O próximo tópico conta com uma abordagem do risco em áreas de encosta, os quais se apresentam como áreas potenciais para riscos de desastres.

#### 1.4 Geotecnologias para análise de risco

A partir do uso das ferramentas geotecnológicas, a qualidade dos produtos cartográficos melhorou, proporcionando uma visão mais ampla da área em estudo através da sobreposição de uma maior gama de informações. 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, dentre outros.

Sabendo que o objeto de estudo da Geografia é o espaço com todas as suas relações e especificidades, as geotecnologias entram como um mecanismo que possibilita a representação desse espaço. A análise socioambiental também são alvos de estudos que envolvem os conhecimentos técnicos, além de outras áreas, na geografia.

O uso das geotecnologias é útil para estudos de cunho científico ou não e consideram tanto aspectos naturais quanto antrópicos. Aqueles podem se referir a geologia, geomorfologia, pedologia, clima, hidrografia, hidrologia e tantos outros atributos físicos que são alvos de estudos acadêmicos e políticos. Já os fatores antrópicos têm destaque estudos sociais, econômicos, de saúde, mortalidade, natalidade, educação, emprego, renda e demais campos da sociedade que são de suma importância para serem analisados.

A utilização desses elementos socioambientais pode ser feita com intuito de auxiliar pesquisas que subsidiem planos de manejo, planos diretores, planejamentos urbanos, zoneamentos ecológicos econômicos, etc. Dentre essas análises, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres (2012) também pode ser citado como um estudo advindo do planejamento ambiental e social de um bairro, município, Estado ou país. Desta forma, 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.

Rezende e Rosa (2015) ainda afirmam que para 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 dessa condição de risco, oferecendo aos gestores públicos e à própria população subsídios técnicos para tomada de decisão.

Através das técnicas de geoprocessamento é possível elaborar o mapa de vulnerabilidade socioambiental de uma área, onde nele é possível integrar fatores que indicam a localização da área que possui maior risco e vulnerabilidade social. Essas técnicas são muito úteis para um melhor planejamento ambiental e urbano. Além disso, é possível elaborar sugestões e medidas mitigadoras que melhorem a gestão de um município, levando em consideração suas características físicas e sociais.

Além da identificação e mapeamento sobre risco, a utilização de técnicas de geotecnologias é útil para ações de prevenção, preparação, resposta e reconstrução no caso da ocorrência de um evento natural que cause desastre. Marcelino (2008) ainda ressalta que a prevenção se concentra nas avaliações de risco, onde os dados são transformados em planos de informação no SIG; a preparação acontece momentos antes do impacto e com o auxílio das geotecnologias é possível definir rotas de evacuação, identificar abrigos e centro de operações de emergência, criar e gerenciar sistemas de alerta e elaborar modelos meteorológicos utilizados na previsão.

O mesmo autor ainda ressalta que nas ações de resposta, com o auxílio de um SIG é possível gerenciar de maneira eficiente e rápida, as situações mais problemáticas, como as ações de combate a sinistros (conter efeitos adversos) e de socorro às populações afetadas (busca e salvamento); por fim, na reconstrução, as geotecnologias também são amplamente usadas na realização do inventário, avaliação dos danos e na identificação de áreas seguras para a relocação e reconstrução das comunidades afetadas.

Através da explanação das características e funções das geotecnologias na análise socioambiental, foi possível perceber que o uso dessas ferramentas se tornou algo imprescindível nos estudos geográficos. Nessa pesquisa, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para a análise da vulnerabilidade socioambiental, sendo assim, o próximo capítulo tem por objetivo principal a explanação de como a pesquisa se desdobrará e seus resultados.

Neste capítulo serão abordados todos os procedimentos necessários para a elaboração da pesquisa, desde a análise documental e cartográfica incluindo também os métodos para elaboração dos índices de vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental. Outro fator importante a ser explanado diz respeito às características naturais que o município de São Luís possui, pois através disso é possível fazer a análise da vulnerabilidade ambiental da área e a abordagem dos aspectos sociais dará base para a elaboração do índice de vulnerabilidade social.

### 2.1 – Materiais e Técnicas para a elaboração do IVSA

As fontes dos dados estão apoiadas na base socioeconômica disponibilizada pelo Censo Demográfico do IBGE (2010) que corresponde ao último levantamento realizado por este instituto, onde foram abordados aspectos relativos a condições de habitação e infraestrutura, responsável/faixa etária e gênero, educação e renda. A base cartográfica dos Planos de Informação (PI) da CPRM (2007) e Maranhão (1998) foram importantes para a análise da caracterização ambiental da área, que corresponde a dados cartográficos referentes à litologia, precipitação, geomorfologia, pedologia e uso e cobertura do solo.

A escolha dos softwares se deu devido às necessidades de análises dos dados e da facilidade do uso e acesso do pesquisador, desta forma, as fontes e softwares utilizados foram:

#### 2.1.1 Dados e fontes

- Imagens SRTM 1 Arc-Second Global com resolução espacial de 30 metros da data de 23 de setembro de 2014, disponibilizada pelo *Science for a changing world* através do site <https://earthexplorer.usgs.gov/> com o objetivo de gerar a altimetria do terreno;
- Imagens do Google Earth Pro do ano de 2017 para auxiliar na classificação do uso e cobertura do solo;

- Base dos dados físicos, tais como: comportamento pluviométrico, adquiridos pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) geologia e pedologia, disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2007), geomorfologia adquiridos por Maranhão (1998), declividade e altimetria elaborado a partir de imagens SRTM com resolução de 30m pelo site <https://earthexplorer.usgs.gov/> e mapa de uso e cobertura do solo elaborado a partir da imagem Landsat 8 de 2016;
- Malha dos setores censitários em formato vetorial e informações em planilha Excel referente ao censo demográfico de 2010, disponibilizado através do site [ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/);
- Notícias de jornais que tratam sobre os riscos de movimento de massa que o município de São Luís é acometido em períodos de chuvas;
- Conversas informais com a comunidade que reside nos locais de risco de movimento de massa e entrevista com a Defesa Civil de São Luís (Apêndice I);
- Análise dos dados do sítio Observatório Nossa São Luís, os quais tratam sobre indicadores que demonstram desvantagem social.

### 2.1.2 Trabalhos de campo:

Os trabalhos de campo são essenciais para a pesquisa. Através deles é possível fazer a constatação e o registro das informações geradas pelo índice de vulnerabilidade ambiental e social e também para ter contato com os moradores e conhecimento da percepção deles sobre os locais de riscos e desastres no local. O campo também é fundamental para visitar e consultar instituições responsáveis por aplicação de políticas públicas ou medidas para evitar os riscos e desastres e aqueles que são acionados para resolver os problemas antes e depois do ocorrido, tais como, aconselhamentos preventivos para a população, contenção de encostas, evacuação, bloqueio de residências, etc.

Foram feitos nove trabalhos de campos (Apêndice II), sendo eles, reconhecimento e análise de áreas de risco do município, visita, entrevista (Apêndice III), aquisição de dados pluviométricos, localização das áreas de risco e acompanhamento nos campos com a Defesa Civil municipal, aquisição de dados sobre a divisão dos bairros da cidade no Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e

Rural (INCID) e obtenção das normais climatológicas de São Luís no Laboratório de Meteorologia da UEMA.

Para dar subsídio a todos esses trabalhos de campo, o auxílio do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPA) foi fundamental no que se refere ao suporte para transporte durante as visitas nas áreas de risco e recursos humanos para acompanhar e auxiliar no reconhecimento e análise dessas áreas, disponibilização de aparelho de GPS para marcação de pontos. O apoio nas análises de gabinete também foram fundamentais para o bom andamento e finalização da pesquisa.

### 2.1.3 Procedimentos:

Para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental, foram utilizadas as informações e a malha digital dos 1.125 setores censitários existentes no município de São Luís e os dados ambientais da área. São Luís possui área urbana e rural em seu território, nesta análise foram utilizadas informações de ambas as áreas com vistas a ter uma visão mais completa da situação do município como um todo.

As escalas (Tabela 01) referentes às variáveis ambientais não acompanharam o mesmo padrão de detalhes dos setores censitários, isto se deu devido à ausência de dados mais detalhados da área. Os dados de geologia, geomorfologia e pedologia estão numa escala de 1:500.000, a variável referente à uso e cobertura do solo possui escala de 1:10.000, pois são elementos que foram gerados com base em imagens de satélite e conhecimento da área, já os dados sobre comportamento pluviométrico foram adquiridos pelo site do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), a qual possui 09 estações pluviométricas no município de São Luís que coletaram o comportamento pluviométrico entre os anos de 2015 a 2017.

No entanto, esse intervalo de tempo não é suficiente para o fator “Pluviosidade” ser inserido no cálculo do índice, portanto, optou-se por fazer uma espacialização das chuvas sobrepondo com as áreas de risco de movimento de massa mapeadas pela Defesa Civil municipal.

Tabela 01 - Variáveis utilizadas no Índice de Vulnerabilidade Ambiental

Variáveis	Escala	Referências
Comportamento pluviométrico	-	CEMADEN
Litologia	1:500.000	CPRM (2007)

Formas de relevo	1:200.000	Maranhão (1998)
Declividade	SRTM: resolução de 30m	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
Altimetria	SRTM: resolução de 30m	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
Pedologia	1:200.000	Maranhão (1998)
Uso e cobertura do solo	1:10.000	LANDSAT 8 2016

Elaboração: Andreza Louzeiro, 2018.

Como já mencionado, para a elaboração do índice foram utilizadas variáveis sociais e ambientais, onde se destacam sete planos de informações físicas, sendo eles: comportamento pluviométrico, litologia, formas de relevo, declividade, altimetria, pedologia e uso e cobertura do solo. Já para a análise social, foram utilizadas 116 variáveis, escolhidas através de 08 planilhas e separadas em 06 grupos distintos, sendo eles: características gerais dos domicílios, renda dos domicílios, gênero/renda, responsável/faixa etária, escolaridade e características do entorno dos municípios, que foram readequadas para serem usadas da melhor forma nos cálculos do índice.

A partir das informações coletadas, foram atribuídos pesos referentes para cada elemento, logo depois foi determinado o grau de vulnerabilidade de cada um. Para a vulnerabilidade ambiental, cada PI (geologia, geomorfologia pedologia, etc.) teve um peso variou entre 1 a 3, cujos valores são estabelecidos de acordo com a estabilidade de cada elemento. Depois que todos os elementos estiverem com os devidos valores atribuídos é feito uma sobreposição de informações e gerada a vulnerabilidade ambiental da área, identificando onde os riscos de movimento de massa são maiores.

É importante destacar que devido à ausência de cartografia mais detalhada referente às variáveis de geologia e pedologia, houve uma diferenciação de escalas, pois as variantes citadas foram elaboradas para uma escala de 1:500.000; as formas de relevo, numa escala de 1:200.000 e o mapa de uso e cobertura do solo 1:10.000.

Com relação à vulnerabilidade social não é diferente, os pesos são atribuídos de acordo com a quantidade de setores censitários em situação de vulnerabilidade que vai de muito baixa a muito alta (1 a 3). Primeiramente são identificadas as variáveis que precisam ser normalizadas, isto se dá com a utilização do software de estatística IBM SPSS Statistics version 20; em seguida, as variáveis não normais são normalizadas através de equações de normalização para indicadores bons e ruins. Por fim, é realizada a sobreposição das informações de vulnerabilidade social e ambiental, através da álgebra de mapas, resultando na identificação das áreas de vulnerabilidade socioambiental do município.

A wide-angle landscape photograph showing a small, simple building with a corrugated metal roof in the middle ground. The building is surrounded by lush green vegetation and trees. In the background, there are rolling hills and a clear sky with some light clouds. The overall scene depicts a rural or semi-rural environment in São Luís, Maranhão.

### 3 - VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM SÃO LUÍS - MA

Neste tópico será abordado sobre o embasamento teórico a que a metodologia do Índice de Vulnerabilidade Ambiental está pautada, a qual leva em consideração a estabilidade dos meios traçados por (Tricart, 1977) e, através dessa base, Crepani *et al* (2001) surge com a ideia de atribuição de valores a cada componente dos elementos físicos do ambiente, definindo assim, o grau de fragilidade natural à perda de solo.

#### 3.1- Procedimentos para elaboração do IVA

Essa metodologia tem como fundamento a relação morfogênese/pedogênese, a qual Tricart (1977) leva em consideração esses dois fatores, visto que a perda do material pedogenético se dá devido ao carreamento de massa, transportando os elementos que estiverem acima deste substrato, sejam eles construções, plantações, estradas e até mesmo vidas, fatos que causam prejuízos diversos, quer sejam eles materiais, humanos ou psicológicos.

A contribuição dos elementos da paisagem é essencial para a análise da vulnerabilidade do ambiente onde, segundo Crepani *et al* (2001) o estudo da geologia local permite compreender informações relativas ao grau de coesão das rochas, ou seja, a intensidade da ligação das partículas que as constituem; a geomorfologia oferece a compreensão sobre a morfometria, a qual influencia, de maneira marcante, os processos erosivos; a pedologia oferece o indicador básico da posição ocupada pela unidade dentro da escala gradativa da Ecodinâmica: a maturidade dos solos e a vegetação se constitui como a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo (erosão).

Assim sendo, Tricart (1977) estabelece três níveis taxonômicos de estabilidade para os meios, os quais levam em consideração a intensidade da morfodinâmica que atua na paisagem, a saber: meios estáveis, meios intergrades e os fortemente instáveis (Quadro 02), sendo que os fatores determinantes para identificar essa estabilidade estão relacionados ao tempo, clima, idade da formação e tipo de material.

Quadro 02 - Taxonomia e descrição dos meios

MEIOS	DESCRIÇÃO
<b>ESTÁVEIS</b>	A característica essencial desse tipo de meio é que com a lenta evolução, a sua constância resulta da permanência no tempo de combinações de fatores, neles a pedogênese é predominante. Os meios morfodinamicamente estáveis encontram-se em regiões onde a cobertura vegetal é suficientemente fechada; há dissecação moderada e ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis a desencadear catástrofes. Nesse ambiente a dissecação não é marcante.
<b>INTERGRADES</b>	O que caracteriza os meios intergrades é a interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço. No entanto, as modalidades de interferência morfogênese/pedogênese variam em função de dois aspectos: quantitativos e qualitativos, onde este leva em consideração a influência pedogenética em relação à morfogenética e aquele, o contrário. As atividades antrópicas podem comprometer a estabilidade desse ambiente.
<b>FORTEMENTE INSTÁVEIS</b>	Nesses meios a morfogênese é o fator predominante da dinâmica natural e determinante no sistema natural, ao qual outros elementos estão subordinados. Os fatores que podem acentuar essa característica são condições bioclimáticas agressivas, com variações que agridam a vegetação. Outro fator é um relevo acidentado com vigorosa dissecação, geodinâmica intensa e recente.

Fonte - Adaptado de Tricart (1977).

Com base nessa classificação, a análise do grau de vulnerabilidade do ambiente se dá de forma que a fragilidade natural e induzida (interferência antrópica) seja o principal fator a ser analisado. Sendo que o foco da metodologia proposta por Crepani *et al* (2001) foi o cálculo da vulnerabilidade natural à perda do solo, para isso, o autor utilizou os planos de informação relativos à clima, geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação e na presente pesquisa, os elementos utilizados são: geologia; geomorfologia, quanto às formas de relevo e morfometria; pedologia e uso e cobertura do solo.

Sendo assim, torna-se necessário estabelecer valores para os níveis de estabilidade do ambiente segundo a Teoria proposta por Tricart (Quadro 03). A partir daí, é analisado o grau de vulnerabilidade para cada PI utilizado na pesquisa e os valores são distribuídos segundo a fragilidade que cada Plano de Informação possui de acordo com a adaptação da metodologia proposta por Crepani *et al* e por Tricart. Posteriormente os PIs são postos em sobreposição e a partir de uma média aritmética de todos os Planos de Informação é então gerado o mapa de vulnerabilidade ambiental da área.

Crepani *et al* (2001) propõe valores referentes à perda de solo de acordo com a susceptibilidade de cada elemento, levando em consideração o balanço

pedogênese/morfogênese. Esses números variam entre 1,0 e 3,0, sendo que quanto mais próximo a 1,0 significa mais estável, predominando o processo de pedogênese, em contrapartida, mais próximo a 3,0 diz respeito à máximo instabilidade, sobressaindo a morfogênese, constituindo um ambiente muito vulnerável.

Quadro 03 - Avaliação dos valores de estabilidade dos meios

Categorias	Relação pedogênese e morfogênese	Valor
Estáveis	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intergrades	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2,0
Fortemente instáveis	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: Adaptado a partir de Tricart, 1977.

A partir dessa primeira divisão categórica, Crepani *et al* (2001) procurou contemplar maior variedade de categorias morfodinâmicas, de forma a se construir uma escala de vulnerabilidade para situações que ocorram naturalmente. Desenvolveu-se então o modelo mostrado na Tabela 02, que estabelece 21 classes de vulnerabilidade à perda de solo, distribuídas entre as situações onde há o predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos de morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3,0).

Tabela 02 - Grau de vulnerabilidade presente em cada Plano de Informação

PLANOS DE INFORMAÇÃO	MÉDIA		GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
				VERM.	VERDE	AZUL	CORES
PI 1	↑	3,0	<b>Muito alto VULNERÁVEL</b>	255	0	0	
PI 2		2,9		255	51	0	
PI 3		2,8		255	102	0	
PI 4		2,7		255	153	0	
PI 5		2,6		255	204	0	
PI 6	V U L N E R A B I L I D A D E	2,5	<b>MODERADAMENTE VULNERÁVEL Alto</b>	255	255	0	
PI 7		2,4		204	255	0	
PI 8		2,3		153	255	0	
PI 9		2,2	<b>MEDIAMENTE ESTÁVEL/ VULNERÁVEL</b>	102	255	0	
PI 10		2,1		51	255	0	
PI 11		2,0		0	255	0	
PI 12		1,9		0	255	51	
PI 13		1,8	<b>MODERADAMENTE ESTÁVEL Baixo</b>	0	255	102	
PI 14		1,7		0	255	153	
PI 15		1,6		0	255	204	
PI 16	1,5	0		255	255		
PI 17	1,4	0		204	255		

PI 18	D E	1,3	ESTÁVEL Muito Baixo	0	153	255	
PI 19		1,2		0	102	255	
PI 20		1,1		0	51	255	
PI 21		1,0		0	0	255	

Fonte: Adaptado a partir de Crepani *et al*, 2001.

O autor ainda considera que o modelo é aplicado individualmente a cada elemento estabelecido, que neste caso, foram trabalhadas as categorias, Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Uso e cobertura do solo. Posteriormente, o valor final é definido segundo a equação empírica (Equação 1), que busca representar a posição desta unidade, dentro da escala de vulnerabilidade ambiental.

$$\text{Equação 1: } V = \frac{(G + R + P + O)}{4} \quad (1)$$

4

Onde:

V = Vulnerabilidade

G = Vulnerabilidade para Geologia

R = Vulnerabilidade para Geomorfologia

P = Vulnerabilidade para Pedologia

O = Vulnerabilidade para Uso e cobertura do solo

No entanto, antes que o cálculo do Índice de Vulnerabilidade Ambiental seja feito, é necessário fazer o índice de Vulnerabilidade Geomorfológica (Equação 2), visto que o elemento Geomorfologia inclui a morfografia e a morfometria, sendo eles, as formas geomorfológicas, a altimetria e a declividade. Posteriormente, o resultado desse índice é agregado ao fator geomorfologia, onde é feito o IVA.

$$\text{Equação 2: } V = \frac{(R + D + A)}{3} \quad (1)$$

3

Onde:

V = Vulnerabilidade

R = Vulnerabilidade para Formas de relevo

D = Vulnerabilidade para Declividade

A = Vulnerabilidade para Altimetria

Para resumir a tabela dos 21 valores de vulnerabilidade e para melhorar sua visualização nos mapas dos índices de Vulnerabilidade Social, Ambiental e

Socioambiental, se tornou necessária a construção de uma tabela-resumo (Tabela 03), onde são expressos em apenas cinco cores, os valores utilizados nos índices.

Tabela 03 - Escala-resumo de vulnerabilidade

Categoria Ecodinâmica	Vulnerabilidade Crepani <i>et al</i> (2001)	Grau de Vulnerabilidade	Valor
Estáveis	Estável	Muito baixo	1,0 – 1,3
Moderada Estabilidade	Moderadamente estável	Baixo	1,4 – 1,7
Média Estabilidade	Medianamente estável/ Vulnerável	Médio	1,8 -2,2
Moderada Instabilidade	Moderadamente vulnerável	Alto	2,3 – 2,6
Instável	Vulnerável	Muito alto	2,7 – 3,0

Fonte: Crepani *et al* (2001). Adaptado por Louzeiro (2018).

### 3.2 – Base cartográfica e espacialização do Índice de Vulnerabilidade Ambiental

#### Formação Geológica

A presente pesquisa utilizará as informações referentes à geologia, onde leva-se em consideração o grau de coesão das rochas. Segundo Crepani *et al* (2001) toda rocha é um agregado de minerais, sua resistência ao intemperismo dos minerais que a compõem (o que depende da natureza das ligações entre os átomos dos diferentes elementos químicos que os constituem), bem como da resistência à desagregação entre os minerais (o que vai depender da natureza das forças que juntaram as partículas, cristais ou grãos).

A importância do estudo geológico se dá com a finalidade de compreender o processo de formação e definição dos solos da área. Com base nesse conhecimento é possível saber quais são os depósitos mais recentes e os mais antigos, classificando-os como instáveis, moderadamente instáveis e estáveis, além disso, a dinâmica climática e o tipo de material que as compõem são fatores que determinam o grau de coesão da rocha.

O tipo de rocha presente no município de São Luís é sedimentar e segundo estudos da CPRM (2007) a área é constituída pela Formação Barreiras, Formação Itapecuru, Depósitos Litorâneos e Depósitos de mangue (Mapa 02). Estas conformações geológicas são descritas a seguir.

A Formação Barreiras é caracterizada por sedimentos areno-argilosos de coloração róseo-avermelhada e ferruginizados, com siltitos maciços de cores variando de amarelo a ocre; são conglomeráticos e desorganizados, ocasionalmente (RODRIGUES *et al*, 1994; PEREIRA, 2006). Os depósitos da Formação Barreiras estão assentados sobre os sedimentos do Terciário Paleógeno e recobertos discordantemente pelos sedimentos quaternários pleistocênicos e holocênicos ao longo da Ilha do Maranhão (RODRIGUES *et al*, 1994).

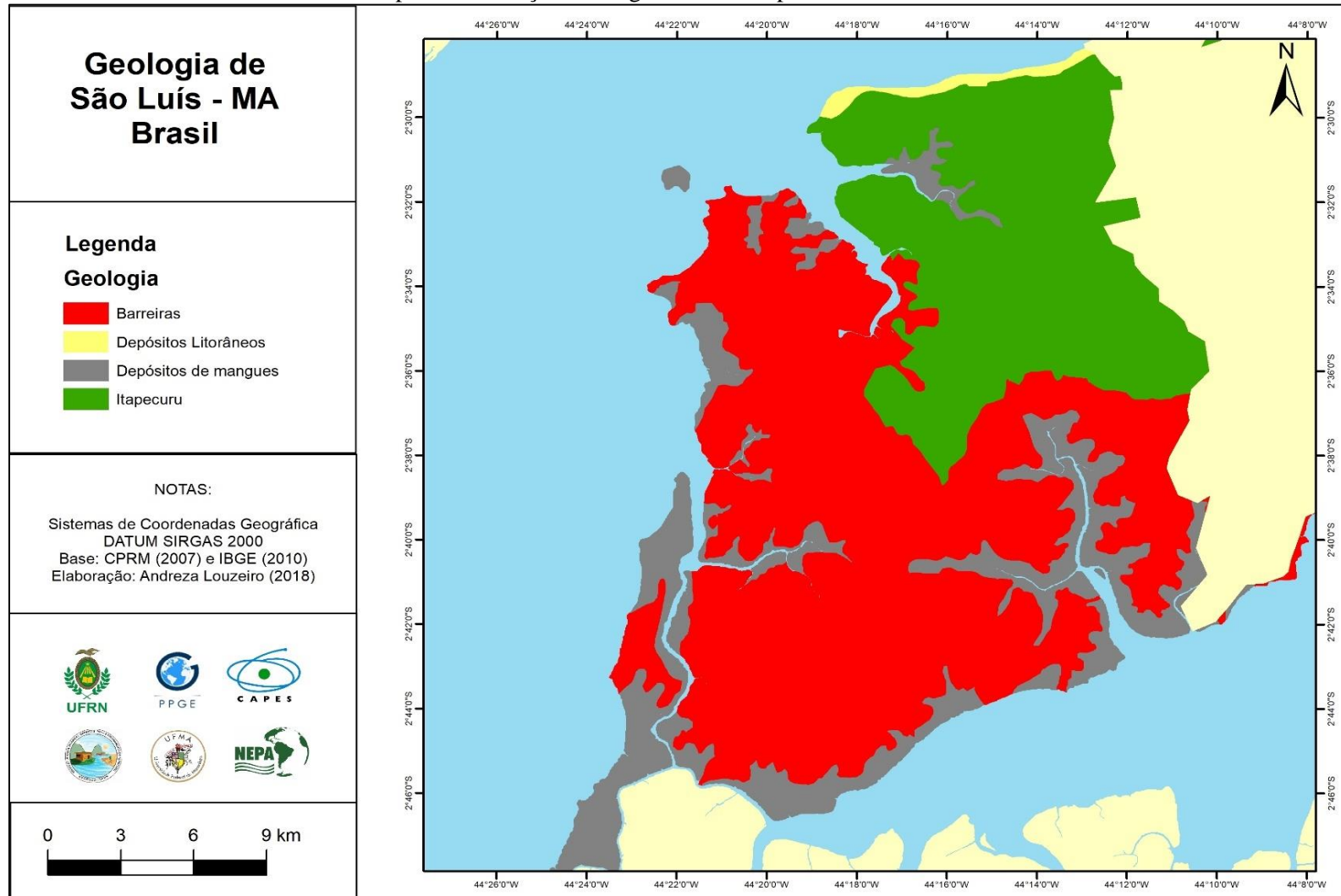
Pereira (2006) afirma que a Formação Itapecuru na região da bacia hidrográfica do Bacanga, ocorre nas áreas topograficamente mais baixas, inferiores a 5 metros e é caracterizada pela presença de arenitos finos e argilosos, avermelhados com manchas esbranquiçadas, homogêneos, com estratificação plano-paralela e cruzada, de baixo ângulo, e com estruturas convolutas (PEREIRA, 2006, p. 93).

Em São Luís também existem formações superficiais que estão relacionadas aos Depósitos de mangues (Figura 02) e segundo Silva (2012) ocorrem em toda a área objeto de estudo, notadamente na baía de Curupu, na baía de São Marcos e de São José e nos demais canais de maré presentes em toda a costa.

Outro exemplo de formação superficial são os depósitos marinhos litorâneos (Figura 03) que se referem àqueles depósitos arenosos presentes nas praias, sob a ação das ondas, marés e correntes litorâneas. São sedimentos quartzosos, esbranquiçados, bem selecionados, “originados por processos de tração subaquosa” (ALMEIDA, 2000, p. 22). Estes sedimentos ocorrem em quase todas as praias da área objeto de estudo, notadamente nas porções norte e nordeste, onde há grande influência das ondas e correntes litorâneas.

Sabendo disso, Sousa e Kux (2011) afirmam que a fragilidade das estruturas geológicas facilita a dinâmica da paisagem na área do Golfão Maranhense por sua exposição aos agentes modeladores do relevo como os de origem climática, hidrológica e oceanográfica, e pela intensa atividade eólica, marinha e fluviomarinha, gerando ondas e correntes que modelam o maior conjunto de falésias do litoral do Maranhão, e pelo aporte de sedimentos continentais carreados pelos rios.

Mapa 02: Formação Geológica do município de São Luís - MA



Figuras 02 – Depósitos de mangue. Rio Tijupá, margem de São Luís – MA. Figura 03 - Depósitos litorâneos na praia da Litorânea



Fonte –Andreza Louzeiro, 2018.

Sendo assim, para cada plano de informação é definido um valor de vulnerabilidade de forma individual, para tanto foi utilizado para o processamento das imagens o programa Arc GIS 10.3, no qual foram inseridos os planos em formato vetorial e convertidos em formato matricial. Feito isso, os valores são reclassificados, onde cada classe obtém um valor diferenciado, o qual leva em consideração o grau de vulnerabilidade do elemento.

Para combinar as variáveis e criar o mapa de vulnerabilidade ambiental, deve-se somar cada resultado de cada plano de informação e dividir pelo número de elementos a serem utilizados no índice, que no caso são quatro: geologia, geomorfologia, pedologia e uso e cobertura do solo.

Assim sendo, a seguir será apresentado o grau de vulnerabilidade para cada elemento que será utilizado no cálculo do índice de vulnerabilidade ambiental do município de São Luís – MA.

### *Vulnerabilidade para Geologia*

De acordo com Crepani *et al* (2001) cada rocha possui um valor de vulnerabilidade segundo seu grau de resistência. A partir dos pesos que foram conferidos para as características de cada rocha, foi elaborado o mapa de vulnerabilidade para o tema geologia. A tabela 04 exhibe a escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.

Tabela 04 - Escala de denudação das rochas mais comuns

Rochas	Média	Rochas	Média	Rochas	Média
Quartzitos ou Metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo moscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenitos Quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfíbolito, Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Magmatitos, Gnaisses	1,3	Estauroлита xisto, Xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4	Filito, Matassilito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Matargilito	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármore	2,3	Sedimentos inconsolidados: Aluviões, Colúvios, etc.	3,0

Fonte: Crepani *et al* (2001)

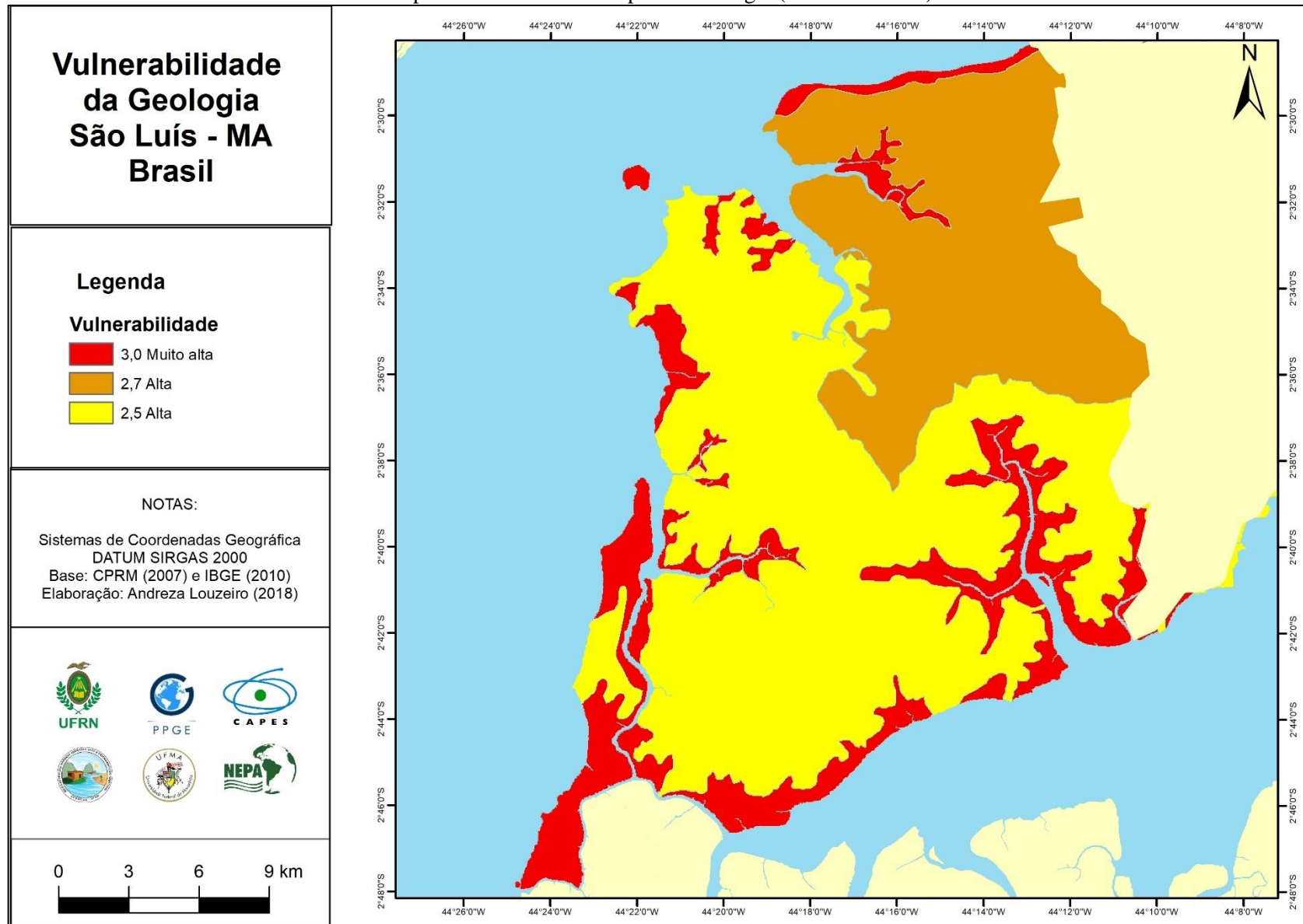
Considerando esses valores, foi possível elaborar o mapa de vulnerabilidade geológica através das classes disponíveis no banco de dados da CPRM (2007) o qual dividiu o município ludovicense em quatro classes: Formação Itapecuru, formação barreiras, Depósitos litorâneos e Depósitos de mangues. Segundo a classificação de Crepani *et al* (2001), não há atribuição de valores para os tipos de rocha, pois os pesos tratam das características que cada uma possui. Sendo assim, a vulnerabilidade geológica do município de São Luís (Mapa 03 e Tabela 05) apresenta valores de acordo com as características litológicas de cada formação.

Tabela 05 - Unidades Geológicas da área de estudo

Unidades geológicas	Características litológicas	Peso
Formação Barreiras	Arenitos conglomerados.	2,5
Formação Itapecuru	Regolitos de arenitos	2,7
Depósitos de mangue	Areias finas, siltes e argilas	3,0
Depósitos litorâneos	Areias quartzosas	3,0

Elaboração: Andreza Louzeiro

Mapa 03: Vulnerabilidade para a Geologia (São Luís – MA)



A partir de estudos da CPRM (2007) foi possível identificar as características de cada formação rochosa e, desta forma, atribuir os seus respectivos pesos segundo a sua composição. Os Depósitos de mangue e Depósitos litorâneos possuem peso 3,0 por apresentar em sua composição areias finas, silte e argila e areias quartzosas, respectivamente. Esses materiais são friáveis, possui fácil absorção pela água e são facilmente carregados pela ação do vento, sendo assim áreas mais susceptíveis à erosão, por este motivo o peso atribuído é o maior, configurando vulnerabilidade muito alta.

A Formação Itapecuru apresenta na sua formação, bem como na Formação Barreiras, rochas sedimentares pouco litificadas, processo pelo qual se converte sedimentos em rochas consolidadas, no entanto, a sua composição apresenta também regolitos de arenitos, material presente na última etapa do processo de intemperismo. Por este motivo a vulnerabilidade dessa rocha é muito alta, apresentando um peso 2,7 devido a sua composição.

Já a Formação Barreiras, faz parte do conjunto de coberturas lateríticas maduras e imaturas, sendo fonte de concreções ferruginosas, areia, cascalho, saibro e argila. No entanto possui uma estrutura conglomerática ligada por material agiloso apresentando uma certa cimentação em seu material, sendo assim o peso agregado a ela é de 2,5, equivalente a vulnerabilidade alta.

A sobreposição dos pontos indica as áreas de risco mapeadas pela Defesa Civil de São Luís em relação à cada formação litológica. A partir dessa espacialização, é possível perceber que esses locais estão situados nas formações Barreiras e Itapecuru, as quais apresentaram vulnerabilidade alta, justamente porque são compostas por materiais friáveis e facilmente capazes de serem erodidos.

#### Formação Geomorfológica (Morfometria - Altimetria)

Quanto à Geomorfologia do município de São Luís, nesse trabalho é tratado quanto a sua morfologia (formas de relevo) e sua morfometria (altimetria e declividade), pois segundo Crepani *et al* (2001) a altimetria e a declividade do terreno são determinantes para que haja energia potencial – a energia potencial está diretamente ligada à força exercida pela gravidade – suficiente para a descida de material de uma vertente. Então, quanto maior a altitude, maior será a energia potencial para a descida e,

quanto mais inclinado o terreno, menor estabilidade o material terá, de forma que, altas altitudes aliadas a fortes inclinações do terreno tornarão mais fácil e veloz a descida dos materiais que se encontram nas vertentes tornando este ambiente mais instável. Neste sentido, cabe destacar que a presença de vegetação é um fator importante para a contenção ou diminuição de movimentos de massa, pois sua ausência facilita a dinâmica erosiva do local.

No que se refere à altimetria, corresponde a representação do relevo em relação ao nível do mar, ou seja, às alturas de pontos relacionados com uma superfície de nível que se toma como elemento de comparação. O conhecimento da altimetria de uma área tem como objetivo identificar os locais de maiores e menores altitudes para estabelecer, neste caso, os níveis de maior ou menor risco, pois quanto maior a altitude, maior a força potencial para ocorrer o movimento de massa.

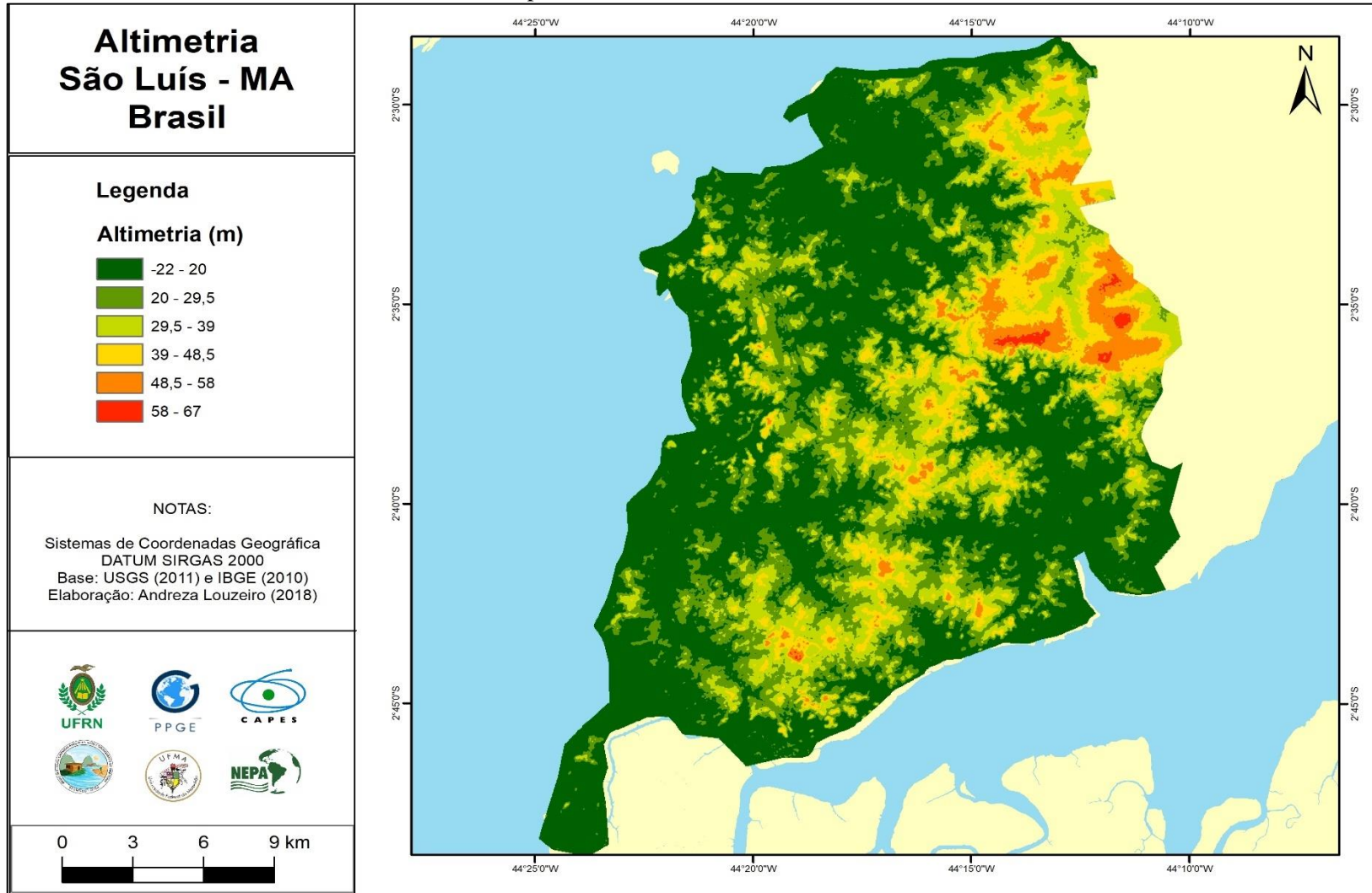
No município de São Luís, a altimetria não é tão acentuada. Em comparação com o extremo sul do Estado, pois a área em questão é uma das que menos possui grandes altitudes, visto que o município está situado na zona costeira do Estado. Segundo os estudos de Silva (2012) os dados gerados da área em questão indicam que em São Luís as classes estão distribuídas em função da amplitude altimétrica, das rupturas de relevo ocorrentes nas falésias e também das formas de tabuleiro dissecado existentes na região.

A porção nordeste de São Luís possui as maiores altitudes, tornando-o o principal divisor de águas da ilha. Além da linha de costa, o setor noroeste, su-sudeste e sudoeste apresentam as menores altitudes, chegando a 18m, respeitando os limites da linha de costa.

#### *Vulnerabilidade para Altimetria*

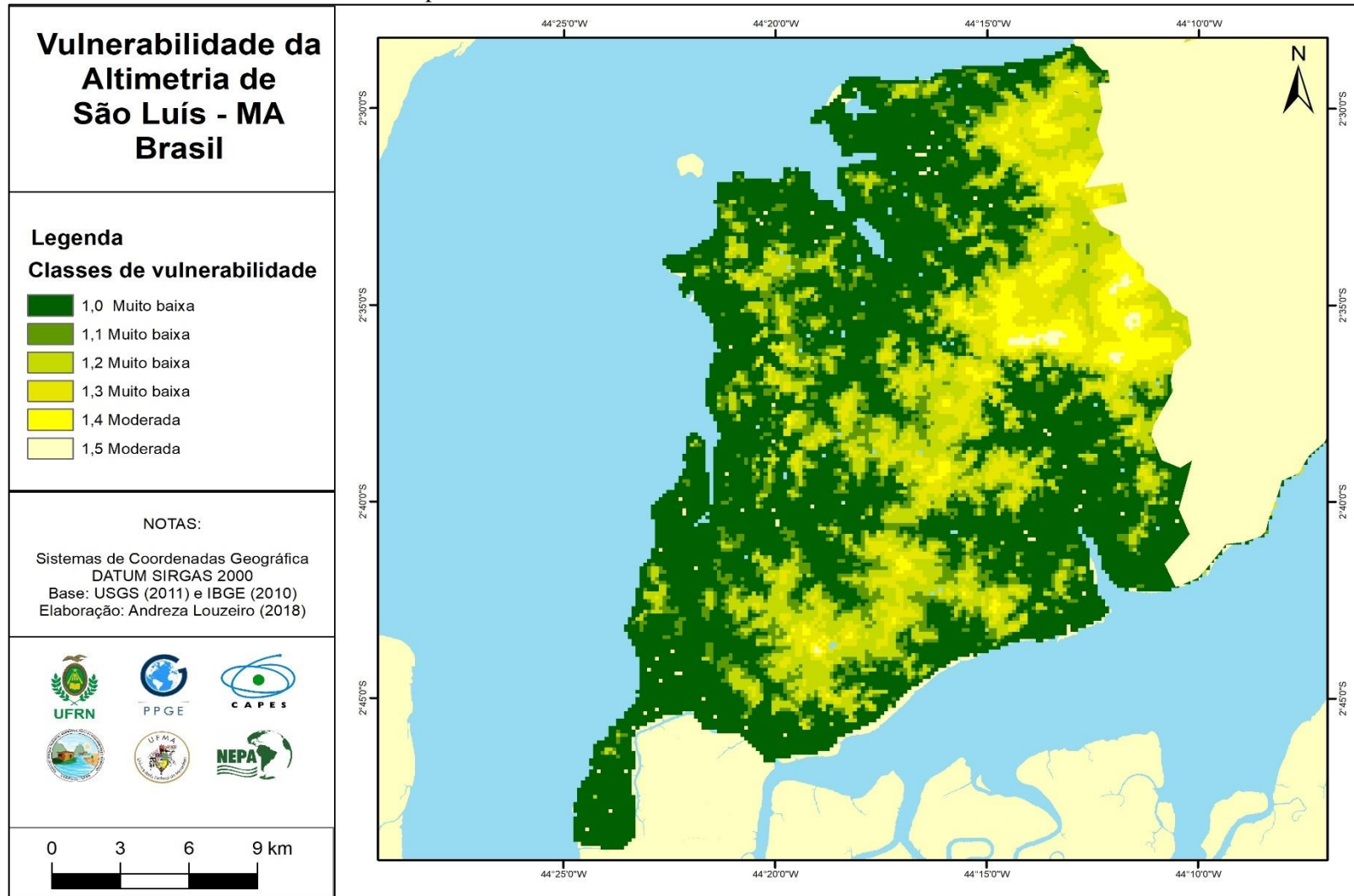
A altimetria do município de São Luís foi dividida em 6 classes altimétricas, segundo a metodologia estabelecida por Crepani *et al* (2001), sendo elas >20m, 20-29,5m, 29,5-39m, 39-48,5m, 48,5-58m e 58-67,5m (Mapa 04). A partir desses valores, foram estabelecidos seis pesos diferentes, considerando cada classe da altimetria (Tabela 06). Tais pesos foram especializados (Mapa 05) para melhor visualização da vulnerabilidade da altimetria de São Luís.

Mapa 04 - Altimetria de São Luís - MA



Elaboração: Andreza Louzeiro (2018)

Mapa 05 - Vulnerabilidade da Altimetria de São Luís - MA



Elaboração - Andreza Louzeiro (2018)

Tabela 06: Valores de Vulnerabilidade para amplitude altimétrica

<b>Amplitude Altimétrica</b>	<b>Pesos para vulnerabilidade</b>	<b>Classes de vulnerabilidade</b>
<20	1,0	Muito baixa
20 - 29,5	1,1	Muito baixa
29,5 - 39	1,2	Muito baixa
39 - 48,5	1,3	Muito baixa
48,5 - 58	1,4	Baixa
58 - 67,5	1,5	Baixa

Fonte: Crepani *et al* (2001) adaptado por Andreza Louzeiro (2018)

Levando em consideração que a metodologia de Crepani *et al* (2001) foi feita para análise da Amazônia, uma área de clima equatorial, é comum que haja adaptações dessa abordagem quando analisada a partir de uma área de clima tropical úmido, como é o caso do município de São Luís, pois uma das diferenças é a altimetria. Na região amazônica, a maior amplitude altimétrica chega a ser maior que 200m, já na presente área de estudo esse valor chega até 67m. Neste sentido, as áreas que são consideradas medianamente estáveis na metodologia de origem, são as que apresentam vulnerabilidade muito alta na presente área de estudo.

No entanto, por falta de estudos mais direcionados para altitudes menos elevadas, não foi possível estabelecer pesos que mostrassem a realidade da área de estudo. Os pesos de origem foram mantidos, mas é possível destacar que as áreas de risco de movimento de massa mapeadas pela Defesa Civil municipal de São Luís (2016) estão situadas nas altitudes que variam entre 29 a 67 metros.

Na espacialização da vulnerabilidade para a altimetria as áreas de risco de movimento de massa estão situadas nas classes de vulnerabilidade muito baixa a moderada, as quais, de acordo com pesquisa de campo tais classes podem ser classificadas como vulnerabilidade alta e muito alta.

#### Formação Geomorfológica (Morfometria – Declividade)

Ainda sobre a morfometria, no que se refere à declividade, neste estudo, leva em consideração as residências situadas em locais de declividade bastante angulosas, que estão expostas à riscos de movimento de massa, o que torna este elemento essencial para análises de planejamento urbano, uma vez que permite indicar as áreas próprias ou não para instalação de moradias.

Crepani *et al* (2001) explica que quanto maior a declividade mais rápida será a transformação de energia potencial em energia cinética das águas pluviais e assim, maior a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte prevalecendo, portanto, a morfogênese.

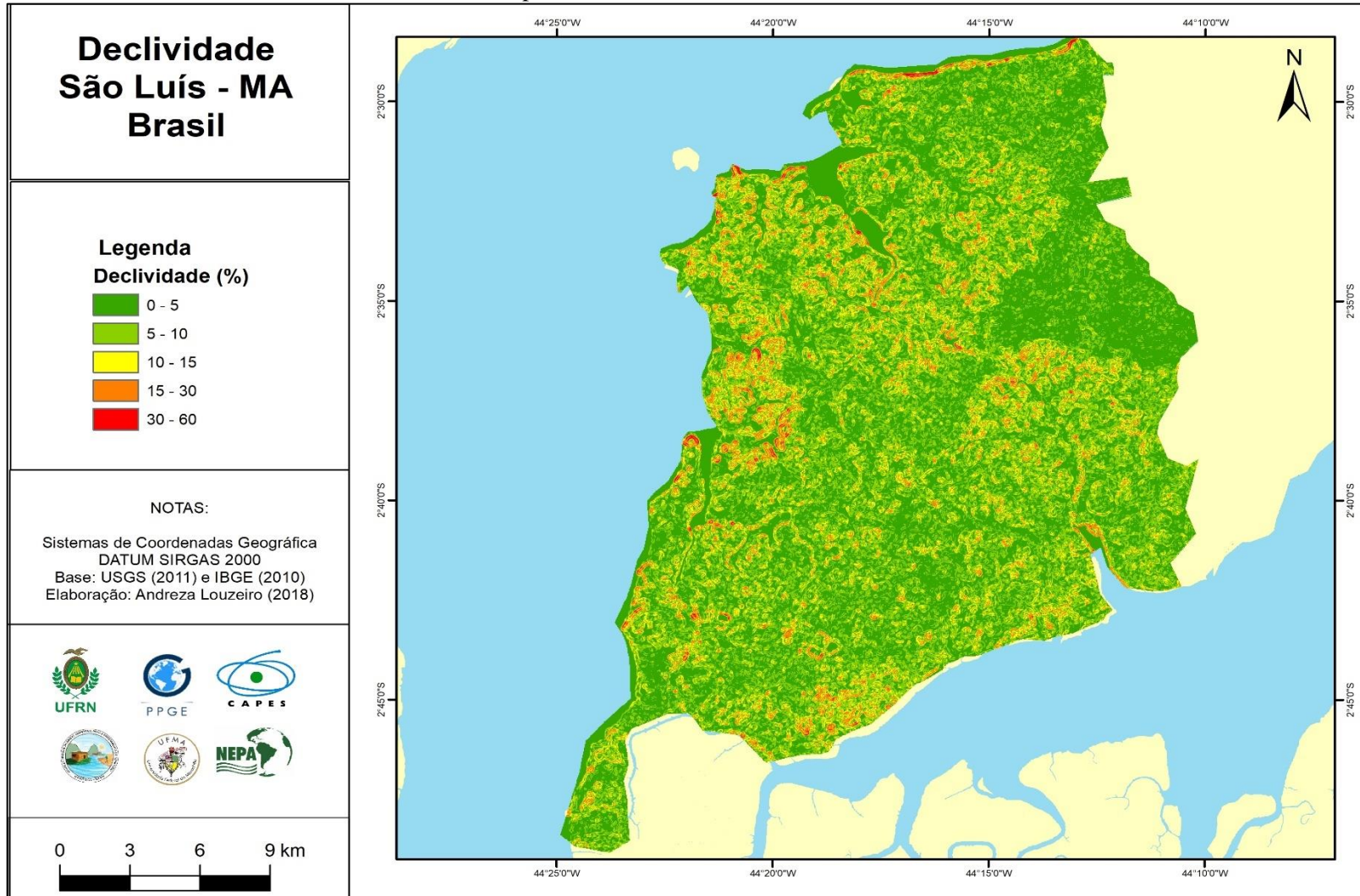
Para entender como a declividade atua como fator preponderante para a morfogênese é preciso apreender, primeiramente, que todo corpo recebe a influência de diversas forças. Para que haja um movimento de massa, por exemplo, é preciso que o somatório das forças que atuam na matéria seja diferente de zero, uma vez que, para existir o movimento, a força de resistência deverá ser menor. Assim, quanto maior o ângulo da inclinação, maior deverá ser a atuação da força de resistência contra a gravidade e demais forças contrárias para manter o sistema em equilíbrio (MEDEIROS, 2014).

O município de São Luís possui declividade que variam entre 0 a 60% (Mapa 06). Em função das características desta área e considerando a bibliografia especializada e a Lei Federal no 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979), que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências, optou-se por compartimentar a área em cinco classes, a saber, 0-5%, 5-10%, 10-15%, 15-30% e 30-60%, a qual a Lei 6.766 diz que “não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes”.

#### *Vulnerabilidade para a Declividade*

A partir da divisão dessas classes, foi possível estabelecer pesos de acordo com cada porcentagem de declividade encontrada na área, os quais foram totalmente de encontro com a metodologia proposta, sem necessidade de adaptações dos valores dos pesos (Tabela 07). Foi possível espacializar as áreas de vulnerabilidade em relação à declividade encontrada em São Luís (Mapa 07), a qual varia de muito baixa à muito alta, considerando as classes que cuja organização foi adequada de acordo com a realidade da área de pesquisa com o intuito de evidenciar os locais declivosos e propensos à movimento de massa.

Mapa 06: Declividade de São Luís -MA



Mapa 07 - Vulnerabilidade da declividade de São Luís - MA

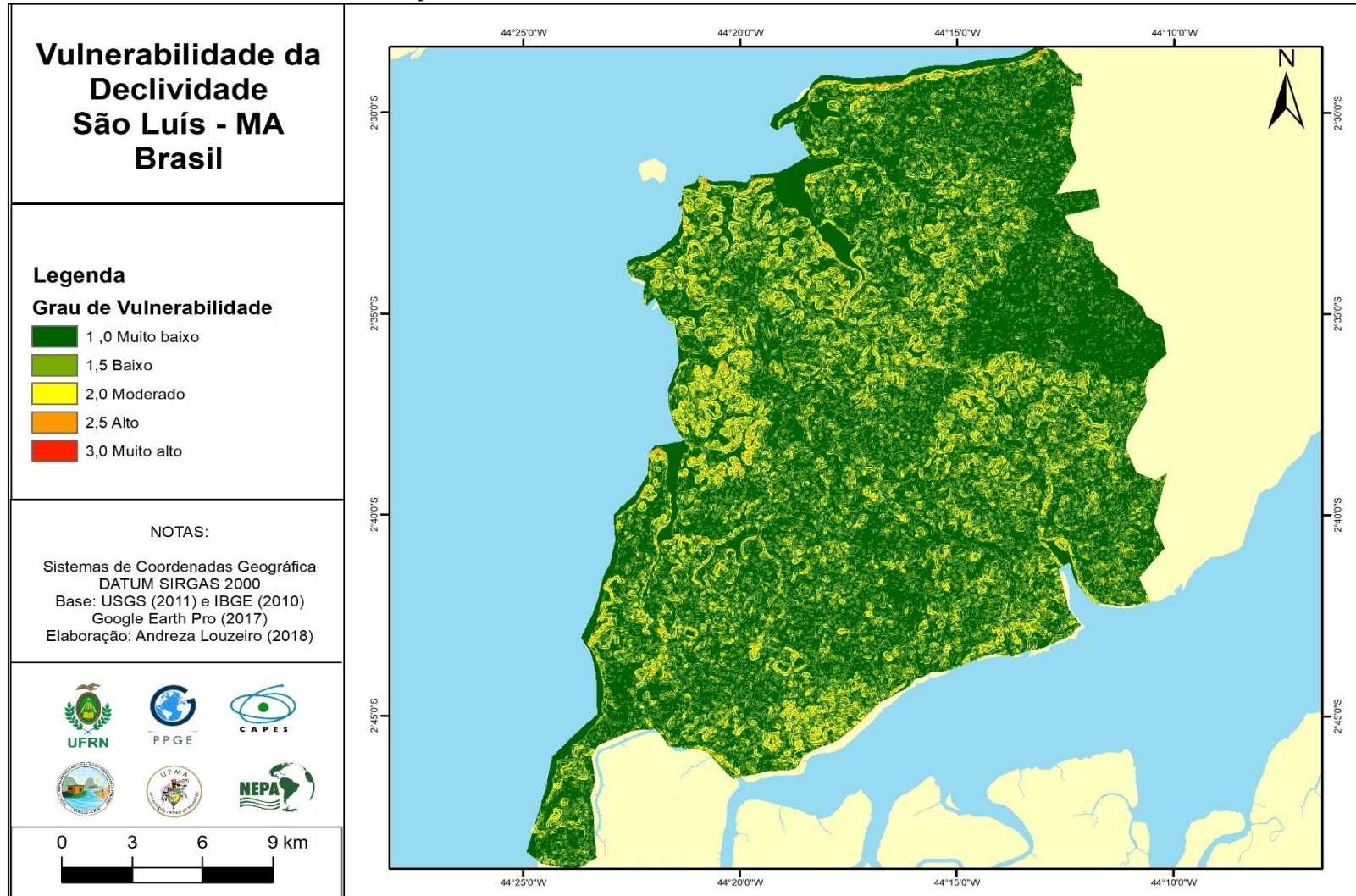


Tabela 07 - Valores de vulnerabilidade para declividade das encostas

Declividade (%)	Pesos para vulnerabilidade	Classes de vulnerabilidade
>5	1,0	Muito baixa
5 - 10	1,5	Baixa
10 – 15	2,0	Média
15 – 30	2,5	Alta
30 - 60	3,0	Muito alta

Fonte - Crepani *et al* (2001) adaptado por Louzeiro (2018).

É importante destacar que as áreas de risco em São Luís estão localizadas nos locais mais declivosas da cidade, onde apresentam entre 10 a 60% de declividade, o equivalente entre 20 até mais de 30° de declividade, segundo Crepani *et al* (2001).

Muitas áreas em São Luís ainda apresentam angulosas declividade, porém não existem “pontos” de risco sobrepostos nesses locais, isso pode se explicar por serem áreas de extração de minério da mineradora VALE (Figura 04), à oeste do município. E tabuleiros costeiros da Ilha de Tauá Mirim (Figura 05), à sudoeste. Tais áreas não possuem residências próximas, fato que não oferece risco de movimento de massa iminente à população.

Figuras 04 -: Mineradora VALE instalada em local distante de residências na Av. Eng. Hemiliano Macieira. Figura 05 - Costões rochosos na ilha de Tauá Mirim.



Fonte - Andreza Louzeiro, 2018.

As declividades situadas à norte do município representam campos de dunas vegetadas no bairro do Calhau, área considerada de classe média a alta da cidade. A ausência de “pontos” de risco nessa área se explica pelo fato de que nesse local as construções de casas, hotéis e estabelecimentos de lazer (Figuras 06 e 07) possuem uma técnica de construção mais resistente que retardam, de forma significativa, o processo de erosão na área, impedindo a ocorrência de movimento de massa nessa região.

Figuras 06 - Casa de festas e hotéis sobre as dunas de São Luís, no bairro Calhau, demonstrando técnica de construção mais resistentes à erosão. Figura 07 – Construção de hotéis nas dunas, bairro Calhau.



Fonte - Andreza Louzeiro, 2018.

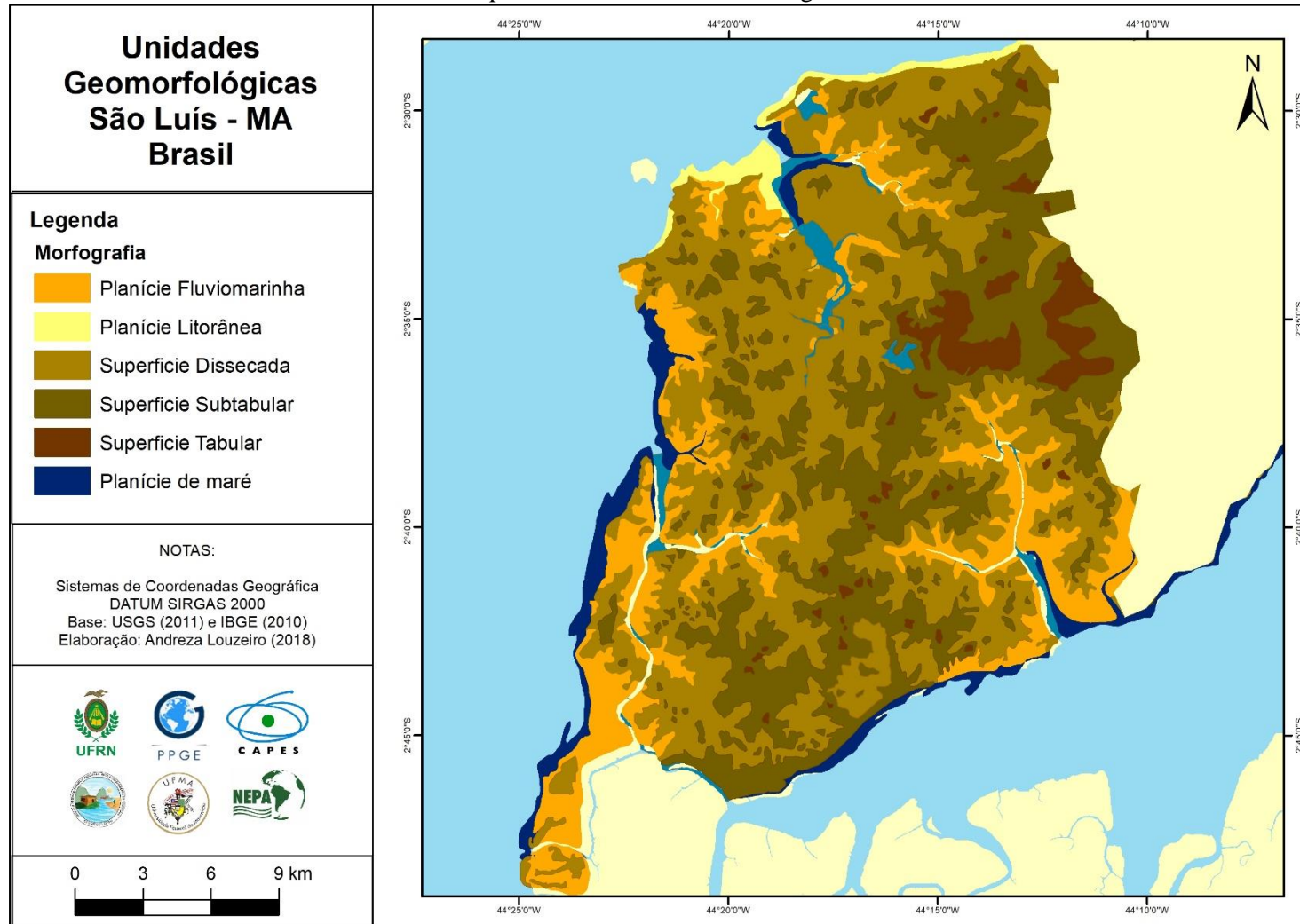
### Formação Geomorfológica (Morfografia)

Schobbenhaus (1984) afirma que o município de São Luís pertence à bacia costeira de São Luís. A área está situada no chamado Golfão maranhense e possui um processo geomorfológico recente e intenso. Silva (2012) já afirmava que na região foram identificadas diversas morfologias ocorrentes na área de estudo, as quais estão relacionadas aos tipos de costas supracitadas, às morfologias agradacionais e às denudacionais, referentes às unidades morfoesculturais do terceiro e quarto nível taxonômico, unidades também denominadas de padrões de formas semelhantes e tipos de formas de relevo.

A geomorfologia da área de estudo é composta, segundo Silva (2012) 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. Ross (2003) explica que as formas denudacionais (erosão) apresentam-se com topos convexos e planos, vertentes côncavas, convexas e retilíneas e patamares planos e côncavos. Já as agradacionais (deposição) são formadas pelas planícies e alguns terraços fluviais. Desta maneira, a seguir será detalhada cada forma de relevo do município. (Mapa (08)).

- Planície Flúviomarinha: A baixa altitude topográfica favorece o processo de acumulação de sedimentos na linha da costa, represando rios e levando-os a redefinir sua foz, favorecendo assim a formação de planície flúvio-marinha (Figura 08). Segundo Almeida (2000) essas formas têm influência dos rios e das marés. São constituídos de areias finas, esbranquiçadas, quartzosas, texturalmente maduras.

Mapa 08 - Unidades Geomorfológicas de São Luís - MA



Elaboração: Andreza Louzeiro (2018)

Segundo Rodrigues *et al.* (1994), são originados por processos de tração subaquosa, caracterizada pela migração de dunas de acreção lateral; constituem fácies de canal e barras de canal.

Figura 08 - Planície Fluviomarinha do rio Tijupá. Divisa entre os municípios de São Luís e São José de Ribamar



Fonte – Andreza Louzeiro, 2018.

- Planície Litorânea: As planícies litorâneas (Figura 09) apresentam baixo gradiente, margeiam os grandes corpos aquosos como os mares e oceanos e representam as “... faixas de terra emersas, compostas por sedimentos marinhos e flúviomarinhos”, (SUGUIO, 1992, p. 96). Apesar de ser considerada como uma costa mista, El-Robrini *et al* (2006) acrescenta que a Ilha do Maranhão apresenta dois tipos de costa, isto é, costa sub-retilínea e costa recortada. A primeira é caracterizada pela presença de praias arenosas e dunas e está situada na porção norte da área. A segunda apresenta “falsas rias”, uma vez que as desembocaduras dos canais fluviais foram emersas pelo aumento do nível relativo do mar.

Figura 09 - Planície litorânea da Praia Litorânea em São Luís - MA



Fonte: Andreza Louzeiro, janeiro de 2018.

- Planície de maré: Possui altitudes menores que 5m, constituída por sedimentos lodosos, ricos em matéria orgânica e nutrientes mal drenados. Numa área de planície de maré, situada à 4 km do Centro Histórico de São Luís (COELHO, 2002) encontra-se a Laguna da Jansen, de origem antrópica, formada em meados da década de 1970 em virtude “... de aterros efetuados durante o plano de urbanização das praias da Ponta d’Areia...” (COSTA, CASTRO E COSTA, 2008, p. 2).
- Superfície Tabular: A superfície tabular corresponde às superfícies com topos planos com altitude chegando até 100 m. Segundo Silva (2012) as morfologias com topos tabulares ocorrem predominantemente na porção central e centro-nordeste da ilha e são encontrados também em outras áreas dispersas no sentido radial. Feitosa (2006), considerou que alguns compartimentos desta unidade geoambiental encontram-se junto ao litoral com bordas abruptas que formam as barreiras terciárias conhecidas como falésias (Figura 10). Processos erosivos subatuais modelaram formas erosivas que restam como páleofalésias em zonas recuadas em relação à linha de costa atual.

Figura 10 - Falésias da praia de São Marcos, São Luís - MA



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

- Superfície Subtabular: Na porção norte da Ilha do Maranhão, os tabuleiros fazem contato com as praias e são densamente ocupados pelas instalações residenciais e comerciais, horizontais e verticais. Na porção noroeste, entre os rios Anil e Bacanga, há a área de ocupação mais antiga da ilha, com relevos colinosos, com encostas pouco a muito inclinadas e densamente ocupadas. Em direção à nordeste, estes tabuleiros apresentam-se paulatinamente mais baixos e planos, como uma ampla e extensa rampa descendente em direção à baía de Curupu, onde deságuam os rios Paciência e Santo Antônio (SILVA, 2012).

- Superfície Dissecada: Segundo Bezerra (2011) abaixo da superfície subtabular estão às colinas dissecadas com baixa, média, alta declividade, submetidas à modelagem dos rios. Nessa unidade da paisagem, quando retirada a cobertura vegetal somada às chuvas concentradas e a alta erodibilidade dos solos, está sujeita aos processos erosivos acelerados

O entendimento desses elementos geomorfológicos é essencial para o planejamento ambiental da área, principalmente se a mesma passa por intensas interferências antrópicas, as quais são tidas como agente de mutação ativos. Nesta relação, o meio físico de acordo com Vieira e Figueiredo Vieira (1983) é um complexo resultante da interação de um conjunto de fatores naturais, de cuja compreensão e conhecimento são essenciais para um manejo e conservação adequados com uma forma de uso mais eficiente.

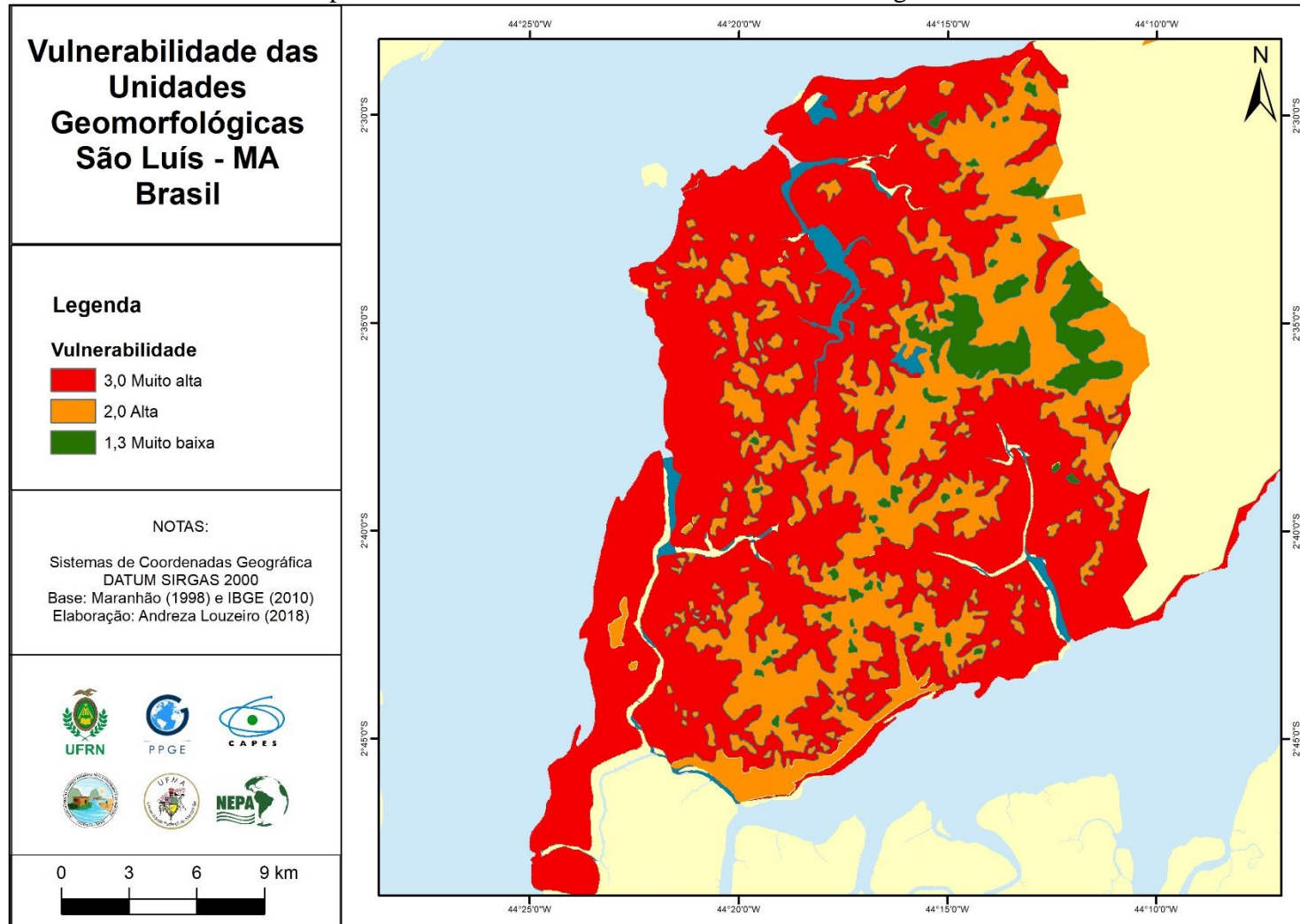
#### *Vulnerabilidade para Geomorfologia (Morfografia)*

No que se refere à geomorfologia, os atributos utilizados na pesquisa são morfografia e morfometria – em relação a nomenclatura das formas de relevo e declividade e altimetria, respectivamente. Em relação à morfografia, de São Luís, segundo Maranhão (1998) o município apresenta seis formas geomorfológicas.

No entanto, na metodologia proposta por Crepani *et al* (2001) a morfografia não possui valores para vulnerabilidade. Então, para esta pesquisa foi necessário estabelecer um estudo comparativo entre as formas de relevo com as características da litologia e da pedologia e a partir dos valores estabelecidos pela morfometria e litologia, foi possível indicar valores referentes aos pesos de cada unidade geomorfológica da área de estudo (Tabela 08).

Esses pesos levam em consideração a sobreposição das mais angulosas declividades, mais elevadas altimetrias e as rochas mais friáveis na formação de unidades geomorfológicas mais vulneráveis até a sobreposição das baixas declividades, baixas altitudes e rochas mais resistentes para a formação de uma geomorfologia mais estável (Mapa 09).

Mapa 09: Vulnerabilidade das Unidades Geomorfológicas de São Luís - MA



Elaboração: Andreza Louzeiro, 2018

Tabela 08 -Vulnerabilidade para a morfografia de São Luís

<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Características das unidades</b>	<b>Morfometria</b>	<b>Peso</b>
<b>Planície Fluviomarinha</b>	Áreas planas resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, geralmente sujeitos a inundações periódicas com vegetação de mangue.	Altimetria podendo atingir até 20m. Declividade praticamente nula, presente nas cotas entre 0 a 5%	3
<b>Planície Litorânea</b>	Modelada por agentes e processos marinhos e fluviomarinhos; dinâmica facilitada pela fragilidade das estruturas geológicas, por sua exposição aos agentes modeladores do relevo	Altimetria podendo atingir até 20m. Declividade que vai de 0-5%.	3
<b>Planície de maré</b>	Caracterizada pela presença de manguezais de supramaré, intermaré e inframaré, planície arenosa com baixios de maré. Áreas lamosas ou arenosas que estão acima da maré baixa, mas que são inundadas na maré alta	Altimetria podendo atingir até 20m. Declividade praticamente nula, presente nas cotas entre 0 a 5%	3
<b>Superfície tabular</b>	Áreas planas, presente nas maiores altimetrias, com raras declividades.	Altimetria podendo atingir até 49m e declividade vai de 0 a 5%	1,3
<b>Superfície subtabular</b>	Representam as porções do tabuleiro que sofreram dissecação no decorrer do tempo geológico, mas ainda preservam seu topo relativamente aplainado com encostas brandas a íngremes.	Altimetria variando entre 39 a 49m e declividade podendo atingir 12%.	2,5
<b>Superfície dissecada</b>	Áreas erodidas por processos exógenos, com presença de aterros, cortes, terraplanagem, retirada de material e com processos erosivos predominantemente laminares.	Altimetria podendo chegar a 30m e declividade varia de 30 a 60%	3

Elaborado por Andreza Louzeiro (2018) a partir de Feitosa (2006); El-Robrini *et al* (2006); Pereira (2006); Press *et al* (2006); Silva (2012).

A partir da explanação dos pesos de vulnerabilidade para a geomorfologia no que se refere à morfografia, é possível perceber que as unidades que possuem maior peso são as planícies fluviomarinhas, litorâneas e de maré principalmente. Apesar de esses três elementos não possuírem grandes altitudes ou maiores declividades, o peso maior se dá pela origem de suas estruturas que é material friável, naturalmente frágil e de fácil erosão.

A Superfície dissecada também recebe peso 3 por ser um ambiente caracterizado por possuir uma dinâmica erosiva muito forte e processos antrópicos que facilitam a perda de solo dessa unidade.

Em contrapartida, a Superfície subtabular já apresenta um peso um pouco menor pois, apesar de ainda sofrer processos erosivos e encostas íngremes em algumas áreas, esse tipo de tabuleiro mantém um topo aplainado e presença de encostas brandas, por isso seu peso é 2,5. No entanto, essa unidade possui áreas de risco, fato que pode confirmar o peso ainda ser alto.

Já a superfície tabular apresenta peso 1,3 por ser a área que mais se aproxima da estabilidade; é uma região que, segundo Silva (2012) ocupa cerca de 20 km<sup>2</sup>, o que equivale à 2% do território total da Ilha do Maranhão. Essa é a área mais plana e mais alta de São Luís, não apresenta áreas de risco nessa unidade, apenas nas suas proximidades, mas já se caracteriza como superfície subtabular.

#### *Vulnerabilidade para Geomorfologia (morfografia e morfometria)*

Nesta etapa será apresentada a vulnerabilidade para a geomorfologia com todos os seus elementos aqui trabalhados (unidades geomorfológicas, altimetria e declividade). Para chegar até aqui foi necessário fazer o índice de vulnerabilidade geomorfológica, a qual foi estabelecido a partir da média aritmética da vulnerabilidade de cada elemento até aqui citado, de acordo com a seguinte equação (3):

$$\text{Equação 3: } V = \frac{(R + D + A)}{3} \quad (1)$$

3

Onde:

V = Vulnerabilidade

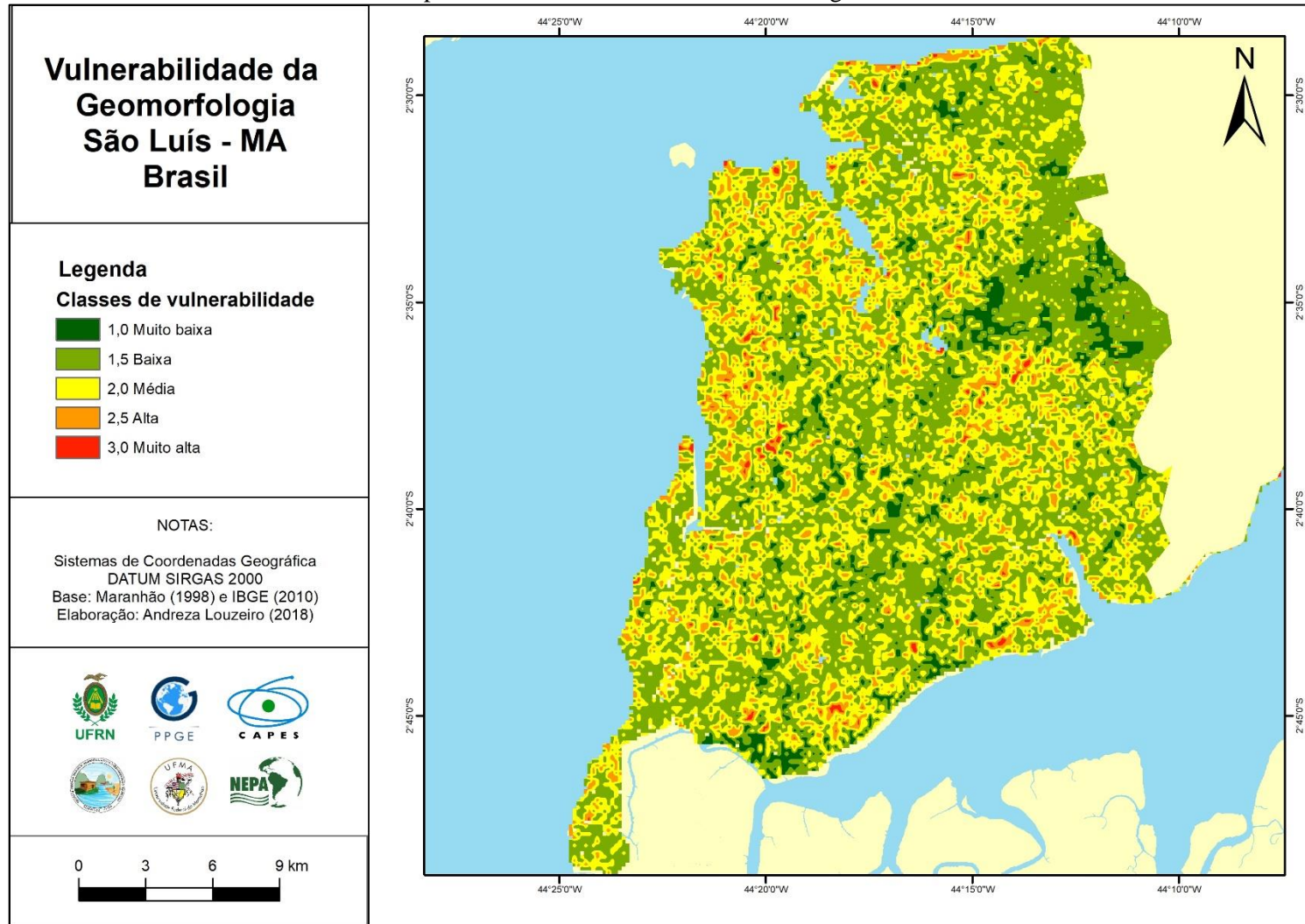
R = Vulnerabilidade para Formas de relevo

D = Vulnerabilidade para Declividade

A = Vulnerabilidade para Altimetria

Com a sobreposição desses três elementos foi possível identificar as áreas com vulnerabilidade de muito alta a muito baixa e ainda, realizar a sobreposição dos pontos que representam as áreas de risco de São Luís (Mapa 10).

Mapa 10 - Vulnerabilidade da Geomorfologia em São Luís – MA



Elaboração: Andreza Louzeiro (2018)

A partir da elaboração desse índice é possível perceber que as áreas mais propensas à riscos de movimento de massas estão situada nas classes de vulnerabilidade alta e muito alta. Isso pode ser explicado devido os valores da vulnerabilidade da declividade, a qual, na área, apresentou todos os valores identificados na metodologia. Sendo assim, com os valores baixos da altimetria, a média entre os PIs de declividade e unidades geomorfológicas teve maior importância numérica.

### Formação Pedológica

O processo de formação dos solos leva em consideração cinco elementos determinantes para sua composição final: rocha matriz, clima, relevo organismos vivos e tempo. Esses elementos são responsáveis pelo desenvolvimento pedológico através de contínuas reações químicas, físicas e biológicas, gerando diferentes tipos de solo.

Com base nos estudos realizados por Crepani *et al* (2001), a identificação da variável pedológica é importante para identificar os tipos de solo e verificar o grau de susceptibilidade a processos erosivos.

Através do processo descrito, estudos realizados pela CPRM (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 (Mapa 10).

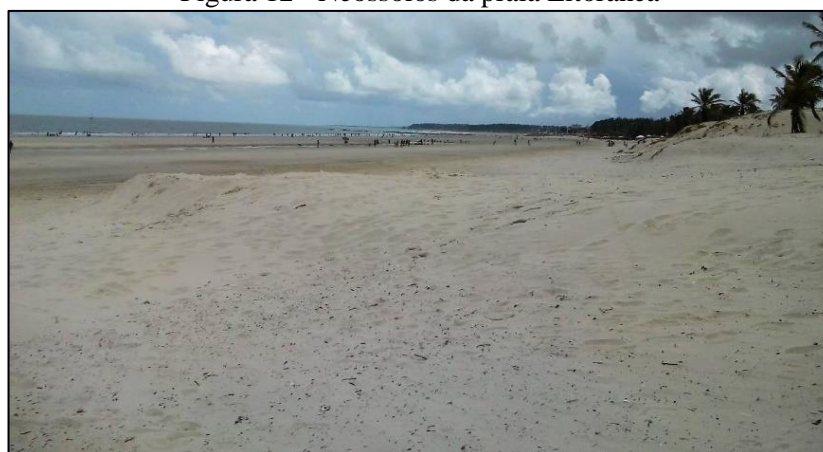
Ao caracterizar os vários tipos de solo presentes na Folha AS 23 de São Luís, Araújo (1973) caracteriza o argissolo como um tipo de solo bem desenvolvido, com fertilidade de baixa a média, bem drenado, com características erosivas de laminar a moderada, a vegetação presente nele, geralmente, é a floresta pluvial tropical e acontece em relevo suave ondulado; o neossolo (Figura 11) é pouco evoluído, permeável e de textura leve, é um tipo de solo profundo, fortemente drenado e poroso, além disso, ele ocorre em relevo plano e suavemente ondulado; os gleissolos (Figura 12) são constituídos por sedimentos não consolidados e recentes, são formados por material muito fino e orgânico proveniente dos mangues; por fim, o latossolo que, na área de estudo, possui associação com os neossolos, é originário de sedimentos arenosos, fortemente drenado e com pouca probabilidade de erosão.

Figura 11 - Gleissolos no rio Tijupá (divisa entre São Luís e São José de Ribamar).



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

Figura 12 - Neossolos da praia Litorânea

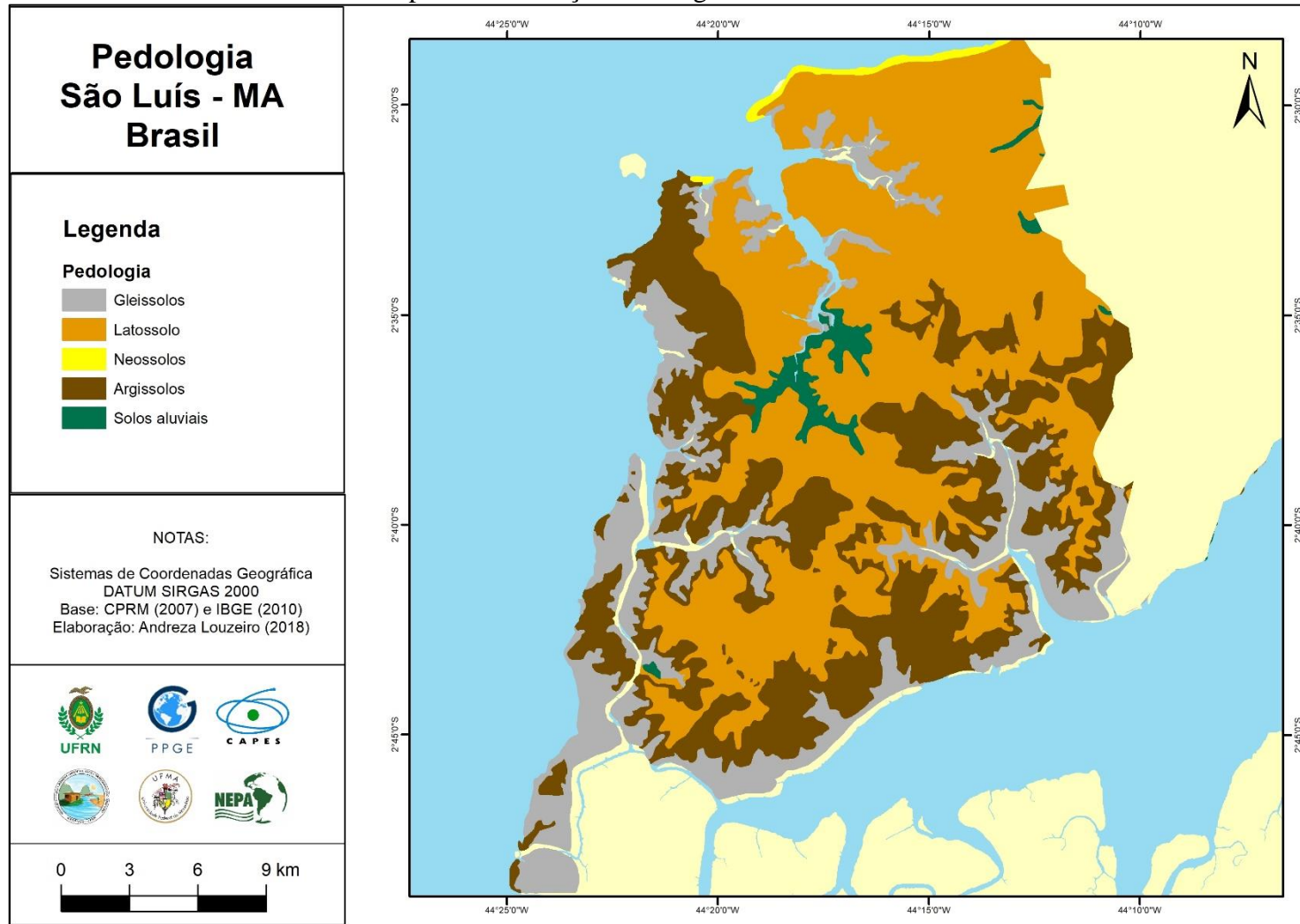


Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

Para definir a vulnerabilidade dos solos foi utilizada a metodologia adotada por Crepani *et al* (2001), o qual atribui pesos que vão de 1 a 3 para cada tipo de solo (Tabela 09), levando em consideração o seu material de origem, o nível de fragilidade e a capacidade que eles têm para erodibilidade.

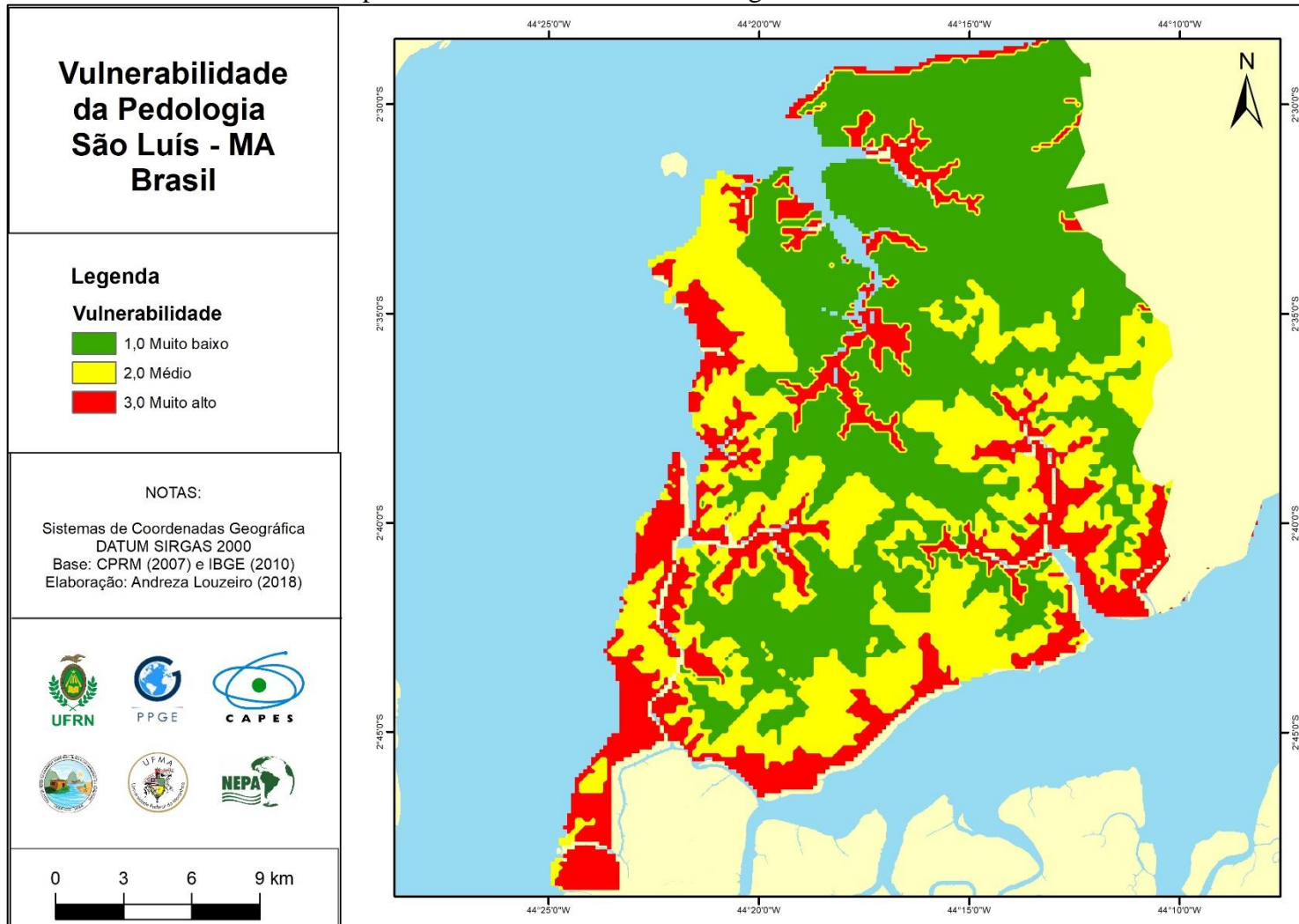
A partir daí foi possível espacializar os níveis de vulnerabilidade que cada solo do município possui (Mapa 11) e identificar, com base na sobreposição dos pontos de risco mapeados pela Defesa Civil (Anexo I), onde estão localizadas as áreas propensas a movimento de massas ou as que já sofreram algum tipo de movimento de massa. Assim, é possível identificar em quais tipos de solo têm ocorrência de casos de movimento de massa.

Mapa 11 - Formação Pedológica de São Luís - MA



Elaborado por: Andreza Louzeiro (2018)

Mapa 12 - Vulnerabilidade da Pedologia de São Luís - MA



Elaborado por: Andreza Louzeiro (2018)

Tabela 09: Valores de vulnerabilidade dos solos

Classes do solo citada por Crepani <i>et al</i> (2001)	Nova classificação de solos (2013)	Vulnerabilidade
Latossolos Amarelos Latossolos Vermelho-Amarelos Latossolos Vermelhos Latossolos Brunos Latossolos (...) Húmicos Latossolos Bruno (...) Húmicos	Latossolo	<b>1,0</b>
Argissolos Argissolos Luvisolos Alissolos Nitossolos Argissolos Nitossolos Luvisolos Chernossolos Planossolos Espodossolos	Argissolo	<b>2,0</b>
	Luvisolo	
	Chernossolo	
	Planossolo	
	Espodossolo	
Cambissolos	Cambissolo	<b>2,5</b>
Neossolos Litólicos Neossolos Flúvicos Neossolos Regolíticos Neossolos Quartzarênicos Vertissolos Organossolos Gleissolos Plintossolos Gleissolos Plintossolos Afloramento Rochoso	Neossolo	<b>3,0</b>
	Vertissolo	
	Organossolo	
	Gleissolos	
	Plintossolos	

Fonte: Adaptado a partir de Crepani *et al* (2001) EMBRAPA, 2013.

A partir da atribuição de valores da pedologia percebe-se que na área em questão estão presentes solos que vão do peso 1 ao 3, sendo o Latossolo com valor 1, representando estabilidade; Argissolo, 2, sendo medianamente vulnerável; Neossolo, 3 e Gleissolos 3, representando solos com vulnerabilidade muito alta (Tabela 10).

Tabela - 10 Vulnerabilidade para os tipos de solos da área de estudo

Formação pedológica	Características	Valores para vulnerabilidade
<b>Latossolos</b>	Solos profundos, boa drenagem, presente em áreas planas	1,0
<b>Argissolos</b>	Solos bem desenvolvidos, com erosão variando de laminar ligeira a moderada	2,0
<b>Neossolos</b>	Solos recentes, fácil ação da morfogênese, fácil erodibilidade	3,0
<b>Solos Aluviais</b>	Pouco desenvolvido, mal drenado, pouco profundo	3,0
<b>Gleissolos</b>	Solos inundáveis, hidromórficos, com características de encharcamento.	3,0

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro.

Os latossolos, embora tenham vulnerabilidade muito baixa, são caracterizados por serem solos profundos, bem drenados quando secos e friáveis quando úmidos, o que faz com que se desfaçam com certa facilidade. Na área de estudo isto acontece nas áreas planas, como superfícies aplainadas, colinas amplas e topos de platôs e chapadas.

Os argissolos, cuja vulnerabilidade é mediana, são bem estruturados, bem desenvolvidos, com profundidade variada e sua textura varia de arenosa a argilosa. Segundo Araújo *et al* (1973) os solos que constituem esta unidade apresentam-se bem drenados, ácidos e erosão variando de laminar ligeira a moderada. Apresentam predominantemente relevo suave com morros em meia laranja de pendentes curtas. São derivados de arenitos, folhelhos e siltitos.

Já os neossolos, solos aluviais e gleissolos apresentam vulnerabilidade muito alta pois são solos inundáveis, planos, pouco profundos com características associadas ao encharcamento, resultando na acumulação de matéria orgânica na primeira camada. Os neossolos são considerados solos recentes porque estão em vias de formação, graças ao material que lhes deu origem, como um afloramento de rochas, ou pela reduzida atuação da pedogênese. São excessivamente drenados e de fácil erodibilidade.

#### Uso e cobertura do solo

Essa variável reflete as áreas mais adensadas e identifica, em relação a cada setor censitário, as áreas potenciais à vulnerabilidade ambiental, pois leva em consideração a presença de vegetação, uma vez que esta age como protetora do solo, ajudando a não ocorrência de erosão e compactação do solo.

Medeiros (2014) afirma que a cobertura vegetal age como fixador do solo, uma vez que as raízes das plantas são capazes de impedir o movimento dos grumos de terra. Os solos expostos são mais vulneráveis às ações dos agentes intempéricos, tendo em vista que as copas das árvores atuam como uma camada protetora, impedido a radiação solar direta no solo, sendo propício o desenvolvimento da matéria orgânica e evitando o gotejamento direto das precipitações pluviométricas que possam causar o efeito “*splash*” que desagrega as partículas do solo. A vegetação promove a aeração, permeabilidade e porosidade do solo e dificulta o escoamento superficial concentrado.

No mapa de uso e cobertura do solo de São Luís (Mapa 12) foram consideradas nove classes, as quais correspondem a praias, superfície líquida, área intensamente urbanizada, área moderadamente urbanizada, manguezal, solo exposto, vegetação arbustiva, vegetação arbórea e área industrial. Essas duas tipologias de urbanização foram utilizadas visando uma maior aproximação da realidade da área, visto que é um município densamente urbanizado, no entanto, ainda existem locais onde a mancha urbana não é tão expressiva (Quadro 04).

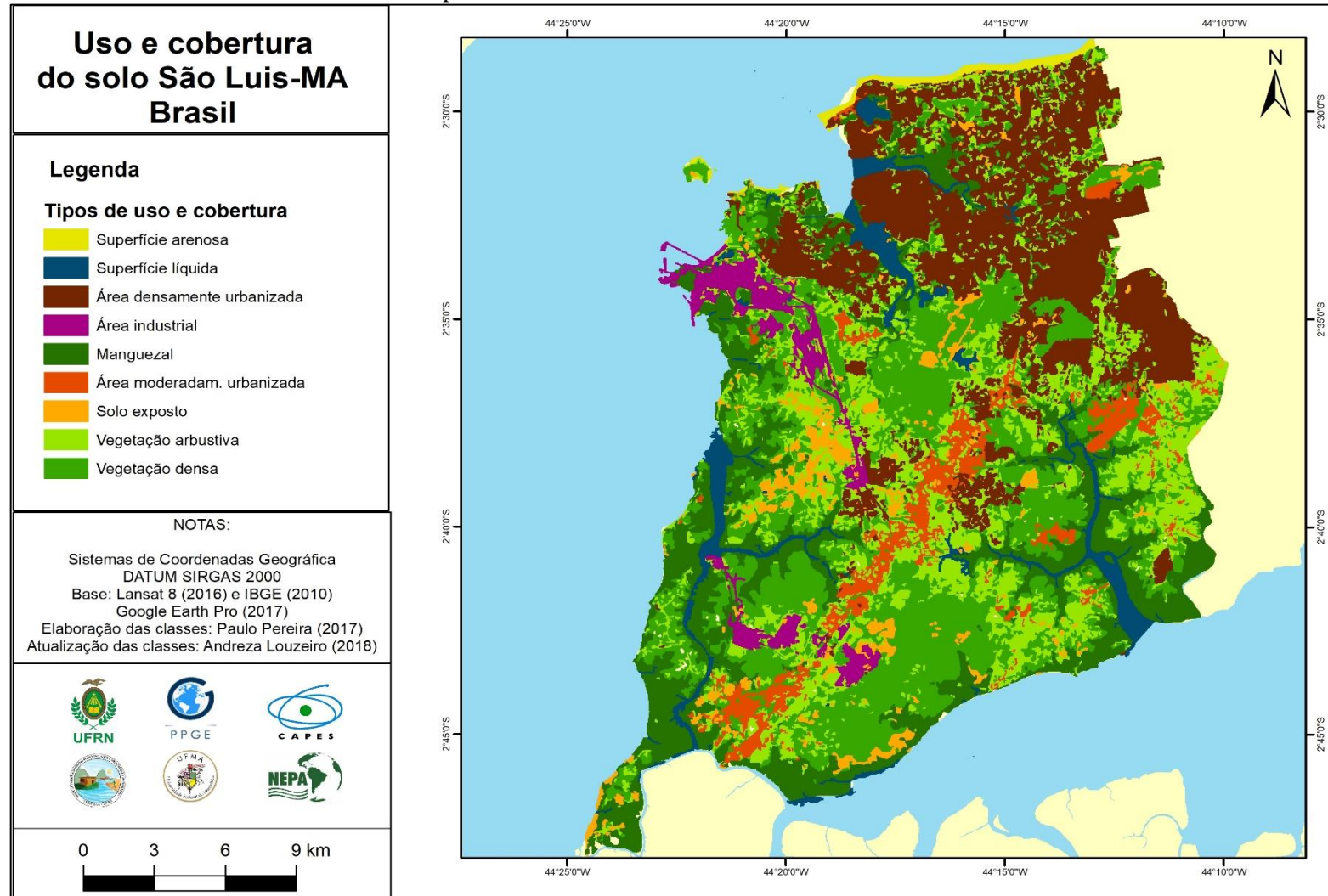
Para estes PI a metodologia abordada por Crepani *et al* (2001) não é totalmente contemplada, visto que em seu trabalho o autor utiliza o elemento “Vegetação”, onde atribui pesos para as diferentes coberturas vegetais. Neste caso, a variedade de vegetação não é tão expressiva, em contrapartida, as formas de uso do solo são bastante características no local, fato pelo qual se tornou necessário o acréscimo de elementos que não estão contemplados na metodologia em questão.

A partir dessas novas classes, tornou-se necessário a implementação de pesos de vulnerabilidade para os elementos adicionais. Esses valores foram atribuídos de acordo com os diferentes tipos de vegetação e a intensidade com que essa vegetação aparece em cada local (Mapa 14).

Medeiros (2014) ainda ressalta que a cobertura vegetal age como fixador do solo, uma vez que as raízes das plantas são capazes de impedir a movimentação dos sedimentos. Além desse fator, solos expostos são mais vulneráveis às ações dos agentes intempéricos, tendo em vista que as copas das árvores atuam como uma camada protetora, impedido a radiação solar direta no solo, sendo propício o desenvolvimento da matéria orgânica e evitando o gotejamento direto das precipitações que possam causar o efeito “*splash*”, o qual desagrega as partículas do solo. A vegetação impede a compactação do solo, promove a aeração, permeabilidade e porosidade do solo, além de dificultar o escoamento superficial concentrado, inibindo a erosão.








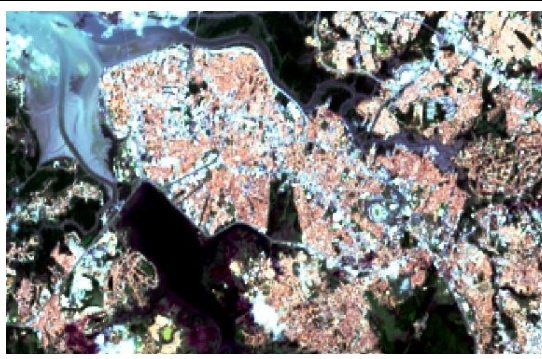

Sabendo da importância da cobertura vegetal em ambientes urbanos e rurais, Nucci (2003) apresenta valores de classificação dessas variáveis para ambientes urbanos, sendo eles





Mapa 13: Uso e cobertura do solo em São Luís - MA

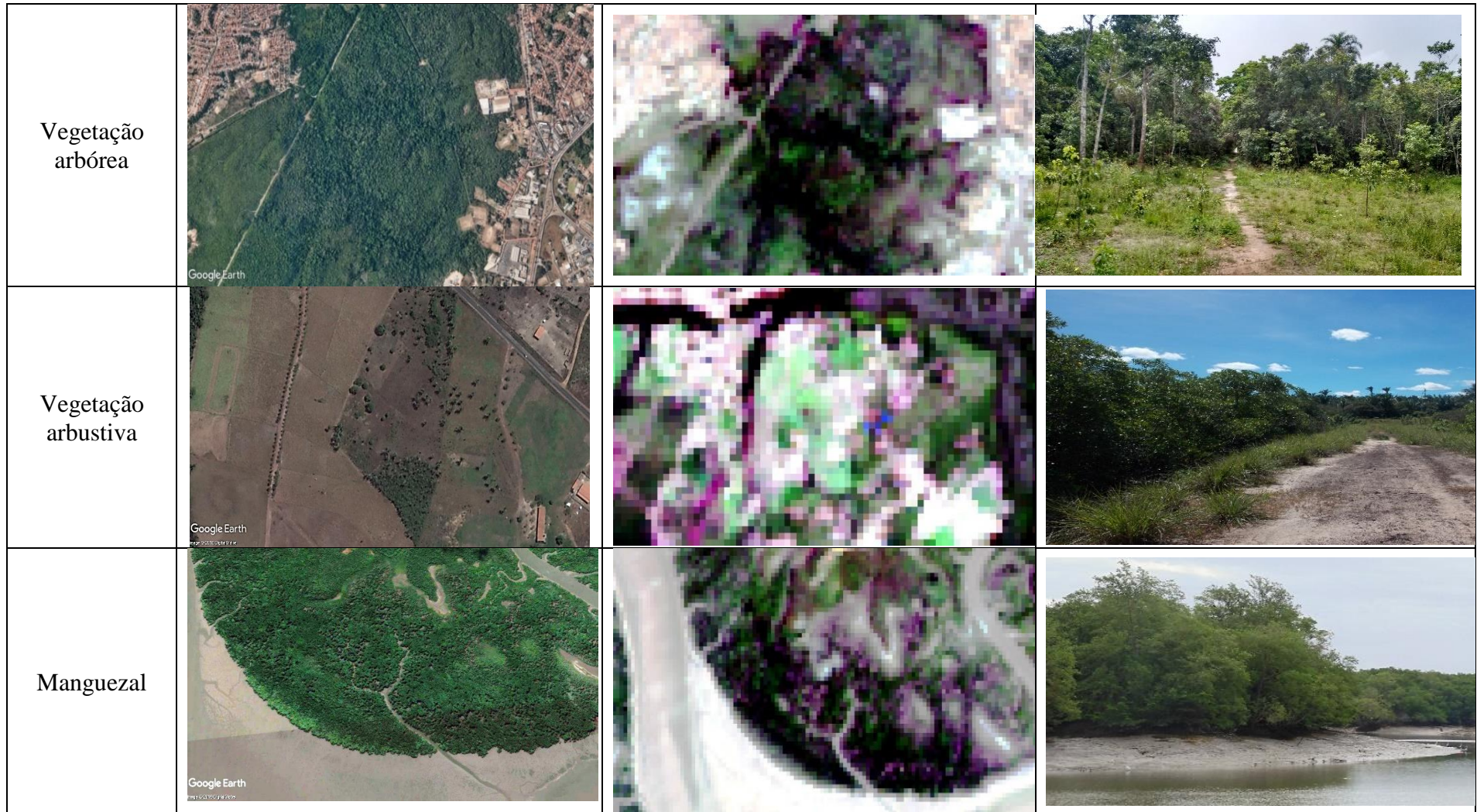


Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Quadro 04: Classes de uso e cobertura do solo (São Luís – MA)

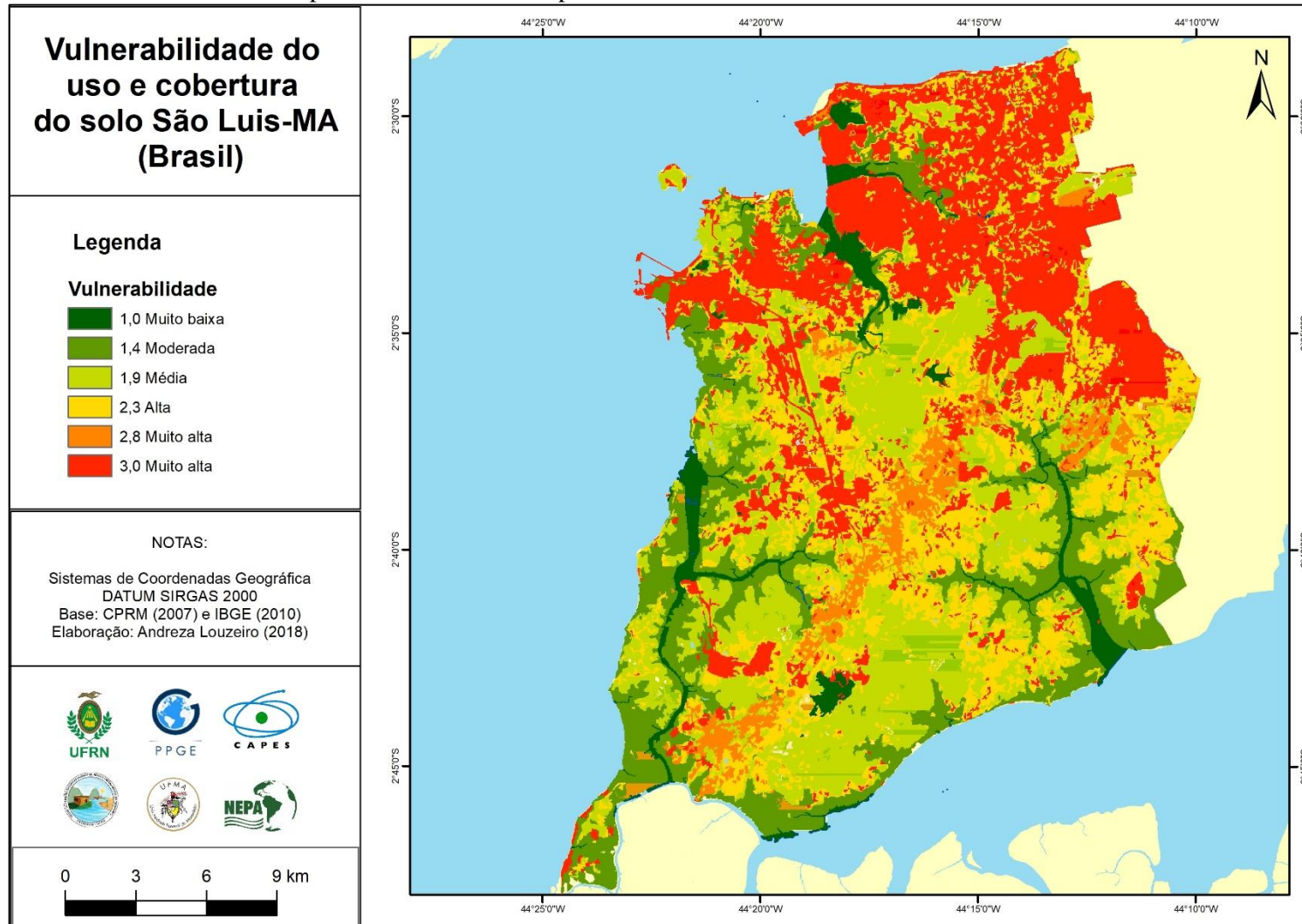
CLASSES	IMAGEM GOOGLE EARTH	IMAGEM DE SATÉLITE	FOTOS
Superfície arenosa			
Superfície líquida			
Área intensamente urbanizada			

<p>Área moderadamente urbanizada</p>	 <p>Google Earth</p>		
<p>Solo exposto</p>	 <p>Google Earth</p>		
<p>Área industrial</p>	 <p>Google Earth</p>		



Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 14 - Vulnerabilidade para uso e cobertura do solo em São Luís - MA



Fonte: Elaborado Por Andreza Louzeiro (2018).

Continuação da página 82.

[...] Oke (1973) *apud* Lombardo (1985) estima que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seja o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que áreas com um índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes às de um deserto.

Baseado nisso, foi possível estabelecer os pesos para cada elemento do PI de uso e cobertura do solo de acordo com suas características específicas (Quadro 05). Então com os valores mais expressivos de vulnerabilidade estão as praias, que já apresentam valor 3 no PI de Geomorfologia (Planície Litorânea), Pedologia (Neossolos) e Geologia (Depósitos litorâneos) por todos apresentarem a característica de fragilidade no sistema. Não diferente disso, a classe de superfície arenosa no PI de uso e cobertura do solo também apresenta o peso de maior vulnerabilidade por ser uma área que contém material friável e de fácil erodibilidade.

Da mesma forma, as classes de solo exposto e área industrial também apresentam o peso 3,0 (vulnerabilidade muito alta), pois são locais totalmente desprovidos de vegetação, facilitando o processo de erosão, mesmo laminar, nessas áreas. No entanto, não há uma quantidade substancial de residências, apenas a população residente no bairro Fumacê, localizado na área Itaqui Bacanga, cujos limites estão próximos à Indústria de Gás do município,

A superfície líquida apresentou o menor peso (vulnerabilidade 1,0) por ser um elemento que faz parte do PI de uso e cobertura do solo e não apresentar nenhum tipo de risco de movimento de massa. Isso se justifica por estar em uma área plana e, na área, se apresentar em ambientes de baixas altitudes e declividades pouco angulosas ou até mesmo nulas.

Em relação às áreas urbanizadas, na classe denominada de “Área intensamente urbanizada” e “Área moderadamente urbanizada” foi levada em consideração a porcentagem de vegetação em cada uma e as condições de permeabilização e drenagem dos locais, onde quanto mais vegetada e permeável a área é, menos vulnerável ela pode estar.

Com base na realidade da área de estudo, as áreas urbanizadas de forma intensa, tiveram peso de vulnerabilidade 2,9, pois a maior possui elevada impermeabilização do solo devido a infraestrutura de calçamento das ruas. A partir de pesquisa de campo, pode-se perceber que muitos locais densamente urbanizados no

município estão instalados em áreas de encosta e possuem pouca infraestrutura urbana, fato que colabora para a ocorrência de movimento de massa no local.

As “áreas moderadamente urbanizadas” são os locais onde a expansão urbana ainda é incipiente, em comparação com as “áreas intensamente urbanizadas”. Alguns desses locais são povoados que estão situados em áreas distantes da cidade, outros são áreas adquiridas de forma ilegal “invasões” que não possuem o mínimo de infraestrutura adequada para a qualidade de vida dessas populações. Sendo assim, o nível de vulnerabilidade estabelecido para esta classe é de 2,8, pois são áreas frágeis, principalmente nas ocupações em áreas de encostas, e que não oferecem a mínima segurança em caso de movimento de massa.

Já os pesos referentes à vegetação, seguem a abordagem utilizada por Crepani *et al* (2001), onde a vegetação arbórea recebe peso 1,9 pois apresenta uma cobertura vegetal mediana; a vegetação arbustiva com peso 2,3 por ter uma baixa cobertura vegetal deixando descoberto boa parte do solo, fato que auxilia no processo de erosão e o manguezal foi atribuído peso 1,4 que se refere à vulnerabilidade baixa pois é uma formação pioneira, tem como função principal a proteção fluviomarinha e impede que ocorra erosão. No entanto, na área em estudo essa vegetação encontra-se comprometida em algumas partes do município.

Quadro 05 - Vulnerabilidade para uso e cobertura do solo

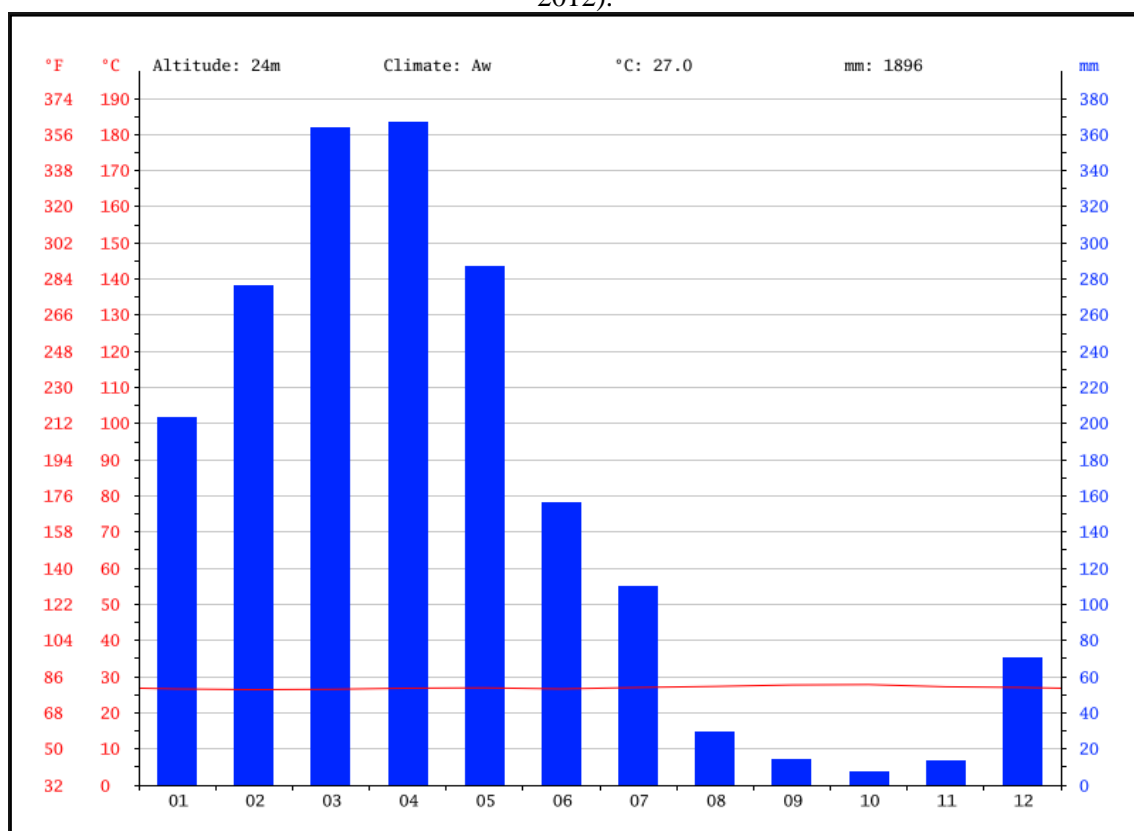
Tipos de uso/cobertura	Características	Pesos de vulnerabilidade
<b>Superfície arenosa</b>	Formado predominantemente por neossolos; ambiente naturalmente instável	3,0
<b>Superfície líquida</b>	Ambiente neutro, não apresenta risco de movimento de massa	1,0
<b>Área intensamente urbanizada</b>	Baixa permeabilização do solo; presença de ocupação urbana em áreas de encostas	2,9
<b>Área moderadamente urbanizada</b>	Permeabilização razoável; áreas com ocupação irregular; carência de saneamento e infraestrutura	2,8
<b>Solo exposto</b>	Área exposta a processos erosivos devido a ausência de vegetação	3,0
<b>Área industrial</b>	Área com ausência de vegetação, presença de residências pontuais nos arredores.	3,0
<b>Vegetação arbórea</b>	Apresenta uma cobertura vegetal mediana	1,9
<b>Vegetação arbustiva</b>	Baixa cobertura vegetal deixando descoberto boa parte do solo, fato que auxilia no processo de erosão	2,3
<b>Manguezal</b>	Formação pioneira, tem como função principal a proteção fluviomarinha e impede a erosão	1,4

Fonte - Elaborado por Andreza Louzeiro (2018)

### Comportamento pluviométrico

São Luís tem um clima tropical. Existem duas épocas bem definidas: período chuvoso e período de estiagem. A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger. São Luís tem uma temperatura média de 27.0 °C. A média anual de pluviosidade é de 1896 mm. Quando comparados o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 360 mm em relação ao mês mais chuvoso. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 1.4 °C. No mês de outubro, a temperatura média é de 27.8°C, sendo este o mês mais quente do ano. Com uma temperatura média de 26.4 °C, fevereiro é o mês com a mais baixa temperatura ao longo do ano. O mês mais seco é outubro com 7 mm. Com uma média de 367 mm o mês de abril é o mês de maior precipitação (Gráfico 03) (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

Gráfico 03- Normais Climatológicas da Precipitação (mm) no município de São Luís (1982-2012).

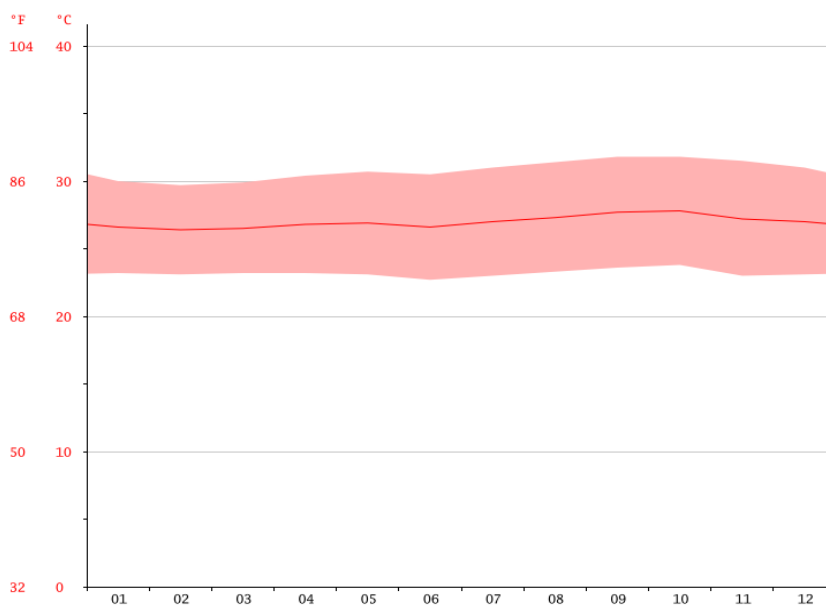


Fonte - Dados da Estação São Luís obtidos junto ao INMET e CLIMATE-DATA.ORG, 2018.

Assim sendo, Strahler (1960), citado por Pereira (2006) já afirma que a Ilha do Maranhão está inserida na área de transição climática do semi-árido nordestino e tropical úmido amazônico, sendo considerado como um clima tropical chuvoso, com estação seca de inverno, tipo Aw, conforme a classificação de Köppen.

Tendo em vista o seu caráter tropical e as suas características regionais, a área estudada apresenta uma regularidade climática que permite identificar certa uniformidade não apresentando valores máximos e mínimos exagerados ao longo do ano nos parâmetros de temperatura (Gráfico 04) (apesar de tendência do aumento das suas médias em comparação as normais climatológicas – 1982/2012). A exceção são os dados pluviométricos que apresentam irregularidades mais perceptíveis.

Gráfico 04 - Temperatura de São Luís entre os anos de 1982 a 2012

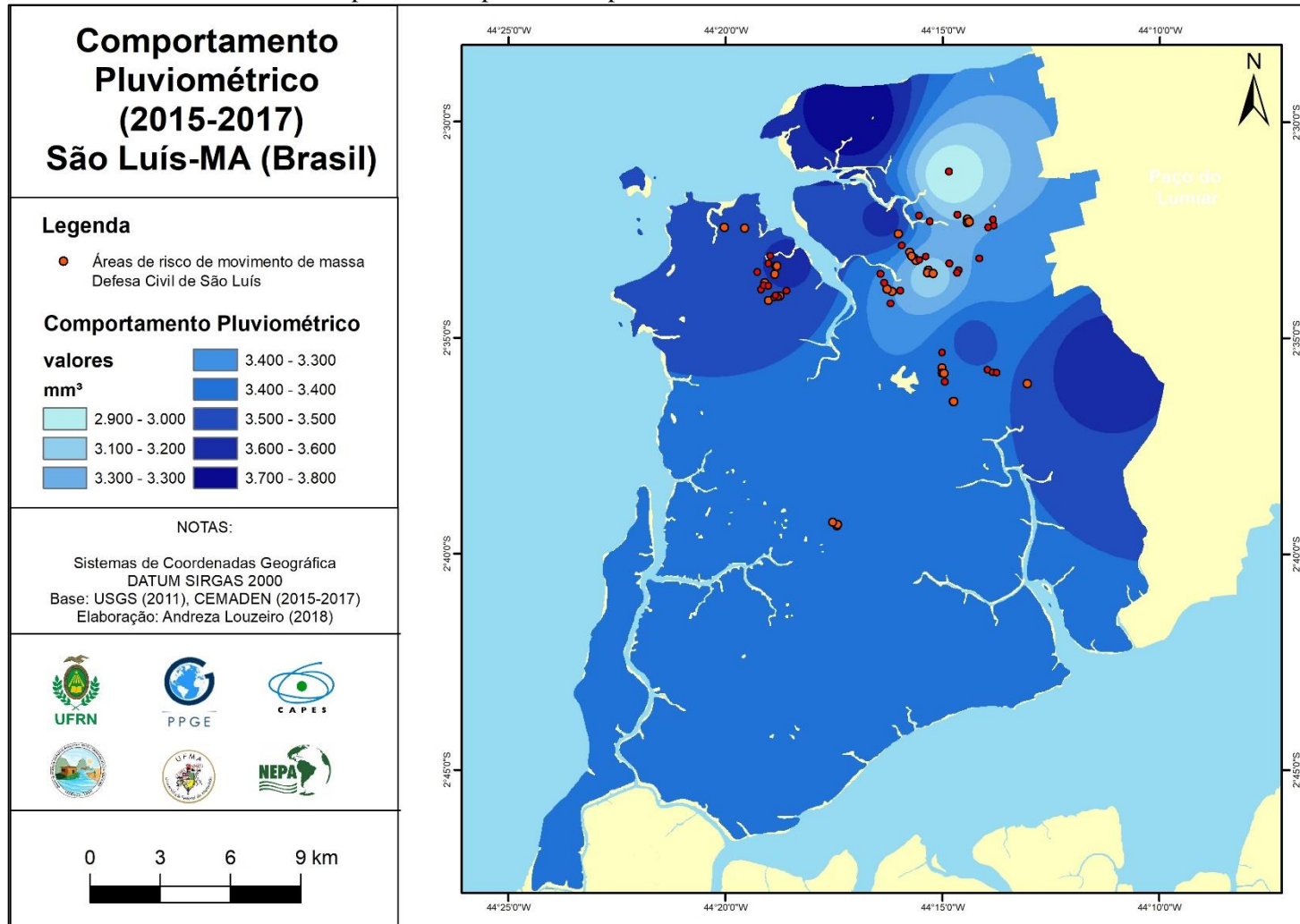


Fonte - CLIMATE-DATA.ORG, 2018.

A má distribuição pluviométrica mensal ao longo do ano, produz excedentes no primeiro semestre e déficit no segundo. Sendo assim, é possível definir 2 (dois) períodos anuais distintos: o chuvoso, no primeiro semestre e o período seco, no segundo. O período chamado seco se estende entre os meses de agosto a dezembro, sendo que outubro e novembro, são os mais secos.

No entanto, mesmo com esses dados climatológicos, não é possível fazer uma análise da vulnerabilidade da precipitação no município visto que para tanto é necessário haver uma coleta de dados pluviométricos por um período de 30 anos em cada estação pluviométrica presente na área, fazendo assim um estudo das normais de precipitação da área. Neste sentido, o que será esboçado aqui diz respeito ao comportamento pluviométrico do município de São Luís entre os anos de 2015 e 2017, levando em consideração os dados de chuva de 9 estações pluviométricas (Mapa 15).

Mapa 15 - Comportamento pluviométrico entre 2015-2017 em São Luís - MA



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da CEMADEN

A partir da sobreposição é possível perceber que o comportamento pluviométrico está concentrado nas porções norte, noroeste e leste, sendo que na porção noroeste há uma grande quantidade de pontos que representam as áreas de risco de movimento de massa definidos pela Defesa Civil municipal. Essa área está situada na região do Itaquí Bacanga, local onde existem bairros que possuem residências próximas a áreas de encostas, muitas dessas áreas foram mapeadas pela Defesa Civil municipal e é considerada, por eles, como alto risco.

Sabe-se que a precipitação é um elemento que auxilia de maneira determinante nos processos erosivos e, segundo Crepani *et al* (2001) A causa fundamental da denudação é a ação da chuva agindo inicialmente sobre as rochas provocando o intemperismo, e mais tarde sobre o solo removendo-o pela erosão hídrica. O impacto direto das gotas e o escoamento superficial do excesso de água da chuva (“runoff” ou enxurrada) são os agentes ativos da erosão hídrica, o solo é o agente passivo.

### 3.3 - Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Ambiental de São Luís

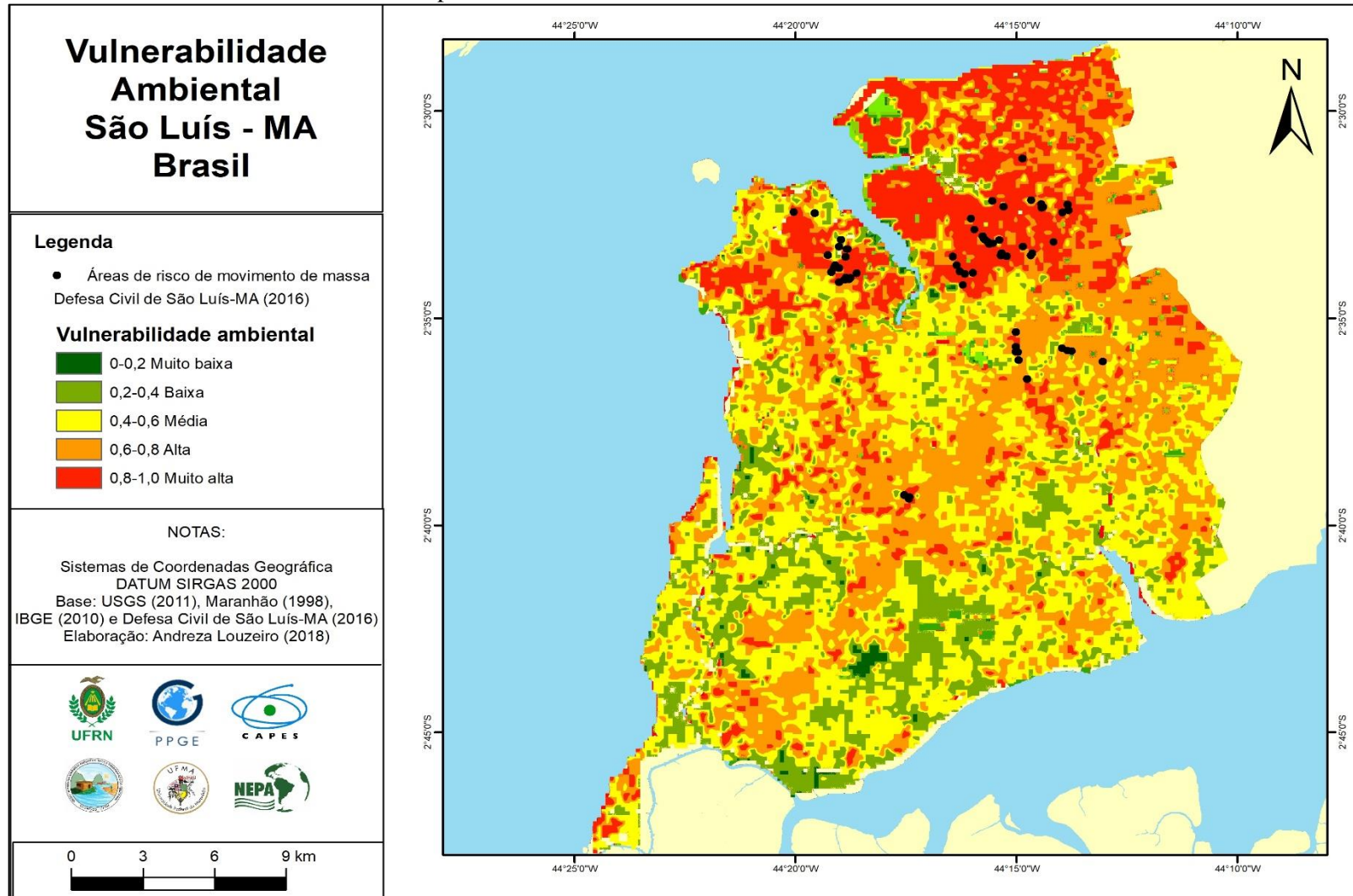
Para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (Mapa 16), foi necessário fazer a sobreposição dos mapas que espacializaram os índices referentes à Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Uso e Cobertura do solo. Foi feito uma média aritmética, onde cada PI foi somado entre si e o resultado foi dividido por 4, que é o número de elementos utilizados nesta pesquisa para fazer o cálculo do índice.

Para esta etapa, foi necessário a utilização da ferramenta *Raster Calculator* do Programa da ESRI ArcGis, na qual foi adicionada a equação (4) para realizar o cálculo através da inserção de cada raster referente aos Planos de Informação utilizados. A partir da distribuição espacial da vulnerabilidade ambiental, foi possível perceber que elementos da Geologia, Geomorfologia e Pedologia foram determinantes para estabelecer os níveis extremos de vulnerabilidade ambiental.

$$\text{Equação (4): } V = \frac{(G + R + P + O)}{4} \quad (1)$$

4

Mapa 16: Vulnerabilidade Ambiental em São Luís - MA



Fonte: Elaborado pela Andreza Louzeiro (2018).

Os valores de vulnerabilidade muito alta estão presentes nas áreas que apresentam características de material friável, alto grau de erosão e forte presença da superfície líquida. Esses locais estão sendo representados pelos Depósitos Fluviomarinhos e Depósitos Litorâneos da Geologia; Neossolos marinhos e aluviais da Pedologia e Planície Fluviomarina e Planície Litorânea da Geomorfologia. Todos esses elementos tem uma característica em comum: a fragilidade natural.

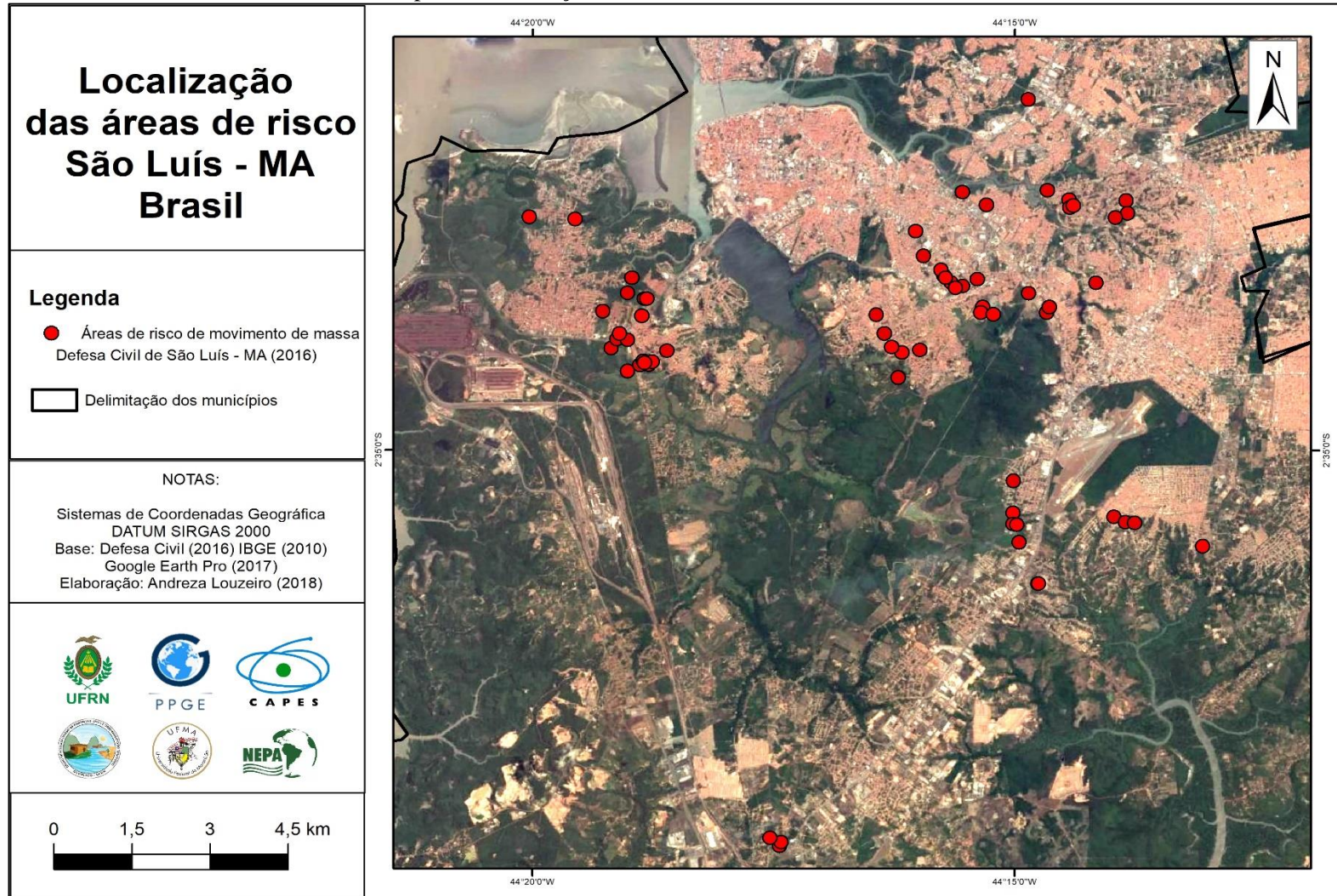
As áreas de risco de São Luís que estão sobrepostas no mapa apresentam risco de movimento de massa devido sua altimetria elevada e angulosas declividades. Isso pode ser percebido nos bairros identificados pela Defesa Civil como áreas de risco, os quais envolvem riscos de movimento de massa, inundação e alagamento (Mapa 17).

Dentre os locais mapeados pela Defesa Civil Municipal, foram visitados 25 pontos de risco, sendo eles localizados nos bairros Pão de Açúcar, Sacavém, Vila Embratel, Vila Bacanga, Mauro Fecury, Vila Conceição, Vila Dom Luís, Vila Ayrton Senna, Vila Isabel, Vila Natal, Vila Funil, Vila Itamar, Povoado Rio Grande e Morro do Zé Bombom, no Coroadinho.

Esses pontos estão localizados em áreas próximas à rios e em encostas, mas apesar da maioria deles estarem relacionados com movimento de massa, o risco de inundação ainda é muito presente no município. Isto se dá porque a área é mau drenada e muitas pessoas instalam suas casas em ambientes de planície fluvial e fluviomarinho, justamente por ser uma área pública e de fácil acesso desses indivíduos à um lote mais barato ou clandestino para fixar suas casas.

Segundo o jornal local O Estado (2016), o número de áreas de risco mapeados ainda incluem os bairros Quintas do Machado, Itapera, Quebra Pote, Geniparana, e Recanto Canaã. No entanto, estes locais não se encontram na lista das áreas identificadas pela Defesa Civil municipal.

Mapa 17 Localização das áreas de risco em São Luís - MA



Elaborado por Andreza Louzeiro (2018).

Nas áreas visitadas foi possível identificar que existe uma carência da população em relação aos serviços públicos de saneamento e infraestrutura, pois além da existência do risco, os moradores também sofrem com a falta de esgotamento sanitário e abastecimento de água em suas casas. Tais fatos viabilizam o fator vulnerabilidade social desses locais pois isto se dá devido à problemas nos serviços relacionados à educação, condições de habitação, infraestrutura e etc.

Nos locais que há risco de movimento de massa, as residências estavam comprometidas no que se refere às suas estruturas, visto que algumas casas apresentavam sinais de rachaduras (Figura 13), fato que denota um forte indicador para um possível desabamento. No ponto localizado na Vila Bacanga, na Travessa do Amor apresenta risco de movimento de massa e em uma das residências visitadas foi possível observar sinais de rachaduras em toda a residência. Neste mesmo bairro, no quintal de uma das residências há o cultivo de bananeiras (Figura 14), planta que possui uma capacidade de retenção de água muito grande e segundo Embrapa (2006) no relatório que trata sobre instruções e práticas de cultivo de banana, uma das ações que se deve evitar é plantação desse tipo de fruta ladeira abaixo ou morro abaixo.

Entretanto, a falta de informação do morador o fez acreditar que esse tipo de cultivo seria positivo para a situação de risco em que ele se encontra, excluindo a hipótese de que sua vida e sua residência estariam em risco. Este modo de enxergar a situação se repete por boa parte dos pontos visitados, pois os moradores já estão instalados a tanto tempo nesses locais que, de certa forma, se acostumaram a viver nessa situação e não percebem que as suas integridades próprias e de suas famílias não estão em segurança.

Figura 13: Plantação de banana em área de encosta, Vila Bacanga (Itaqui Bacanga). Figura 14: Sinais de rachaduras em residência, Vila Conceição (Coroadinho)



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

No entanto, diferente de muitos moradores que não se veem em situação de risco, alguns moradores não se habituaram a viver nesses locais, como é o caso de um dos moradores da rua da Nossa Senhora da Conceição, localizada no bairro Pão de Açúcar, local que possui risco de movimento de massa (Figuras 15 e 16). Em conversas informais, o morador afirmou que o único motivo que o mantém naquele local é a falta de outra residência. O mesmo tentou participar do programa do Governo Federal “Minha Casa Minha Vida”, no entanto não obteve êxito, fato que se repete em outros locais de risco, onde os moradores têm consciência do perigo que passam, mas não foram contemplados com essas residências.

Figuras 15 - Inclinação da rua Nossa Senhora Aparecida no bairro Pão de Açúcar.  
Figura 16 - Residências localizadas próximas à encostas, bairro Pão de Açúcar.



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro, novembro de 2016.

É de extrema importância que haja o aviso prévio de eventos naturais que tenham capacidade de atingir a população, principalmente aquelas pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade social. Neste sentido, a imprensa continua a ser o meio mais acessível para prever esse tipo de evento e a possibilidade de haver ou não algum tipo de desastre.

De acordo com a imprensa local, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Nacionais (CEMADEN), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no mês de janeiro de 2017, já previam áreas de risco no Estado do Maranhão, tais como, inundação e movimento de massa no mês de fevereiro de 2017 (Figura 17 e 18) (Imirante, 2017).

Figura 17 e 18 – Notícias de jornais alertando sobre inundação e movimento de massa em São Luís.



Fonte: <http://imirante.com/oestadoma/noticias/2017/02/13/institutos-emitem-alerta-de-inundacoes-e-movimento-de-massas-no-maranhao.shtml>

Através do mapa de Previsão de risco Geo-Hidrológico emitido pelo CEMADEN, é possível perceber que uma grande parte do Estado do Maranhão está em risco médio de movimento de massa e inundação. Dentre os municípios afetados, a ilha de São Luís está entre eles, destacando-se a capital São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa.

Associadas a esta, outras notícias antigas e recentes fizeram e fazem parte do cotidiano ludovicense, as quais dão destaque, principalmente, a riscos de movimento de massa (Figuras 19 e 20). Com o passar dos anos as notícias aumentam e se intensificam.

Figura 19 e 20 - Notícias de jornais alertando sobre alagamento e movimento de massa em São Luís.



Fonte: <http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2017/01/chuva-causa-acidente-riscos-e-estragos-em-sao-luis-ma.html> e <http://imirante.com/oestadoma/noticias/2016/01/22/mapeadas-60-areas-de-risco-em-sao-luis.shtml>



#### 4 - VULNERABILIDADE SOCIAL EM SÃO LUIS – MA

A importância de se estudar a vulnerabilidade social de um município se dá por ser uma das formas de conhecer a realidade em que a área se encontra e, assim, estabelecer medidas que visam melhorias estruturais para a população. A relevância da identificação das regiões mais vulneráveis está no uso que se faz delas para indicar e informar sobre as desigualdades sociais.

Para Hammond (1995) a geração de informações para a tomada de decisões implica um processo de síntese e agrupamento em diferentes etapas. Os indicadores e índices são baseados em dados primários e de monitoramento. O processo de elaboração da informação é realizado em função de uma tomada de decisão com uma metodologia de seleção determinada pelo modelo conceitual adotado. Os dados brutos são analisados, transformados em indicadores e estes em índices, num processo de síntese.

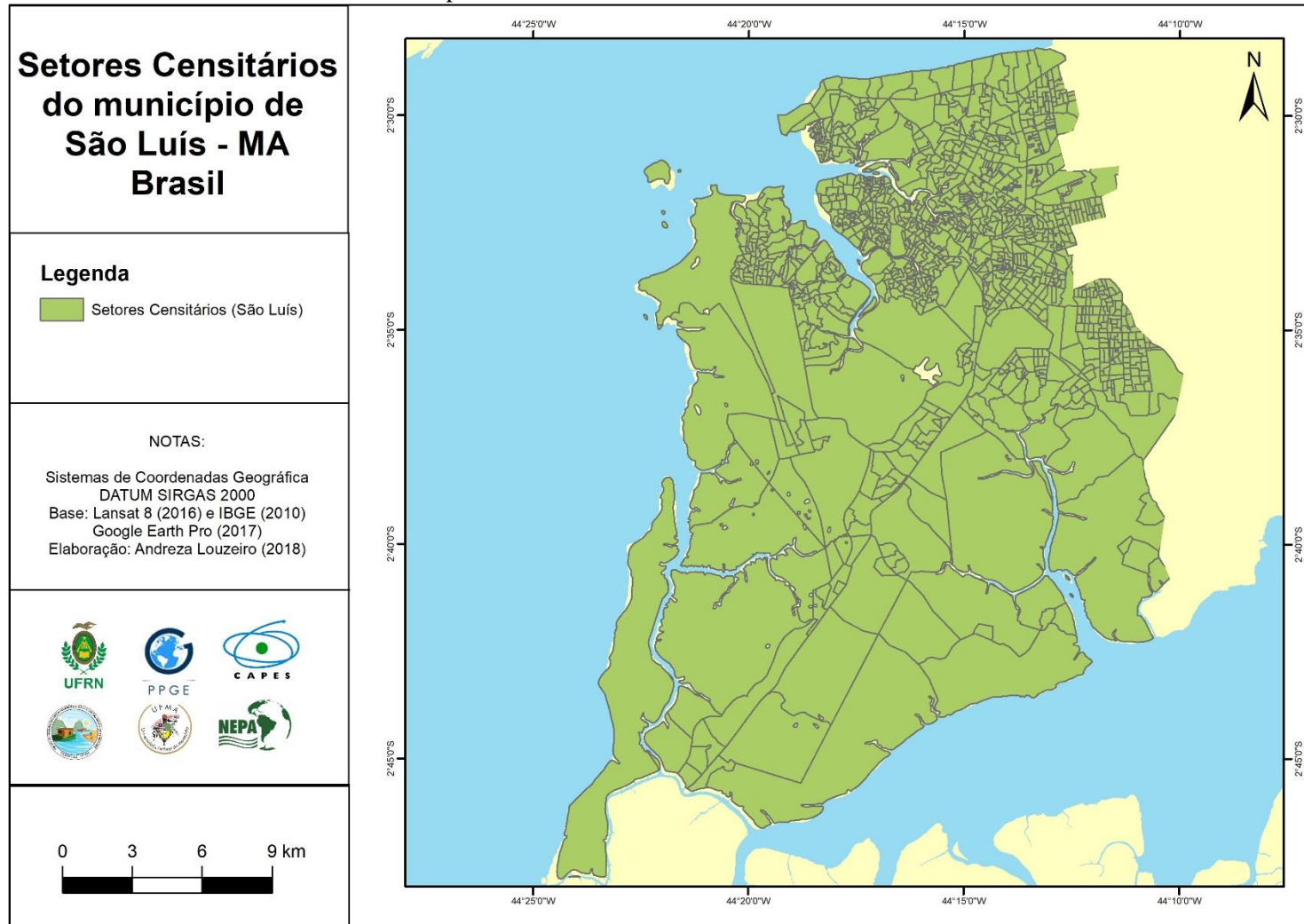
Segundo a OCDE (1993), os índices são um conjunto agregado ou valores outorgados de parâmetros que descrevam ou reflitam uma situação. Semelhante a essa definição, Usepa (1995) afirma ainda que o índice resume uma grande quantidade de informações relacionadas e que utilizam algum processo sistemático para assumir pesos relativos, escalas e agregações de variáveis em um único resultado.

##### 4.1 – Procedimentos para elaboração do IVS

O IBGE possui uma diversidade de dados sociais e ambientais que podem ser utilizados para diversos fins acadêmicos, políticos, econômicos, jurídicos, etc. Muitas dessas informações podem ser adquiridas através da menor porção de estudo que o supracitado Instituto possui, o setor censitário, o qual se configura como a menor unidade social a ser trabalhada com dados oficiais.

Para a área de estudo foi necessário analisar as condicionantes sociais dos 1.125 setores censitários (Mapa 18) do município de São Luís. A partir daí foram selecionadas 116 variáveis do Censo de 2010 que demonstrassem valores referentes à educação, condições de habitação, infraestrutura do entorno dos domicílios, estrutura etária, renda e gênero (Quadro 07). A escolha das variáveis seguiu os caminhos metodológicos de Almeida (2010) Almeida, Welle e Birkmann (2016) e Dias (2013).

Mapa 18 - Setores censitários de São Luís - MA



Elaborado por Andreza Louzeiro (2018).

Quadro 06 - Variáveis relacionadas à vulnerabilidade social

GRUPO	VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS
Características Gerais dos domicílios	V1 – Domicílios não próprios.	(Planilha Domicílio 01) V008-Domicílios particulares permanentes alugados V009-Domicílios particulares permanentes cedidos por empregador V010-Domicílios particulares permanentes cedidos de outra forma V011-Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados; nem cedidos)
	V2 – Domicílios improvisados	(Planilha Domicilio01_UF.xls ou V001-Total de domicílios particulares improvisados.
	V3 – Domicílios particulares com abastecimento na rede	(Planilha Domicilio01) V012-Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
	V4 – Domicílios particulares sem energia elétrica.	(Planilha Domicilio01) V046-Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica.
	V5 – Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado.	(Planilha Domicilio01) V038-Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade V039-Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade V040-Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro V041-Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar V042-Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo
	V6 – Domicílios particulares permanentes sem banheiro	(Planilha Domicilio01) V023-Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário
Renda dos Domicílios	V7 – Domicílios particulares permanentes com renda de até 1 salário mínimo.	(Planilha DomicílioRenda) V005-Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salários mínimos V006-Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo V007-Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo V008-Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/2 a 1 salário mínimo
	V8 - Domicílios particulares permanentes sem renda per capita	(Planilha DomicílioRenda) V014-Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita
Gênero/Renda	V9 – Domicílios particulares permanentes com mulher responsável	(Planilha Domicílio01) V081-Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais 1 morador
	V10 – Domicílios particulares permanentes sem morador masculino	(Planilha Domicílio01) V060-Domicílios particulares permanentes sem morador do sexo masculino
	V11 – Domicílios particulares permanentes com mulher responsável não alfabetizada	(Planilha Responsável01) V001-Pessoas responsáveis, do sexo feminino V093-Pessoas alfabetizadas responsáveis, do sexo feminino

	V12- Domicílios particulares Permanentes com mulher responsável com renda de até 2 salários	(Planilha ResponsávelRenda) V011-Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário mínimo V012-Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo V013-Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos
	V13- Domicílios particulares Permanentes com mulher responsável sem renda	(Planilha ResponsávelRenda) V054-Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, do sexo feminino
<b>Responsável/Faixa Etária</b>	V14 – Responsáveis com mais de 60 anos.	(Planilha Responsável02) V052-Pessoas Responsáveis com 60 anos de idade V053-Pessoas Responsáveis com 61 anos de idade V054-Pessoas Responsáveis com 62 anos de idade V055-Pessoas Responsáveis com 63 anos de idade V056-Pessoas Responsáveis com 64 anos de idade V057-Pessoas Responsáveis com 65 anos de idade V058-Pessoas responsáveis com 66 anos de idade V059-Pessoas Responsáveis com 67 anos de idade V060-Pessoas Responsáveis com 68 anos de idade V061-Pessoas Responsáveis com 69 anos de idade V062-Pessoas Responsáveis com 70 anos de idade V063-Pessoas Responsáveis com 71 anos de idade V064-Pessoas Responsáveis com 72 anos de idade V065-Pessoas Responsáveis com 73 anos de idade V066-Pessoas Responsáveis com 74 anos de idade V067-Pessoas Responsáveis com 75 anos de idade V068-Pessoas Responsáveis com 76 anos de idade V069-Pessoas Responsáveis com 77 anos de idade V070-Pessoas Responsáveis com 78 anos de idade V071-Pessoas Responsáveis com 79 anos de idade V072-Pessoas Responsáveis com 80 anos de idade V073-Pessoas Responsáveis com 81 anos de idade V074-Pessoas Responsáveis com 82 anos de idade V075-Pessoas Responsáveis com 83 anos de idade V076-Pessoas Responsáveis com 84 anos de idade V077-Pessoas Responsáveis com 85 anos de idade V078-Pessoas Responsáveis com 86 anos de idade V079-Pessoas Responsáveis com 87 anos de idade V080-Pessoas Responsáveis com 88 anos de idade V081-Pessoas Responsáveis com 89 anos de idade V082-Pessoas Responsáveis com 90 anos de idade V083-Pessoas Responsáveis com 91 anos de idade V084-Pessoas Responsáveis com 92 anos de idade V085-Pessoas Responsáveis com 93 anos de idade V086-Pessoas Responsáveis com 94 anos de idade V087-Pessoas Responsáveis com 95 anos de idade V088-Pessoas Responsáveis com 96 anos de idade V089-Pessoas Responsáveis com 97 anos de idade V090-Pessoas Responsáveis com 98 anos de idade V091-Pessoas Responsáveis com 99 anos de idade V092-Pessoas Responsáveis com 100 ou mais anos de idade.
	V15- Responsável menor de idade	(Planilha Responsável02) V002-Pessoas Responsáveis com 10 anos de idade V003-Pessoas Responsáveis com 11 anos de idade V004-Pessoas Responsáveis com 12 anos de idade V005-Pessoas Responsáveis com 13 anos de idade V006-Pessoas Responsáveis com 14 anos de idade

		V007-Pessoas Responsáveis com 15 anos de idade V008-Pessoas Responsáveis com 16 anos de idade V009-Pessoas Responsáveis com 17 anos de idade
<b>Escola ridade</b>	V16 – Alfabetizados por setor censitário	(Planilha Pessoa01) V001-Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade
<b>Características do entorno dos domicílios</b>	V17– Entorno não adequadas	(Planilha Entorno02) V206-Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada – Existe identificação do logradouro V207-Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada – Não existe identificação do logradouro
	V18 – Entorno semi adequadas	(Planilha Entorno02) V204-Domicílios particulares permanentes com moradia semi- adequada – Existe identificação do logradouro V205-Domicílios particulares permanentes com moradia semi- adequada – Não existe identificação do logradouro
	V19 – Entorno com poço ou nascente no entorno	(Planilha Entorno01) V064-Domicílios particulares permanentes com poço ou nascente na propriedade – Existe identificação do logradouro V065-Domicílios particulares permanentes com poço ou nascente na propriedade – Não existe identificação do logradouro
	V20 – Entorno com rede de abastecimento	(Planilha Entorno01) V062-Domicílios particulares permanentes com rede geral de distribuição de água – Existe identificação do logradouro V063-Domicílios particulares permanentes com rede geral de distribuição de água – Não existe identificação do logradouro
	V21- Entorno sem arborização	(Planilha Entorno01) V045-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe arborização V047-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe arborização V049-Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe arborização
	V22- Entorno sem bueiro	(Planilha Entorno01) V033-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe bueiro/boca-de-lobo V035-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe bueiro/boca-de-lobo V037-Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe bueiro/boca-de-lobo
	V23- Entorno sem calçada	(Planilha Entorno01) V021-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe calçada V023-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe calçada V025-Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe calçada
	V24- Entorno com esgoto a céu aberto	(Planilha Entorno01) V050-Domicílios particulares permanentes próprios – Existe esgoto a céu aberto V052-Domicílios particulares permanentes alugados – Existe esgoto a céu aberto V054-Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe esgoto a céu aberto
	V25- Entorno sem iluminação	(Planilha Entorno01) V009-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe iluminação pública V011-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe iluminação pública

		V013-Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe iluminação pública (Planilha Entorno01)
V26- Entorno com lixo no entorno		V057-Domicílios particulares permanentes próprios – Existe lixo acumulado nos logradouros V058-Domicílios particulares permanentes alugados – Existe lixo acumulado nos logradouros V060-Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe lixo acumulado nos logradouros
V27- Entorno sem meio-fio		(Planilha Entorno01) V027-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe meio-fio/guia V029-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe meio-fio/guia V031-Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe meio-fio/guia
V28-Entorno sem pavimentação		(Planilha Entorno01) V015-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe pavimentação V017-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe pavimentação V019-Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe pavimentação
V29-Entorno sem rampa		(Planilha Entorno01) V039-Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe rampa para cadeirante V041-Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe rampa para cadeirante V043-Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe rampa para cadeirante

Fonte: Adaptado de Almeida (2010), Dias (2013) e IBGE 2010

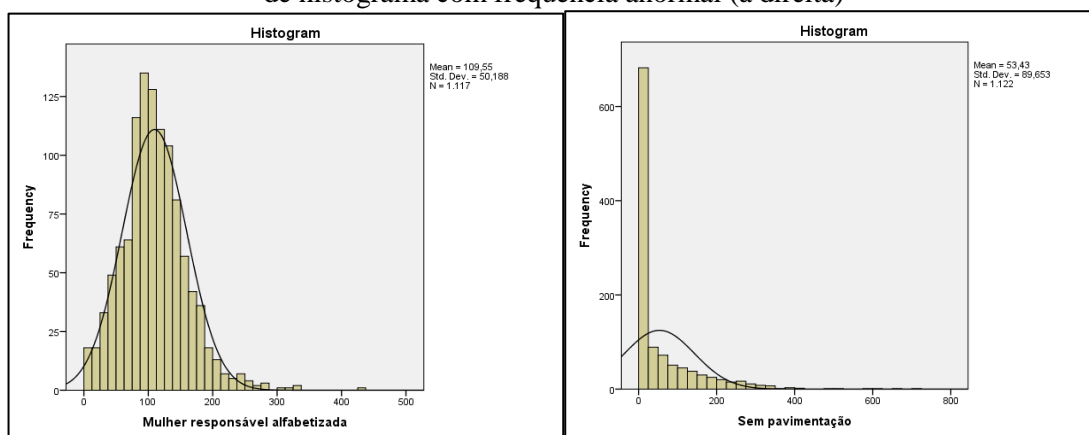
A partir da escolha dessas variáveis, foi necessário fazer a compilação de algumas variáveis em uma só, como por exemplo, as correspondentes à idade, pois cada idade equivalia a apenas uma variável. Com essa união, as 116 variáveis trabalhadas, se transformaram em 31 variáveis, as quais levam em consideração as características gerais dos domicílios, características do entorno dos domicílios, renda dos domicílios, gênero, Responsável/Faixa Etária e escolaridade. A maior parte dessa compilação resultou da soma de variáveis, com exceção da V11, que foi resultado de uma subtração.

As informações de cada variável constam no Centro de Documentação e Disseminações de Informações do IBGE, as quais estão disponíveis eletronicamente. Cada tabela tem o resultado do censo de todos os setores do Estado do Maranhão. Para extrair as informações referentes ao município de São Luís foi necessário saber quais setores que fazem parte da área de interesse, posteriormente a organização desses setores foi feita de acordo com a que está disponível em formato de dados vetoriais e, assim, agregar os valores às informações espaciais.

A partir da escolha e compilações das variáveis, os dados brutos foram analisados no histograma de análise da normalidade para verificar a distribuição das frequências através do Programa de Estatística IBM Statistic SPSS *version 20*. Essa verificação é importante pois, segundo Torman *et al* (2012) as distribuições de frequências se referem à disposição da probabilidade, onde para um evento tem-se uma probabilidade de ocorrência associada, ou seja, a partir de uma distribuição especificada pode-se calcular a probabilidade de uma variável aleatória assumir determinado intervalo de valores.

A partir daí, percebeu-se que a maioria das variáveis apresentavam comportamento anormal na distribuição de seus dados (Gráficos 05 e 06), fato que ocorre quando a frequência de um determinado número ou conjunto de números do dado são muito diferentes uns dos outros. A nível de padronização, todas as variáveis foram normalizadas através da técnica de normalização lg10 no *Software* de estatística IBM Statistic SPSS *version 20*.

Gráfico 05- Exemplo de histograma com frequência normal (à esquerda). Gráfico 06- Exemplo de histograma com frequência anormal (à direita)



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de dados do IBGE (2010) tratados no SPSS *version 20*.

Após a normalização foi feita a padronização dos dados através das Equações 05 e 06, onde todos adquiriram a característica de pertencerem ao intervalo entre 0 e 1 para melhor análise e visualização dos resultados. Onde os valores mais próximos de 1 dizem respeito a um agravante social, em contrapartida, quanto mais próximo de 0, melhores condições sociais o setor possui.

$$\text{Equação 05: } 1 - (N - M) * (1 / (M - m))$$

$$\text{Equação 06: } (1 + (N - M) * (1 / (M - m)))$$

Onde:

N: valor a ser modificado

M: maior valor da variável

m: menor valor da variável.

A equação 05 foi utilizada para as variáveis que representam fator de vulnerabilidade para população, enquanto que a equação 06 foi empregada nas variáveis que representam vulnerabilidade mais baixa.

Com a compilação das variáveis, foi possível também agregá-las, com o intuito de criar fatores que pudessem representar essas informações de acordo com suas especificidades. Desta forma, com essa nova compilação, foi possível converter 31 variáveis em 6 fatores sociais (Quadro 07), sendo eles: Características gerais dos domicílios; Renda dos domicílios; Gênero/Renda; Responsável/Faixa Etária, Características do entorno dos domicílios e escolaridade.

Quadro 07 - Variáveis do Censo Demográfico IBGE (2010) compiladas

FATORES	Nº	VARIÁVEIS
<b>Características gerais dos domicílios</b>	V001	Não próprio
	V002	Improvizado
	V003	Com abastecimento na rede
	V004	Com abastecimento de outra forma
	V005	Sem energia
	V006	Sem coleta de lixo
	V007	Sem banheiro
<b>Renda dos domicílios</b>	V008	Renda de até 1 salário mínimo
	V009	Sem renda per capita
<b>Gênero/Renda</b>	V010	Com mulher responsável
	V011	Sem morador masculino
	V012	Mulher responsável não alfabetizada
	V014	Mulher responsável sem renda
<b>Responsável/Faixa etária</b>	V015	Responsável com mais de 60 anos
	V016	Responsável menor de idade
<b>Escolaridade</b>	V017	Alfabetizados por setor censitário
	V018	Responsável alfabetizado
<b>Características do entorno dos domicílios</b>	V019	Moradias não adequadas
	V020	Moradias semi adequadas
	V021	Com poço ou nascente no terreno

	V022	Com rede de abastecimento
	V023	Sem arborização
	V024	Sem bueiro
	V025	Sem calçada
	V026	Com esgoto a céu aberto
	V027	Sem iluminação pública
	V028	Com lixo no entorno
	V029	Sem meio fio
	V030	Sem pavimentação
	V031	Sem rampa

**Fonte:** Elaborado por Andreza Louzeiro com base nos dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE.

Na agregação de valores para cada variável e cada fator, foi necessário fazer a ponderação desses dados, onde o total da quantidade de variáveis presentes em um fator tinha um valor, cujo resultado final teria que ser 100%. Exemplo: No fator “Características dos domicílios” há 7 variáveis, então:  $100/7 = 14,28/100 = 0,1428$  (Tabela 11). Este é o valor pertencente a cada variável do fator acima mencionado e será multiplicado por cada valor normalizado.

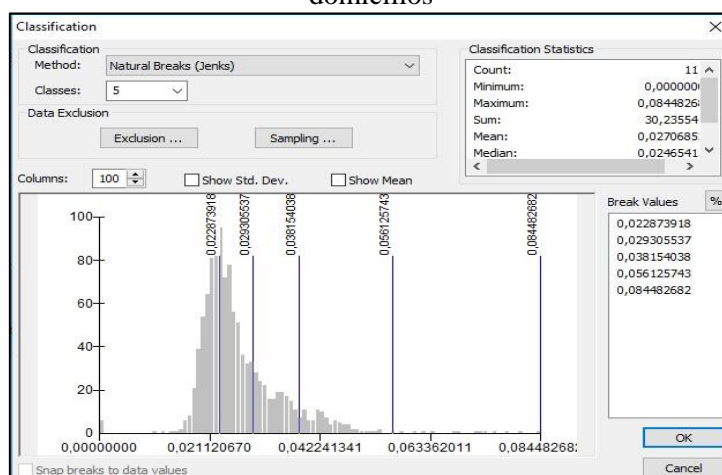
Tabela 11: Etapas para o cálculo de ponderação das variáveis e fatores

FATORES	Nº	Variáveis	Porcentagem	Divisão da porcentagem	Multiplicação pelo valor ponderado da variável
Características Gerais do domicílio	V001	Não próprio	$100/7 = 14,28$	$14,28/100 = 0,1428$	$N * 0,1428$
	V002	Improvizado			
	V003	Com abastecimento na rede			
	V004	Com abastecimento de outra forma			
	V005	Sem energia			
	V006	Sem coleta de lixo			
	V007	Sem banheiro			

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro.

Uma vez ponderada todas as variáveis, os valores foram inseridos na “Tabela de Atributos” do *Software Arc Gis version 10.3* e através do método de divisão de classes *Natural Breaks (Jenks)* (Figura 21), pois foi o que melhor se adequou à realidade da área de estudo mostrando uma divisão mais equilibrada da vulnerabilidade da área.

Figura 21- Classificação dos dados do índice de vulnerabilidade para característica dos domicílios



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir do Software Arc Gis 10.3

Por fim, esses valores foram divididos em cinco classes: vulnerabilidade social em: muito baixa, baixa, media, alta e muito alta. O resultado dessa divisão foi o índice de vulnerabilidade social para cada fator separadamente e, posteriormente o Índice de Vulnerabilidade Social de São Luís, resultado de todos os fatores.

#### 4.2 - Fatores que compõem a Vulnerabilidade Social

A partir dessa etapa estatística foi possível espacializar a vulnerabilidade social para cada um dos seis fatores trabalhados (Mapas 18, 19, 20, 21, 22, 23), sendo eles: Características gerais dos domicílios, Renda dos domicílios, Gênero/Renda, Responsável/Faixa etária, Escolaridade e Característica do entorno dos domicílios (Figura 25). Posteriormente, foi feito o índice final de vulnerabilidade social, resultado da aplicação do método de ponderação das variáveis (Apêndice IV) – como descrito no tópico anterior.

Figura 22 - Fatores que compõem o índice de vulnerabilidade social



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

É importante ressaltar que os dados do Portal Observatório social de São Luís foram utilizados para comparar com os resultados apresentados nessa pesquisa, bem como enriquecer os dados sobre vulnerabilidade já adquiridos a partir da análise das informações do Censo do IBGE (2010).

### **Características gerais dos domicílios**

Ao avaliar cada fator de forma separada, é possível inferir que o fator 01: Características gerais dos domicílios aborda elementos relacionados a elementos intrínsecos das residências, sendo eles: presença de banheiro, coleta de lixo, energia elétrica, abastecimento de água, domicílio próprio e domicílio improvisado. Estes elementos são fundamentais para entender como se encontra a qualidade de vida urbana no que se refere a infraestrutura domiciliar.

Através da espacialização da vulnerabilidade voltada para as características dos domicílios foi possível verificar que dentre 1.125 setores censitários, 14 se encontram em situação de vulnerabilidade ambiental muito alta, o que corresponde a 1% (Gráfico 07) dos setores presentes no município. Os bairros correspondentes são: Santa Rosa, Bequimão, Forquilha e São Raimundo (Figura 23).

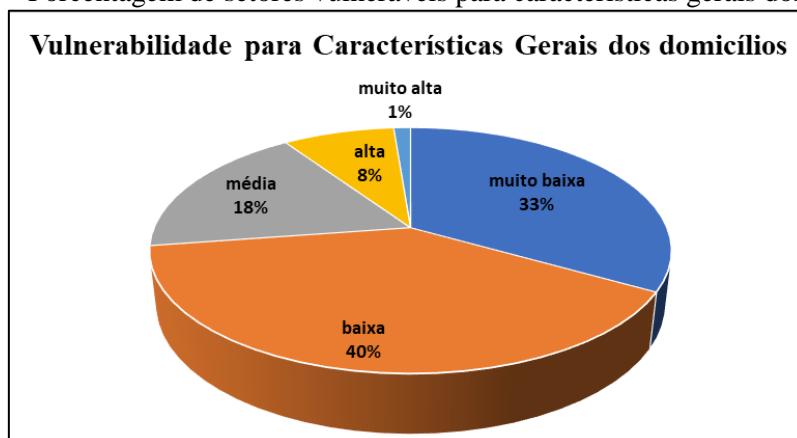
Figura 23 - Área ocupada de forma irregular “invasão” no Bairro São Raimundo



Fonte - Google Earth (2017) e Andreza Louzeiro, 2018.

Neste local não há o mínimo de serviço de saneamento e infraestrutura para os moradores, além de ser um local distante de hospitais, escolas, pontos de ônibus, ou seja, de qualquer serviço que possa ser necessário para essa população. Ao se instalarem nesse local, os próprios moradores buscaram providenciar alguns estabelecimentos como comércios, igrejas, açougues, etc.

Gráfico 07 - Porcentagem de setores vulneráveis para características gerais dos domicílios



Fonte - Andreza Louzeiro, 2018 a partir de indicadores do Censo (2010)

Essa quantidade de setores, embora pouca, pode ainda estar dentro das estatísticas do Estado, pois segundo IBGE (2016) em 2016, o Maranhão foi o único Estado a obter valor superior a 20% na proporção de pessoas que vivem em domicílios com paredes externas construídas com materiais não duráveis. Na concepção do IBGE, materiais não duráveis seriam residências que não possuem paredes de alvenaria (com ou sem revestimento), de taipa revestida e de madeira apropriada para construção.

Diferente dos setores com vulnerabilidade social muito alta, encontra-se também em São Luís as áreas de vulnerabilidade social muito baixa, as quais contemplam bairros com uma certa estrutura e presença de equipamentos urbanos que contribuem para uma boa qualidade de vida urbana. Esses bairros estão dispostos de maneira dispersa por, praticamente, todo o município, abrangendo os bairros Calhau, Olho D'água, Cohama, Cohab, Cohatrac, Centro, Cidade Operária e Anjo da Guarda (Figura 24 e 25)

Figura 24 e 25 - Área com bons indicadores de saneamento básico e infraestrutura urbana, bairro Calhau, São Luís – MA.



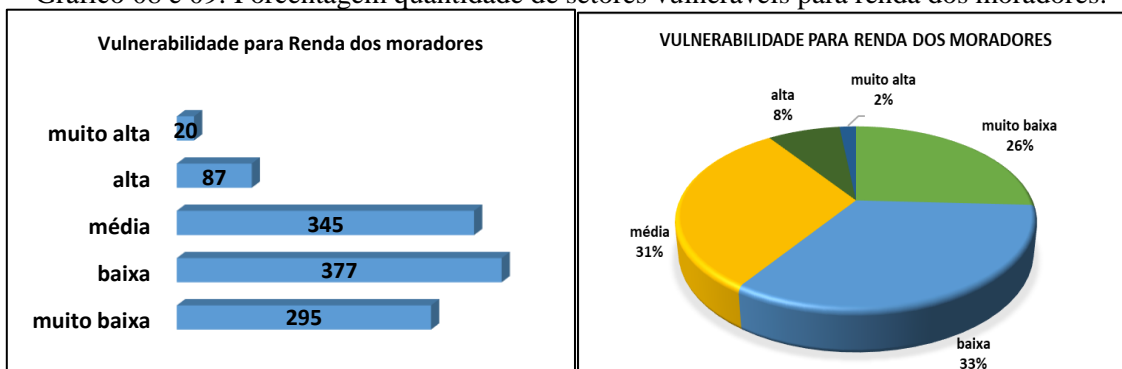
Fonte: Andreza Louzeiro, 2018. Google Earth, 2017.

## Renda dos Domicílios

O fator relacionado à renda dos domicílios, leva em consideração duas variáveis específicas: moradores que possuem até 1 salário mínimo e moradores sem renda per capita. Estas variáveis foram escolhidas pois refletem a quantidade de moradores que vivem com uma quantia mínima suficiente para sobreviver e ainda quantos domicílios não possui renda.

De acordo com a análise da vulnerabilidade para as características de renda dos domicílios de São Luís, foi possível aferir que 108 setores, dos 1.126 analisados apresentam alta e muito alta vulnerabilidade (Gráfico 08 e 09); isso corresponde à 10% do total de setores censitários em análise. Estes setores se encontram de forma dispersa em alguns locais do município, onde nove deles se encontram na zona rural de São Luís, nos bairros Estiva, Rio Grande (Figura 26), Pedrinhas e uma área de ocupação irregular “invasão” próximo ao bairro São Raimundo, os quais se encontram distante da parte mais urbanizada. Os demais locais estão na parte mais urbanizada da cidade, sendo eles: Turu, Vila Nova e Coroadinho (Figura 27).

Gráfico 08 e 09: Porcentagem quantidade de setores vulneráveis para renda dos moradores.



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores do IBGE, 2010 e

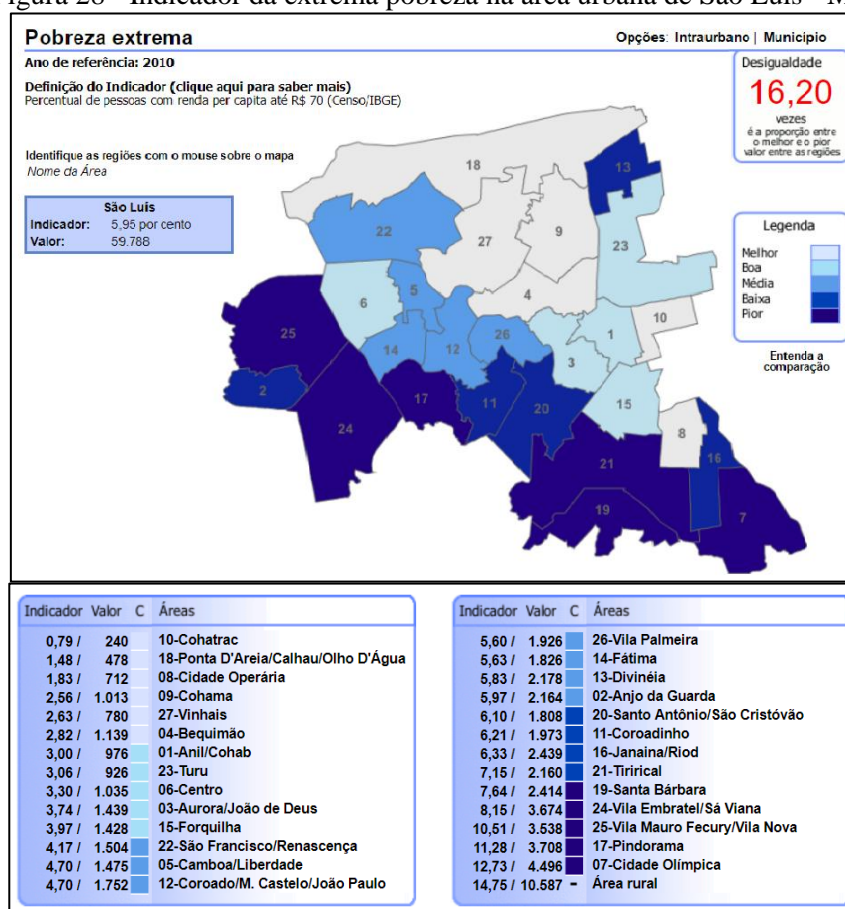
Figura 26 e 27 - Setores com vulnerabilidade social muito alta para renda dos domicílios (Bairro Coroadó à esquerda e Rio Grande à direita)



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

O Observatório Social de São Luís (2018) trabalha com áreas de ponderação, as quais se referem à um conjunto de bairros da cidade, as informações referentes à pobreza extrema na capital maranhense são alarmantes. Esse indicador se refere a pessoas residentes em domicílios com renda per capita inferior a R\$ 70,00 ou sem renda, sendo considerados na pesquisa os domicílios particulares permanentes. Foi possível detectar que em pelo menos sete bairros da capital, apresentam os piores indicadores referentes à extrema pobreza, sendo eles (Figura 28)

Figura 28 - Indicador da extrema pobreza na área urbana de São Luís - MA



Fonte: Observatório social de São Luís (2018) a partir do Censo (2010)

Percebe-se que pelo menos três dos bairros citados estão presentes na lista dos que apresentaram vulnerabilidade social muito alta para o fator renda dos domicílios, a saber: Tirirical, Anjo da Guarda (que faz parte do setor Mauro Fecury/Vila Nova) e Sá Viana. Vale ressaltar que, diferente do indicador abordado pelo Observatório de São Luís, a qual trabalhou apenas com o fator de extrema pobreza nessa análise, a presente pesquisa aborda também os domicílios com apenas um salário mínimo.

## Características de gênero/renda

Esse fator representa valores referentes à presença de mulher responsável pelo domicílio, mulher responsável não alfabetizada, mulher responsável sem renda e ausência de morador do sexo masculino. O aspecto voltado para questão do gênero atrelado a alta vulnerabilidade social é muito relativo pois em muitas regiões a presença da mulher como chefe do lar não significa um fator agravante da fragilidade social.

No entanto, segundo autores como Cutter (1996) e Hewitt (1997), as mulheres podem ter períodos de maiores dificuldades durante a recuperação do desastre do que os homens, frequentemente devido o setor emprego, baixos salários e responsabilidades do cuidado do lar e da família, fatores que até os dias de hoje ainda são muito presentes na sociedade.

Neste sentido, a análise feita pelo Observatório Social de São Luís (2018) com os dados do Censo de 2010 aponta que a capital está em 20º lugar do que se refere à diferença percentual a mais recebida pelos homens em relação às mulheres na média salarial pelo trabalho em empregos formais (Figura 29).

Figura 29 - Evolução da porcentagem da diferença do salário por gênero em São Luís.



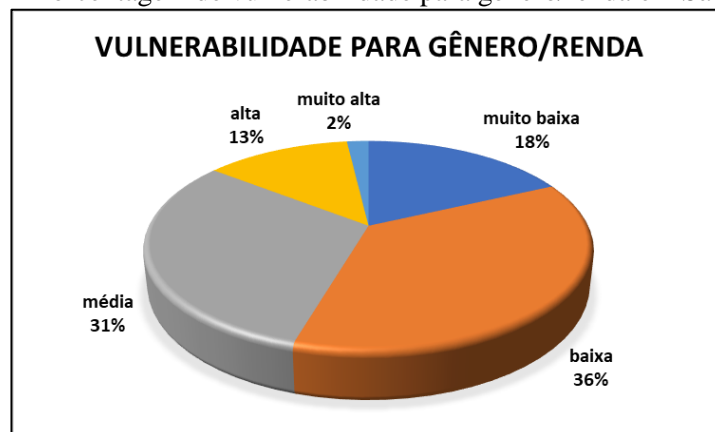
Fonte: Observatório social de São Luís (2018) a partir do Censo (2010)

A análise da vulnerabilidade para a questão de gênero/renda teve um resultado semelhante ao fator de vulnerabilidade para Renda dos domicílios em relação à quantidade de setores que apresentam vulnerabilidade social muito alta. Isto pode se explicar por se tratar de fatores relacionados à questão de renda, pois os setores de número 211130005001111 e 211130005000731 no bairro São Raimundo e

211130005001056, no bairro Tirirical são os mesmos em ambos os fatores e esta classe corresponde a 2% da quantidade do total de setores censitários.

A partir da espacialização da vulnerabilidade para o fator gênero/renda, pode-se afirmar que 21 setores apresentaram vulnerabilidade muito alta, 141 com vulnerabilidade alta, 346 com vulnerabilidade média, 411 com vulnerabilidade baixa e 207 com vulnerabilidade muito baixa (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Porcentagem de vulnerabilidade para gênero/renda em São Luís - MA



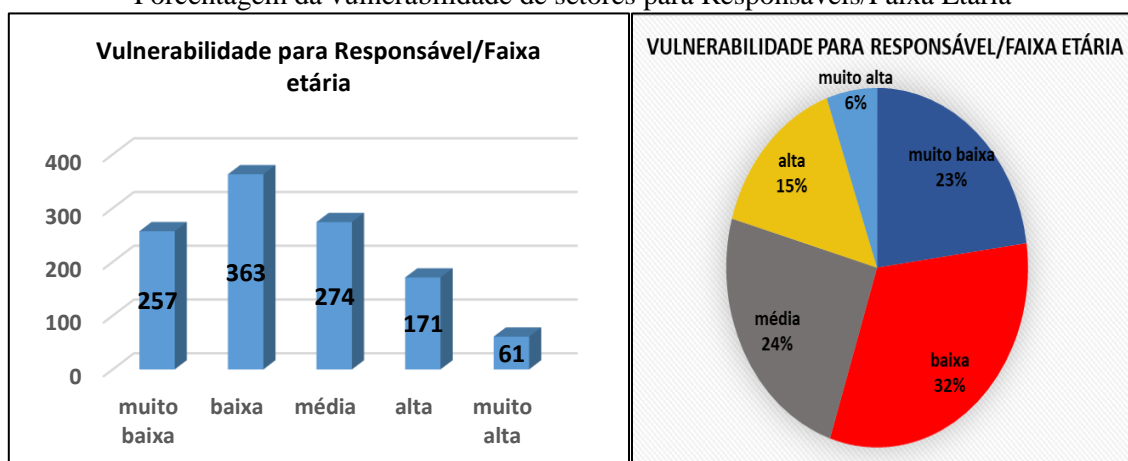
Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores do IBGE, 2010

### Responsável/Faixa etária

A vulnerabilidade para o fator Responsável/Faixa etária aborda variáveis referentes à responsáveis maiores de 60 anos e menores de idade. Para este fator a vulnerabilidade muito alta se apresentou-se de forma bastante dispersa no município de São Luís, pois apresenta três setores na zona rural do município, nos bairros Tibiri, Vila Maranhão e Rio Grande, os outros 58 setores que fazem parte da zona urbana de São Luís, abrangem os bairros da Cohab, Vila Nova, Tirirical, Vila Itamar, Cidade Operária, São Raimundo, Jardim América, Rio Anil, Monte Castelo, Centro e Anjo da Guarda (Gráficos 10 e 11).

Vale ressaltar que a maior parte desses setores com vulnerabilidade média, alta e muito alta se referem à variável “maior de 60 anos”, onde a maior parte dessas pessoas estão instaladas nos bairros mais centrais e mais antigos da cidade. A idade do bairro explica a quantidade de idosos responsáveis por domicílio, esse indicador pode ser positivo por um lado por significar que a expectativa de vida do município é grande, e negativo por outro lado, pois as pessoas idosas são mais frágeis para resolverem algum tipo de circunstância adversa.

Gráfico 11 -: Quantidade de setores vulneráveis para Responsável/Faixa etária Gráfico 12- Porcentagem da vulnerabilidade de setores para Responsáveis/Faixa Etária

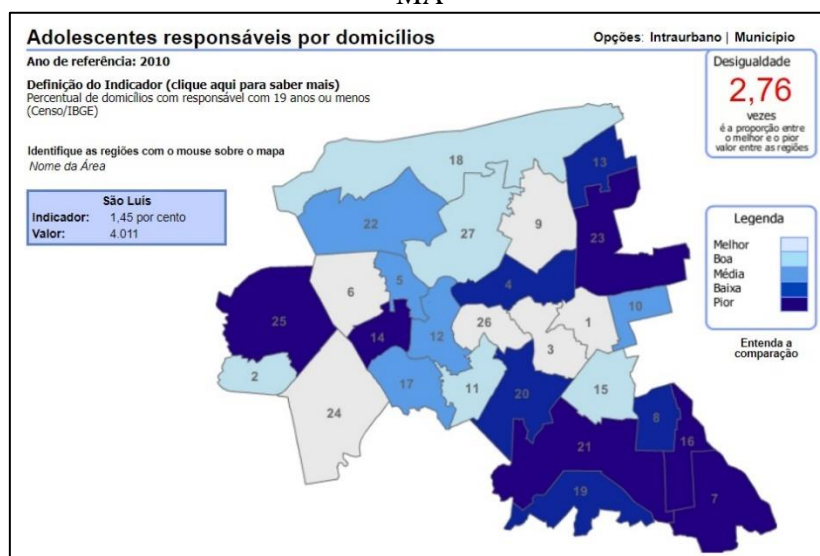


Fonte- Elaborado por Andreza Louzeiro a partir do Censo do IBGE (2010)

Levando esses números em consideração, Cutter, Mitchell e Scott (2000) afirmam que idades extremas ou dificultam quando os momentos de evacuação de áreas sob eventos perigosos, pois os idosos têm a mobilidade comprometida ou as dificuldades de mobilidade aumentam os cuidados, diminuindo a resiliência.

O observatório social de São Luís (2018) ainda faz menção à um indicador importante, o qual diz respeito à menores de idade responsáveis por domicílios. Da mesma forma, a análise desse indicador na presente pesquisa também se apresenta como um fator de vulnerabilidade muito alta nos bairros Pedrinhas (Zona Rural), Mauro Fecury/Vila Nova, Cidade Olímpica, Tirirical, Bairro de Fátima, Janaina Riod e Turu (Figura 30)

Figura 30 - Indicador de adolescentes responsáveis por domicílios na área urbana de São Luís - MA



Indicador	Valor	C	Áreas
0,84 /	85		03-Aurora/João de Deus
0,88 /	76		01-Anil/Cohab
0,88 /	79		06-Centro
0,99 /	91		26-Vila Palmeira
1,02 /	121		24-Vila Embratel/Sá Viana
1,03 /	124		09-Cohama
1,05 /	103		15-Forquilha
1,07 /	91		11-Coroadinho
1,13 /	107		02-Anjo da Guarda
1,15 /	97		27-Vinhais
1,16 /	115		18-Ponta D'Areia/Calhau/Olho D'Água
1,17 /	102		17-Pindorama
1,20 /	123		12-Coroado/M. Castelo/João Paulo
1,24 /	103		05-Camboá/Liberdade

Indicador	Valor	C	Áreas
1,31 /	111		10-Cohatrac
1,34 /	141		22-São Francisco/Renascença
1,43 /	150		08-Cidade Operária
1,45 /	180		04-Bequimão
1,46 /	145		13-Divinéia
1,64 /	141		19-Santa Bárbara
1,73 /	145		20-Santo Antônio/São Cristóvão
1,87 /	185		23-Turu
1,92 /	201		16-Janaina/Riod
1,98 /	170		14-Fátima
2,13 /	172		21-Tirirical
2,15 /	212		07-Cidade Olímpica
3,16 /	281		25-Vila Mauro Fecury/Vila Nova
1,94 /	360	-	Área rural

Fonte - Observatório social de São Luís (2018) a partir do Censo (2010)

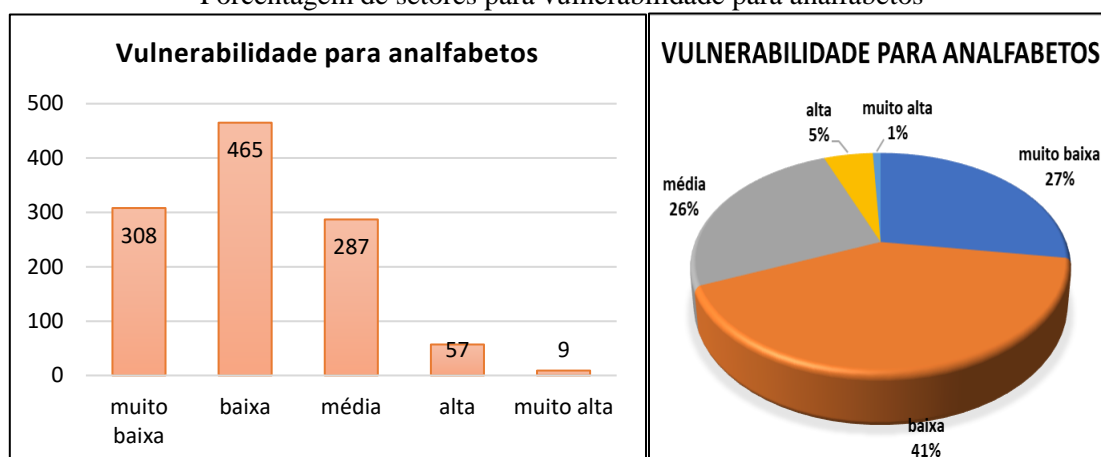
## Escolaridade

O fator relacionado à escolaridade considera variáveis referentes à analfabetos por setor censitário e responsáveis alfabetizados por setor censitário, elementos que dão destaque ao nível de analfabetos que o município possui e quantos deles são responsáveis pelo domicílio. Este último elemento está ligado com a questão da renda por domicílio, pois se um responsável é analfabeto, esse nível de instrução não garante um emprego com um salário suficiente para suprir algumas necessidades.

Neste sentido, o resultado da vulnerabilidade para este fator se demonstrou positiva, pois grande parte dos setores do município apresentaram muito baixa a baixa vulnerabilidade. Isso pode se explicar por ser uma capital e ter uma maior facilidade no acesso à educação.

O município de São Luís apresenta apenas nove setores com vulnerabilidade muito alta para este fator, o que corresponde à 1% da quantidade de setores (Gráficos 13 e 14), sendo que quatro deles estão situados na zona rural do município e cinco na zona urbana. Na área rural estão os bairros Tibiri, Rio Grande e a “invasão” no bairro São Raimundo, a qual já foi mostrada em fatores anteriores; na área urbana estão os bairros Coroadinho, Vila nova, Jacarati e Jardim América.

Gráfico 13 - Quantidade de setores por grau de vulnerabilidade para analfabetos. Gráfico 14 - Porcentagem de setores para vulnerabilidade para analfabetos

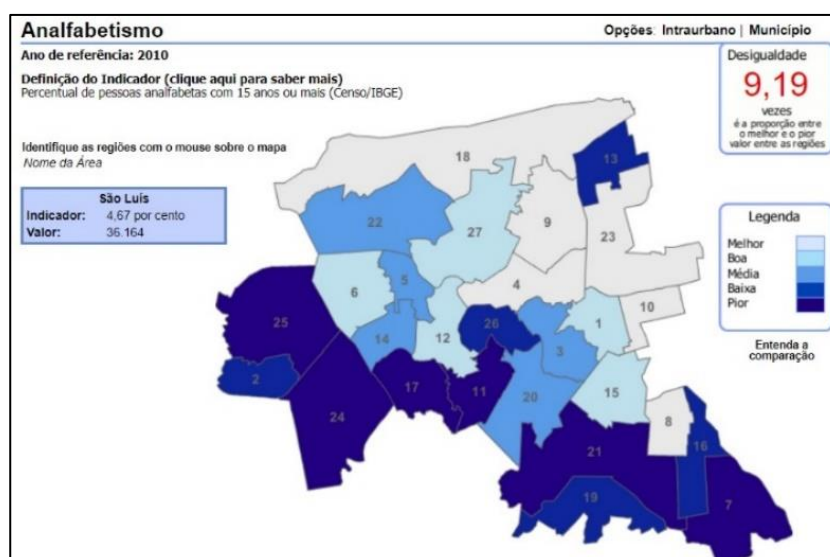


Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores do Censo do IBGE, 2010.

Os setores que apresentaram vulnerabilidade muito baixa e baixa estão situados por praticamente todos os setores da parte urbana de São Luís, estando concentrados, principalmente, nos bairros Olho D'água, Calhau, Ponta D'Areia, Renascença, São Francisco, Centro e Cidade Olímpica, totalizando 773 setores, o que corresponde a 68% do total dos setores censitários do município.

De acordo com os dados do Observatório Social de São Luís (2018), quatro bairros situados na zona urbana de São Luís apresentam os piores números em relação à taxa de analfabetismo de São Luís, são eles: Vila Mauro Fecury/Vila Nova, Cidade Olímpica, Pindorama e Vila Embratel. Já os bairros com melhores indicadores relacionados à analfabetismo são Calhau, Olho D'água, Ponta D'Areia, Cohama, Turu, Bequimão, Cohatrac e Cidade Operária (Figura 31).

Figura 31: Indicador de analfabetismo na zona urbana de São Luís



Indicador	Valor	C	Áreas
0,86 /	222		10-Cohatrac
1,67 /	457		18-Ponta D'Areia/Calhau/Olho D'Água
1,78 /	553		08-Cidade Operária
1,99 /	658		04-Bequimão
2,12 /	679		09-Cohama
2,24 /	534		23-Turu
2,43 /	602		27-Vinhais
2,77 /	723		06-Centro
2,96 /	775		01-Anil/Cohab
3,49 /	977		15-Forquilha
3,55 /	1.052		12-Coroado/M. Castelo/João Paulo
3,65 /	1.056		22-São Francisco/Renascença
3,78 /	970		14-Fátima
3,98 /	1.191		03-Aurora/João de Deus

Indicador	Valor	C	Áreas
4,06 /	1.015		05-Camboia/Liberdade
4,43 /	1.005		20-Santo António/São Cristóvão
4,71 /	1.052		19-Santa Bárbara
4,84 /	1.340		13-Divinéia
5,04 /	1.439		16-Janaina/Riod
5,18 /	1.383		26-Vila Palmeira
5,60 /	1.536		02-Anjo da Guarda
5,72 /	1.286		21-Tirirical
6,50 /	1.529		11-Coroadinho
6,90 /	2.283		24-Vila Embratel/Sá Viana
7,58 /	1.804		17-Pindorama
7,64 /	1.822		07-Cidade Olímpica
7,89 /	1.908		25-Vila Mauro Fecury/Vila Nova
12,75 /	6.313	-	Área rural

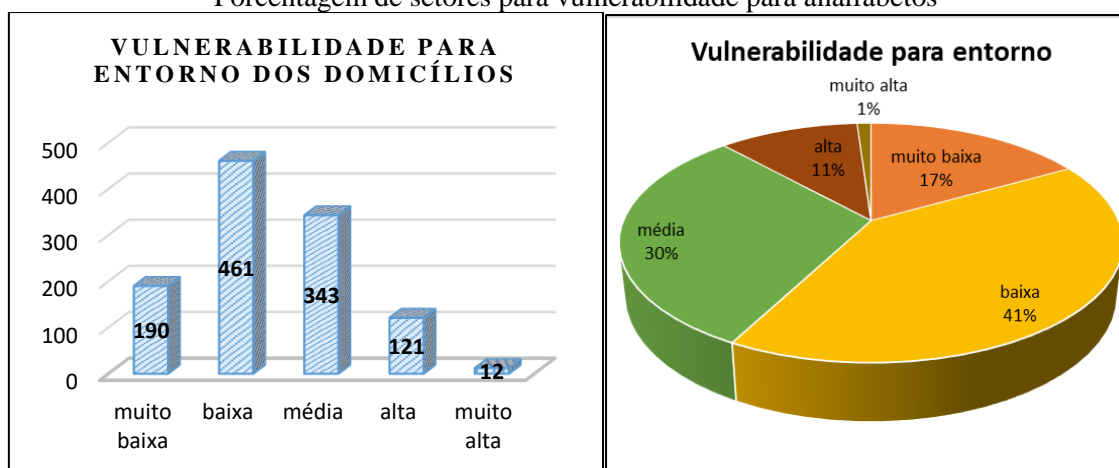
Fonte: Observatório social de São Luís (2018) a partir de dados do Censo IBGE (2010)

## Entorno dos domicílios

Por fim, o fator que trata sobre as características do entorno dos domicílios, abrangem muitas variáveis, as quais levam em consideração moradias adequadas, moradias semi adequadas, presença de poço ou nascente do terreno, presença de rede de abastecimento de água, ausência de arborização, bueiro, calçada, esgoto à céu aberto, iluminação pública, lixo no entorno, meio fio, pavimentação e rampa para acessibilidade.

A partir da análise dos indicadores para esse fator, pode-se inferir que 1% dos setores apresentaram vulnerabilidade muito alta, 11% vulnerabilidade alta, 30% vulnerabilidade média, 41% vulnerabilidade baixa e 17% vulnerabilidade muito baixa (Gráficos 15 e 16). Sendo que os setores que apresentam muito alta vulnerabilidade estão nos bairros Rio Grande (Zona rural), Tibiri, Coroadinho (Figura 32 e 33), Vilnhais, Santa Rosa e Jardim América (Zona urbana).

Gráfico 15 - Quantidade de setores por grau de vulnerabilidade para analfabetos. Gráfico 16- Porcentagem de setores para vulnerabilidade para analfabetos



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores extraídos do Censo do IBGE, 2010.

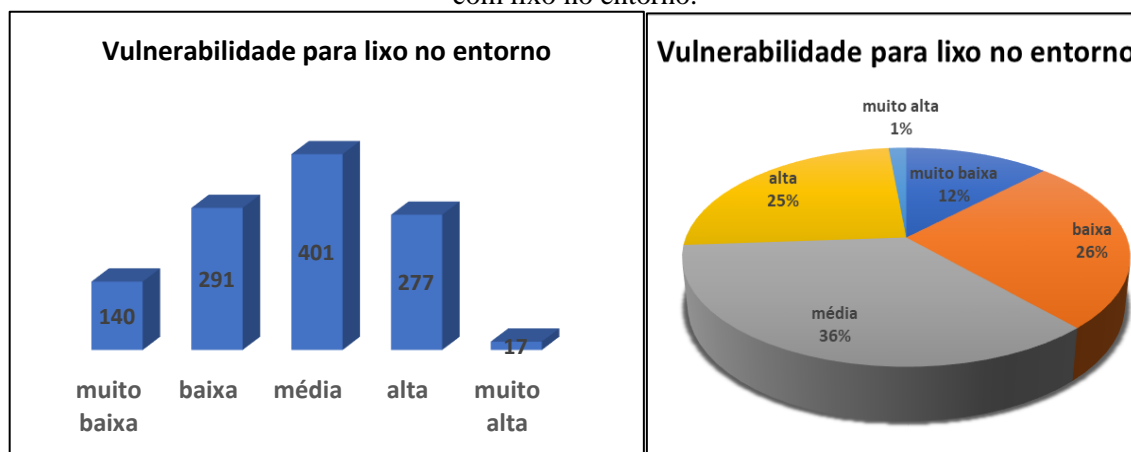
Figura 32 - Presença de lixo no entorno dos domicílios. Vila Natal à esquerda e Figura 33 - Morro da Zé Bombom à direita (Bairro Coroadinho)



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018..

Em relação ao indicador sobre a presença de lixo no entorno, representa a ausência ou ineficiência da coleta de lixo no local. De acordo com os dados analisados, 17 setores apresentam vulnerabilidade muito alta para lixo no entorno e 277 setores mostram vulnerabilidade alta para este indicador, ambos totalizam 13% do total de setores em São Luís com a presença de lixo no entorno dos domicílios (Gráficos 17 e 18).

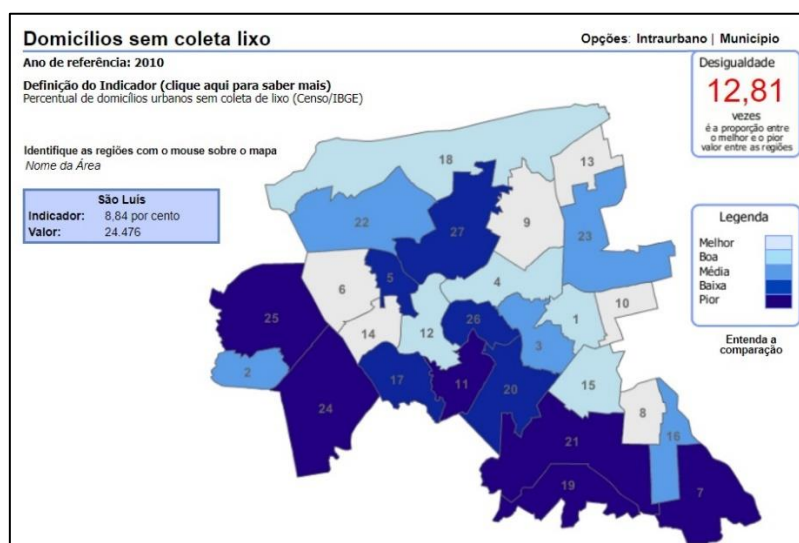
Gráfico 17 - Quantidade de setores com lixo no entorno. Gráfico 18 - Porcentagem de setores com lixo no entorno.



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores extraídos do Censo do IBGE, 2010.

Complementando os resultados apresentados, o Observatório social de São Luís (2018) ainda apresenta a lista de bairros que possuem os melhores e piores indicadores no que se refere à ausência de coleta de lixo. Dentre eles estão Cidade Olímpica, Vila Embratel/Sá Viana e Santa Bárbara com os piores indicadores, em contrapartida, os bairros Cohatrac, Cidade Operária, Divinéia, Cohama e Centro se apresentam com os melhores indicadores para este indicador (Figura 34)

Figura 34: Indicadores de domicílios sem coleta de lixo



Indicador	Valor	C	Áreas
0,44 /	37		10-Cohatrac
0,59 /	62		08-Cidade Operária
1,09 /	108		13-Divinéia
1,19 /	143		09-Cohama
1,29 /	115		06-Centro
1,51 /	129		14-Fátima
1,54 /	152		18-Ponta D'Areia/Calhau/Olho D'Água
1,63 /	203		04-Bequimão
1,84 /	187		12-Coroado/M. Castelo/João Paulo
2,28 /	197		01-Anil/Cohab
2,56 /	249		15-Forquilha
2,59 /	261		03-Aurora/João de Deus
3,90 /	385		23-Turu
4,21 /	440		22-São Francisco/Renasceça

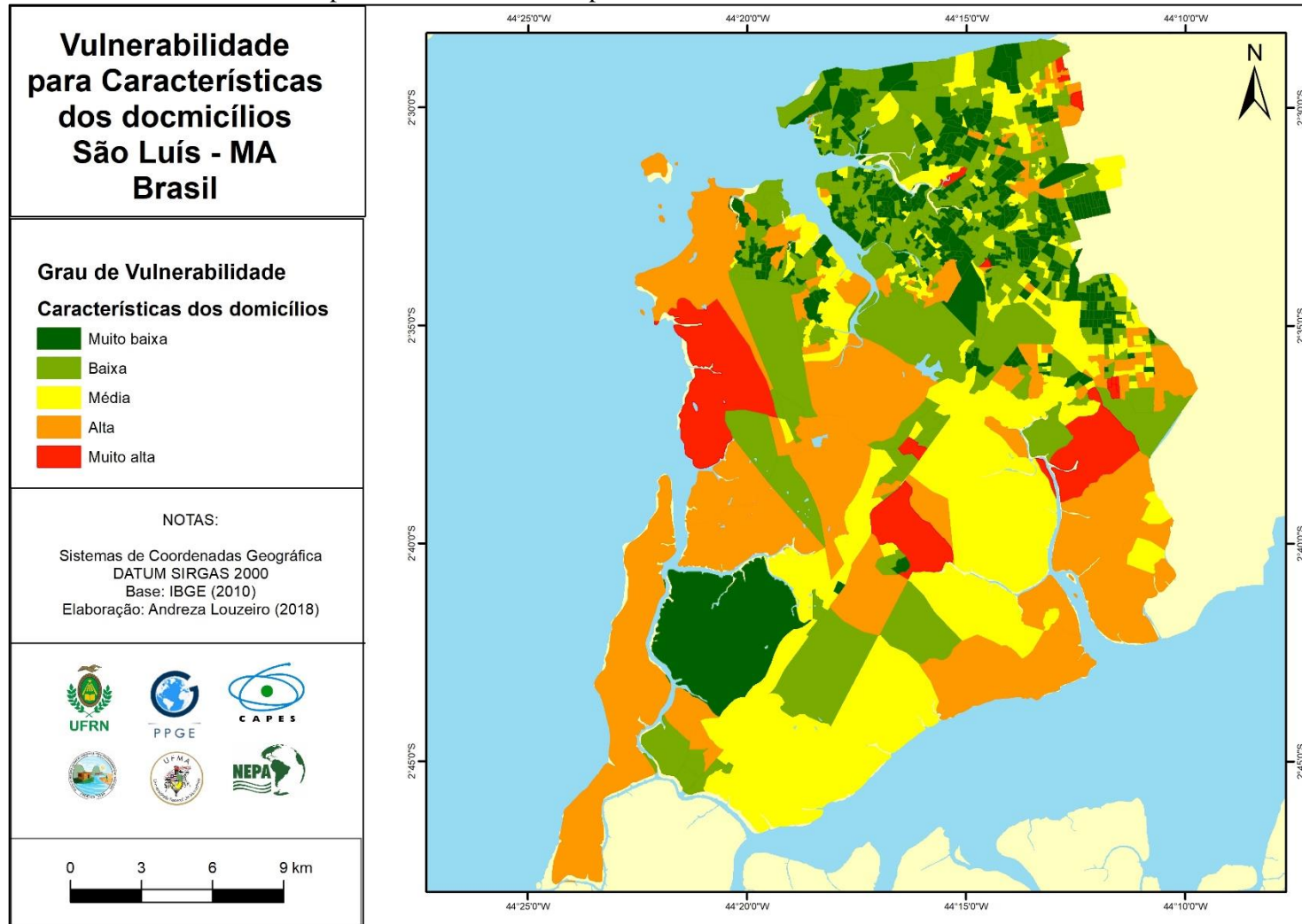
Indicador	Valor	C	Áreas
4,70 /	493		16-Janaina/Riod
5,44 /	514		02-Anjo da Guarda
5,50 /	506		26-Vila Palmeira
6,02 /	500		05-Camboia/Liberdade
6,54 /	569		17-Pindorama
6,66 /	563		27-Vinhais
7,16 /	598		20-Santo Antônio/São Cristóvão
7,27 /	616		11-Coroadinho
8,40 /	747		25-Vila Mauro Fecury/Vila Nova
12,69 /	1.026		21-Tirirical
12,90 /	1.536		24-Vila Embratel/Sá Viana
15,87 /	1.362		19-Santa Bárbara
29,20 /	2.870		07-Cidade Olímpica
53,55 /	9.908	-	Área rural

Fonte: Observatório social de São Luís (2018) a partir de dados do Censo IBGE (2010)

Analisar esses fatores de forma separada é importante para entender como está distribuído cada elemento que compõe a vulnerabilidade social do município de São Luís. Com isso foi possível perceber que os resultados para vulnerabilidade social muito alta e alta foram bastante visíveis nos setores da zona rural, nos setores mais próximos dessa área e nas áreas consideradas periféricas e nas regiões de ocupação irregular, vulgo “invasões”.

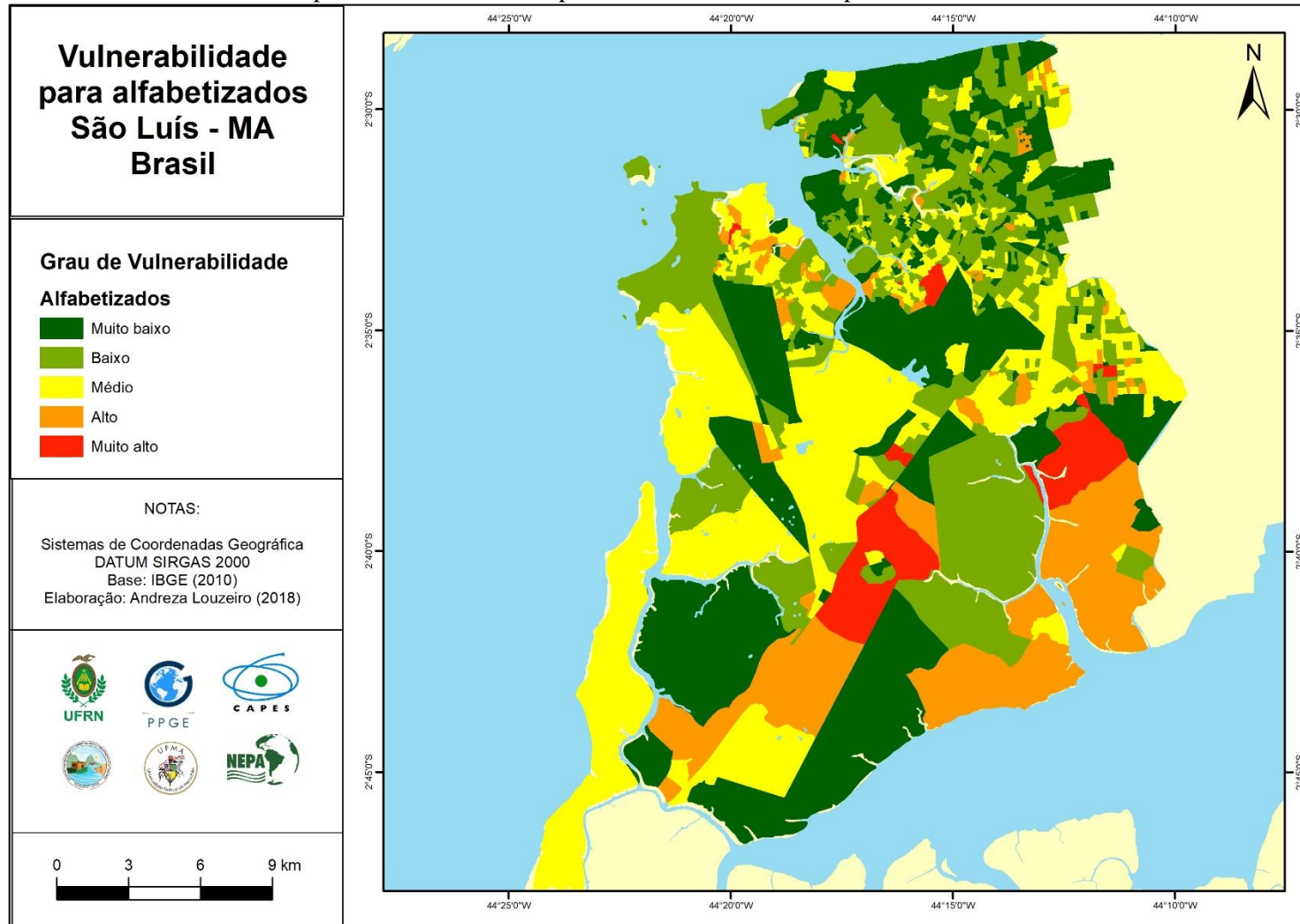
A seguir serão expostas as espacializações de cada fator de vulnerabilidade analisados e destrinchados até aqui para uma melhor visualização das informações que foram aferidas. Fazendo-se saber: Vulnerabilidade para Características gerais dos domicílios, Gênero/Renda, Escolaridade, Responsável/Faixa Etária, Entorno e Renda.

Mapa 19 - Vulnerabilidade para Características Gerais dos domicílios



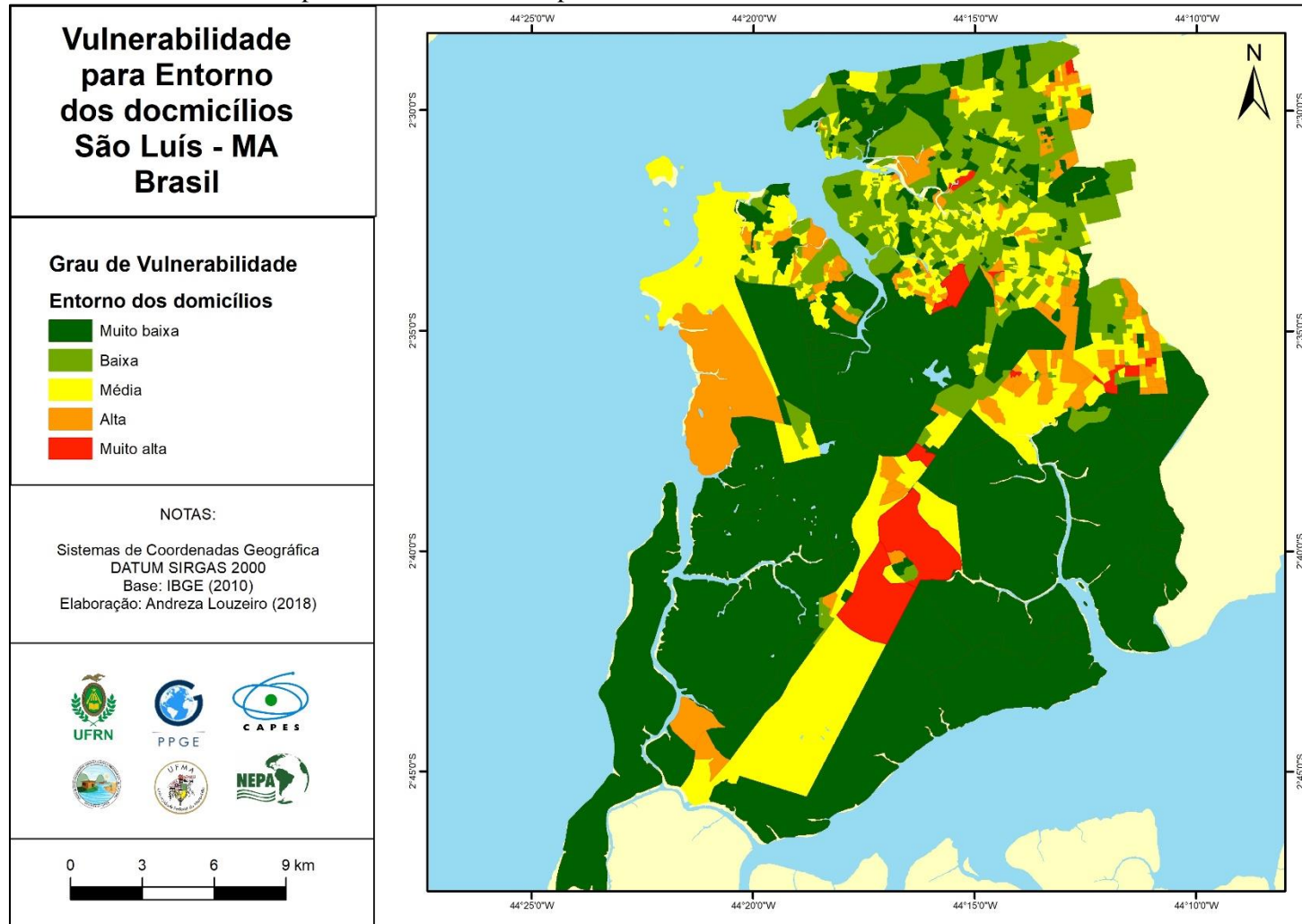
Fonte- Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 20 - Vulnerabilidade para total de Alfabetizados por setor censitário



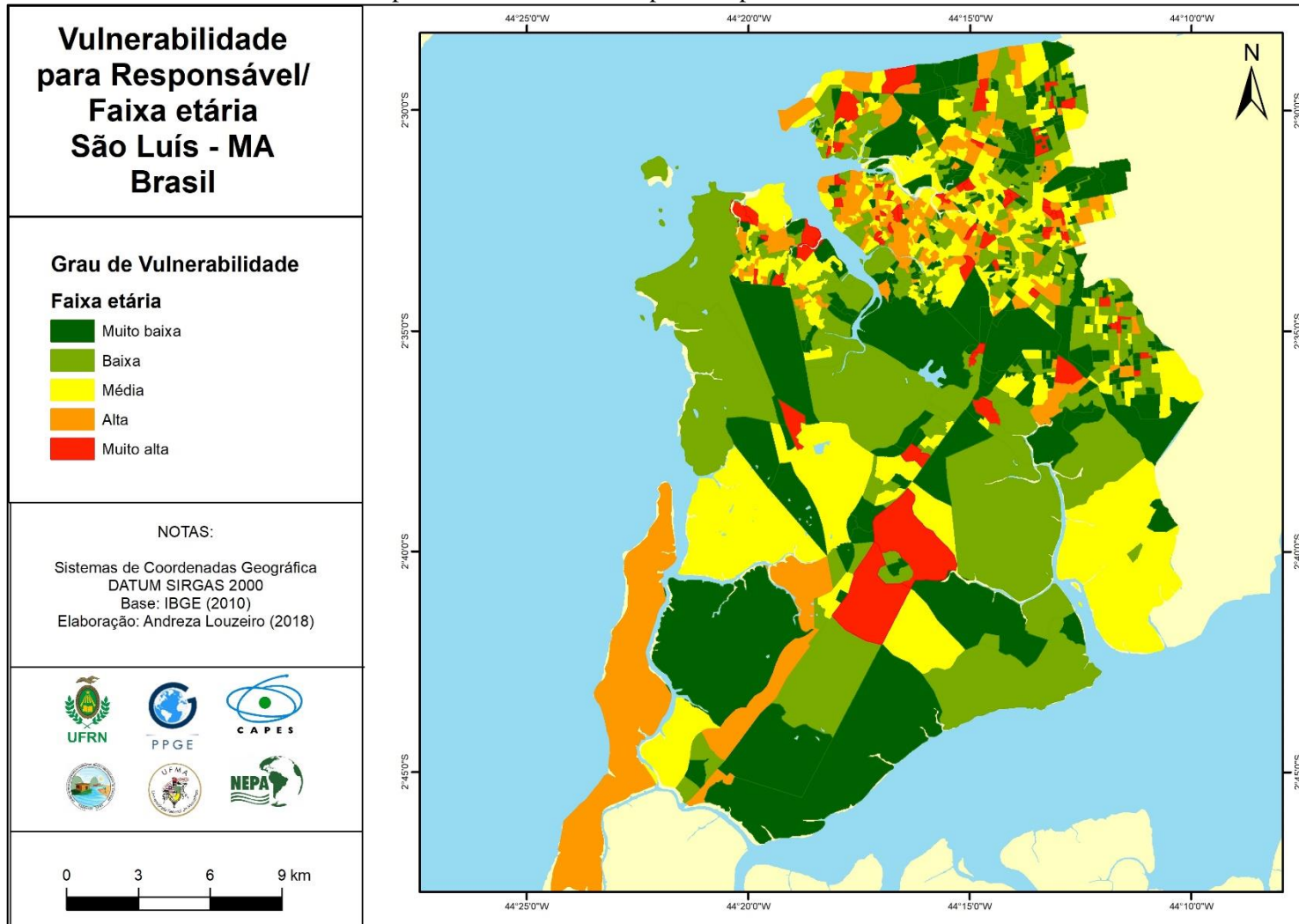
Fonte - Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 21 - Vulnerabilidade para características do entorno dos domicílios



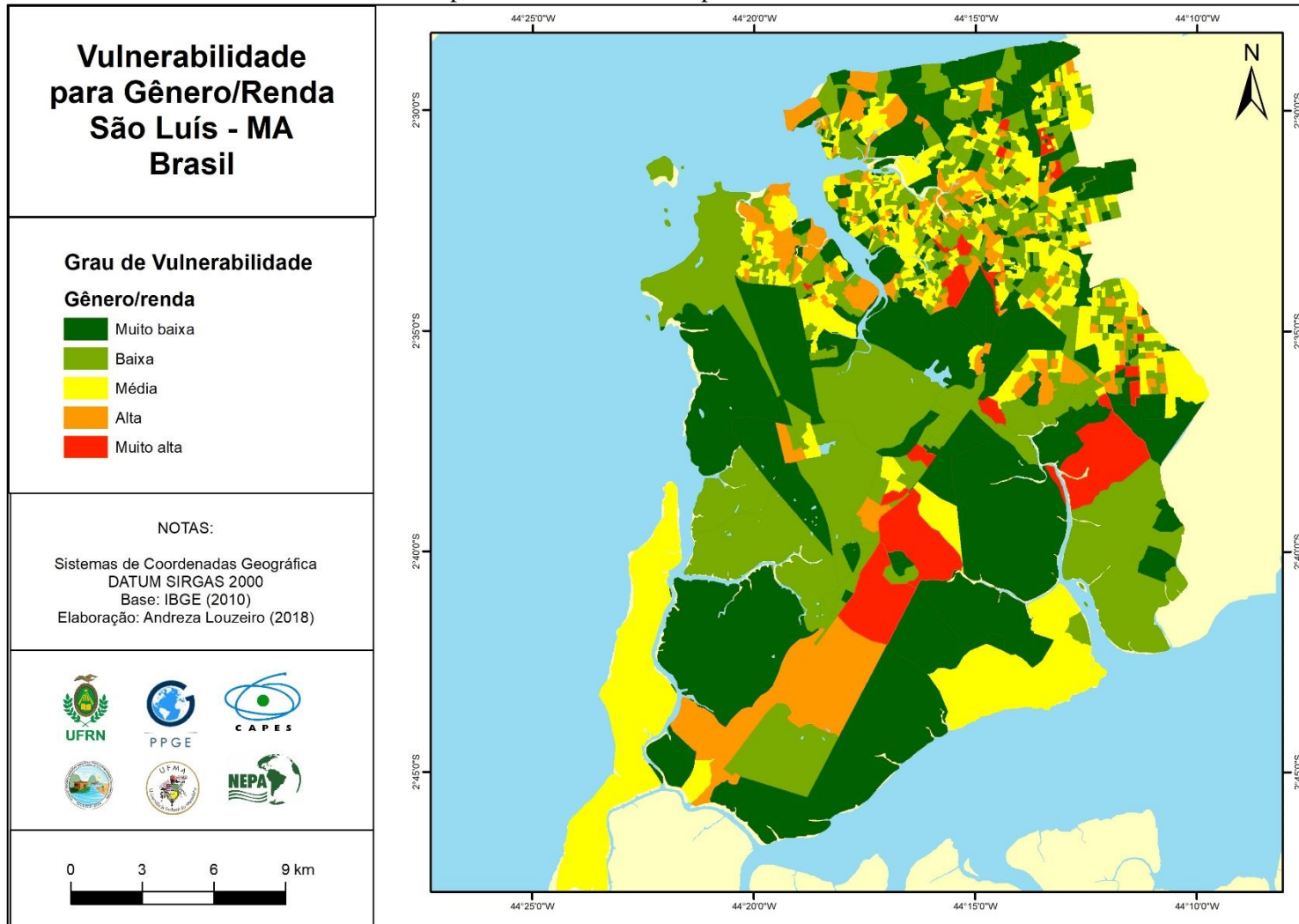
Fonte - Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 22 - Vulnerabilidade para Responsável/Faixa etária



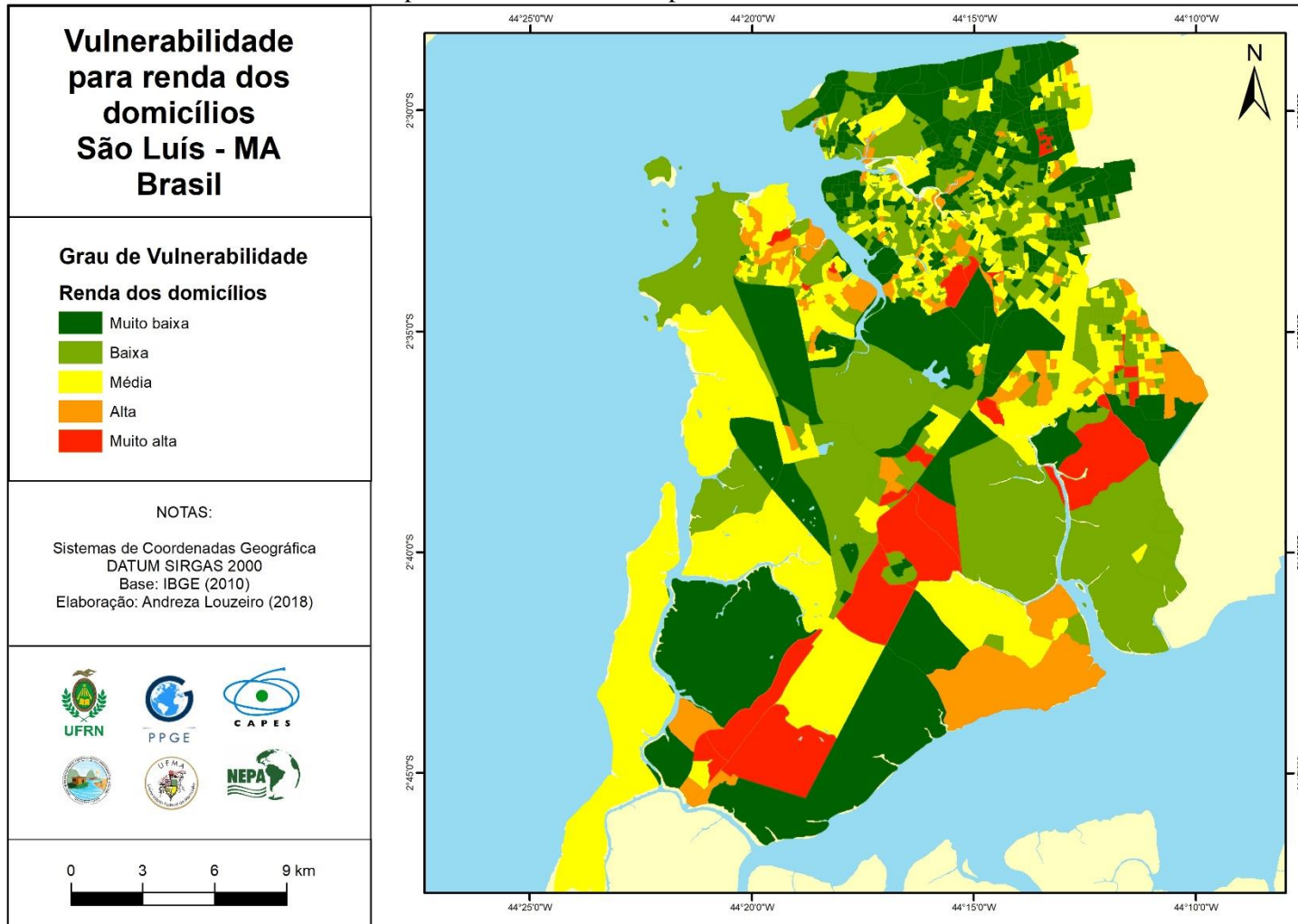
Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 23 - Vulnerabilidade para Gênero/Renda



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 24 - Vulnerabilidade para Renda dos domicílios



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

### 4.3 - Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Social de São Luís

Neste item serão analisados os seis fatores, que foram analisados separadamente, agora de forma conjunta, resultando no Índice de Vulnerabilidade Social no município de São Luís. Para tanto, foi necessário fazer a ponderação dos fatores já ponderados separadamente e, posteriormente, a soma desse resultado (Figuras 35 e 36), sendo possível realizar a espacialização da vulnerabilidade (Mapa 25)

Figura 35 - Ponderação que resultou da multiplicação do fator ponderado pelo seu valor em relação ao total.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Fid	Cod_setor	Situacao	CaracDomicilios	Ponderação	RendaDomic	Ponderação	GeneroRenda	Ponderação	FaixaEtaria	Ponderação
2	0	211130005000344	1	0,206882357	0,0343425	0,358730159	0,0595492	0,271618498	0,0450887	0,19798658	0,0328658
3	1	211130005000345	1	0,122900931	0,0204016	0,087655513	0,0145508	0,14911436	0,024753	0,2852349	0,047349
4	2	211130005000346	1	0,153221412	0,0254348	0,208848134	0,0346688	0,202015867	0,0335346	0,12254536	0,0203425
5	3	211130005000347	1	0,117816472	0,0195575	0,080062205	0,0132903	0,161254992	0,0267683	0,43624161	0,0724161
6	4	211130005000348	1	0,182657053	0,0303211	0,183333333	0,0304333	0,170706707	0,0283373	0,09731544	0,0161544
7	5	211130005000349	1	0,153218326	0,0254342	0,149141999	0,0247576	0,188987134	0,0313719	0,05704698	0,0094698
8	6	211130005000350	1	0,134056991	0,0222535	0,103035178	0,0171038	0,055580168	0,0092263	0,09234402	0,0153291
9	7	211130005000351	1	0,102607183	0,0170328	0,068747319	0,0114121	0,130358861	0,0216396	0,45637584	0,0757584
10	8	211130005000352	1	0,116283375	0,019303	0,056585157	0,0093931	0,104417278	0,0173333	0,32550336	0,0540336
11	9	211130005000353	1	0,120227813	0,0199578	0,097458172	0,0161781	0,161244737	0,0267666	0,22992791	0,038168
12	10	211130005000354	1	0,146358264	0,0242955	0,052445302	0,0087059	0,106872376	0,0177408	0,08724832	0,0144832
13	11	211130005000355	1	0,115414836	0,0191589	0,206499356	0,0342789	0,194610322	0,0323053	0,32388765	0,0537653
14	12	211130005000356	1	0,11492031	0,0190768	0,061400686	0,0101925	0,159034995	0,0263998	0,18456376	0,0306376

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Figura 36 - Resultado final do IVS. Destaque para a soma da ponderação de todos os fatores

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Fid	Cod_setor	Situacao	Caract. dos Domicilios	Renda por domicilio	Genero/Renda	Faixa Etaria	Analfabetismo	Entorno	ResultadoFinal
2	0	211130005000344	1	0,034342471	0,059549206	0,045088671	0,0328658	0,06425258	0,0519649	0,288063586
3	1	211130005000345	1	0,020401554	0,014550815	0,024752984	0,047349	0,06942752	0,0321781	0,208659976
4	2	211130005000346	1	0,025434754	0,03466879	0,033534634	0,0203425	0,069713748	0,0507523	0,234446723
5	3	211130005000347	1	0,019557534	0,013290326	0,026768329	0,0724161	0,064194472	0,0348821	0,231108911
6	4	211130005000348	1	0,030321071	0,030433333	0,028337313	0,0161544	0,077784968	0,044897	0,227928028
7	5	211130005000349	1	0,025434242	0,024757572	0,031371864	0,0094698	0,074303798	0,0481051	0,213442369
8	6	211130005000350	1	0,022253461	0,01710384	0,009226308	0,0153291	0,076774543	0,0444839	0,185171124
9	7	211130005000351	1	0,017032792	0,011412055	0,021639571	0,0757584	0,062817888	0,0341152	0,222775855
10	8	211130005000352	1	0,01930304	0,009393136	0,017333268	0,0540336	0,071131438	0,0318362	0,203030682
11	9	211130005000353	1	0,019957817	0,016178057	0,026766626	0,038168	0,065573593	0,0384233	0,205067474
12	10	211130005000354	1	0,024295472	0,00870592	0,017740814	0,0144832	0,075484234	0,0339263	0,174635916
13	11	211130005000355	1	0,019158863	0,034278893	0,032305314	0,0537653	0,065762889	0,0583089	0,2635802
14	12	211130005000356	1	0,019076772	0,010192514	0,026399809	0,0306376	0,066474145	0,0348357	0,187616521
15	13	211130005000357	1	0,022039392	0,028599571	0,021306929	0,0264907	0,075717429	0,0501736	0,224327584
16	14	211130005000456	1	0,020217275	0,025432325	0,018260036	0,0256242	0,073305806	0,0436253	0,20646488

Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

A partir desse resultado, os valores foram importados para a Tabela de Atributos do *Software Arc Gis 10.3* e na função *join* foi possível agregar os resultados à cada setor censitário de acordo com a sua numeração. Assim, foi possível espacializar a vulnerabilidade social a partir de dois métodos estatísticos: Natural Breaks (Tabela 12) e Quantile (Tabela 13).

Tabela 12 - Classes dos valores ponderados e suas respectivas cores (*Natural Breaks*)

Valores Ponderados	Setores	Grau de vulnerabilidade	Cor
0,00000000 - 0,166225025	83	Muito baixa	
0,166225026 - 0,209799805	477	Baixa	
0,209799806 - 0,254412040	405	Média	
0,254412041 - 0,347462911	168	Alta	
0,347462912 - 0,599070327	16	Muito alta	

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Fazendo uma comparação com outro método estatístico muito utilizado nas análises sociais, o método *Quantile* também foi empregado para identificar qual dos dois apresenta melhores resultados para a realidade da área de estudo (Tabela 13).

Tabela 13 - Classes dos valores ponderados e suas respectivas cores (*Quantile*)

Valores Ponderados	Setores	Grau de vulnerabilidade	Cor
0,00000000 - 0,183719787	221	Muito baixa	
0,183771988 - 0,205951833	220	Baixa	
0,205951834 - 0,22367874	246	Média	
0,22367875 - 0,250628239	220	Alta	
0,250628240 - 0,599070327	220	Muito alta	

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

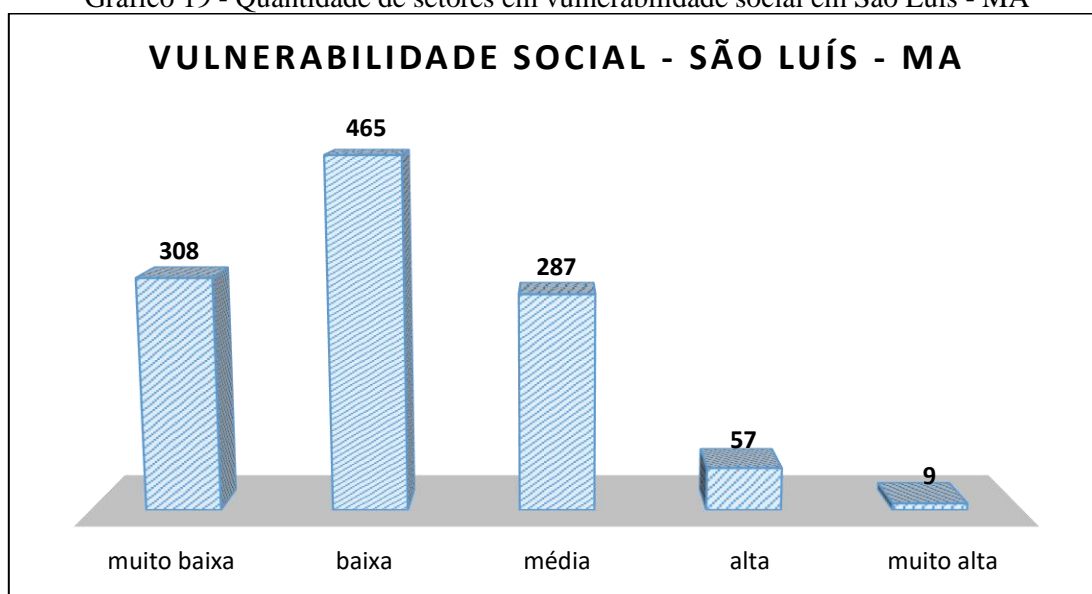
A partir dessa comparação, pode-se perceber que o método Quantil (*Quantile*) apresenta intervalos regulares referentes à quantidade de setores, ou seja, o equilíbrio desse método se baseia no número de setores censitários, como é percebido na tabela 12, coluna “setores”. Os mesmos apresentam quantidades semelhantes. Além disso, através desse método o município apresentou uma quantidade muito grande de setores em situação de vulnerabilidade muito alta (Mapa 24), fato que não condiz com a realidade da área.

Já o método de Quebras Naturais (*Natural Breaks*) apresenta um sistema de quebras baseado no intervalo entre os números, onde os mesmos são dispostos em classes de forma equilibrada, como é possível perceber na Tabela 11. Este método apresentou um resultado que melhor representa a realidade do município, com áreas de vulnerabilidade social muito baixa à muito alta que correspondem ao que foi identificado em campo (Mapa 25).

Sendo assim, nesta pesquisa o método de Quebras Naturais (*Natural Breaks*) será utilizado no decorrer da análise, tanto para o estudo da vulnerabilidade social quanto para a sobreposição dos dados na análise socioambiental.

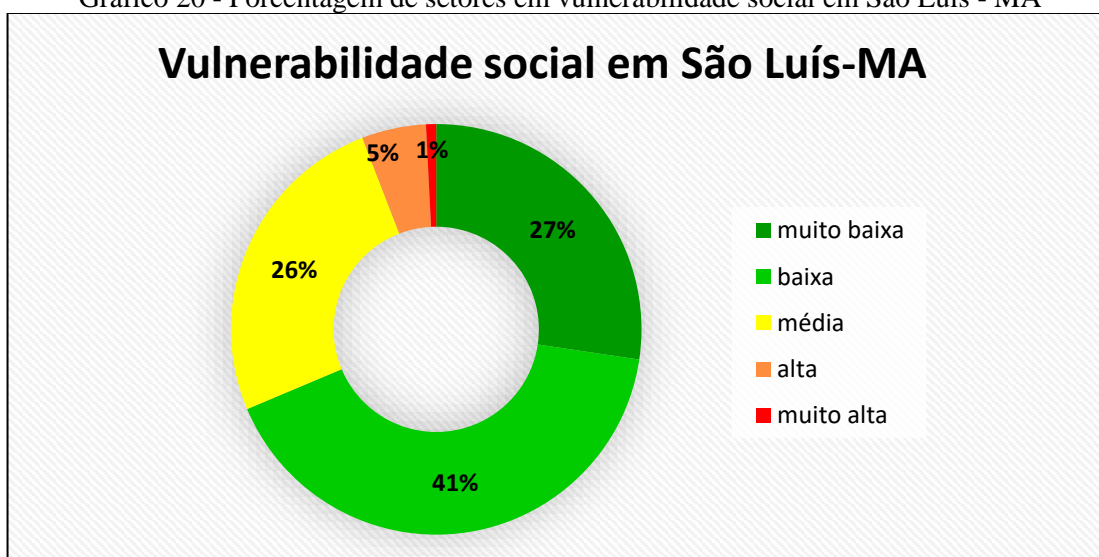
O resultado dessa análise mostrou que o município de São Luís apresenta apenas 9 setores com vulnerabilidade social muito alta, o que corresponde à 1% do total; 57 setores com vulnerabilidade alta, 5%; 287 setores com vulnerabilidade média, 26%; 465 setores com vulnerabilidade baixa, 41% e 308 com vulnerabilidade muito baixa, equivalente à 27% do total dos setores (Gráficos 19 e 20)

Gráfico 19 - Quantidade de setores em vulnerabilidade social em São Luís - MA



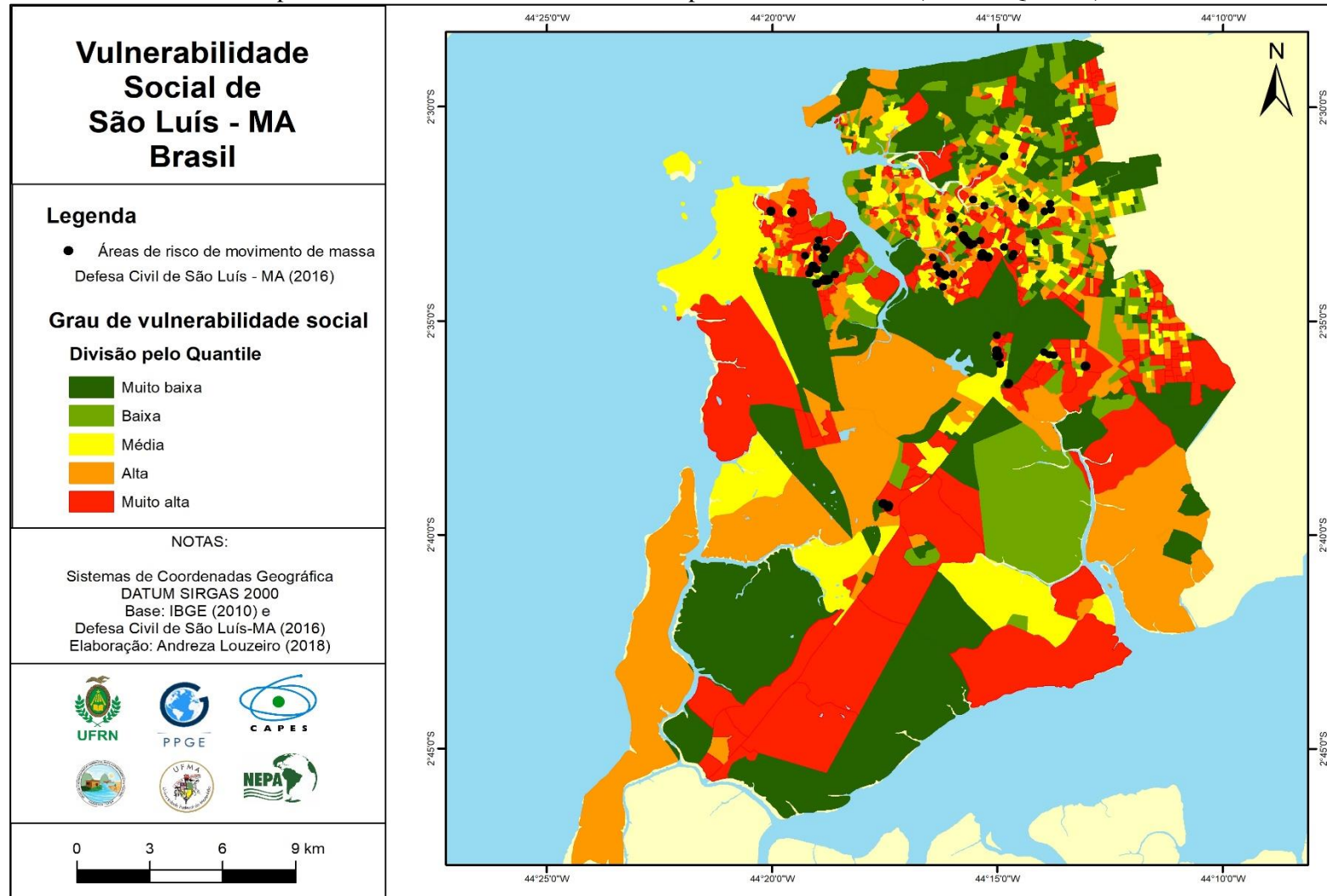
Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores do Censo do IBGE, 2010.

Gráfico 20 - Porcentagem de setores em vulnerabilidade social em São Luís - MA



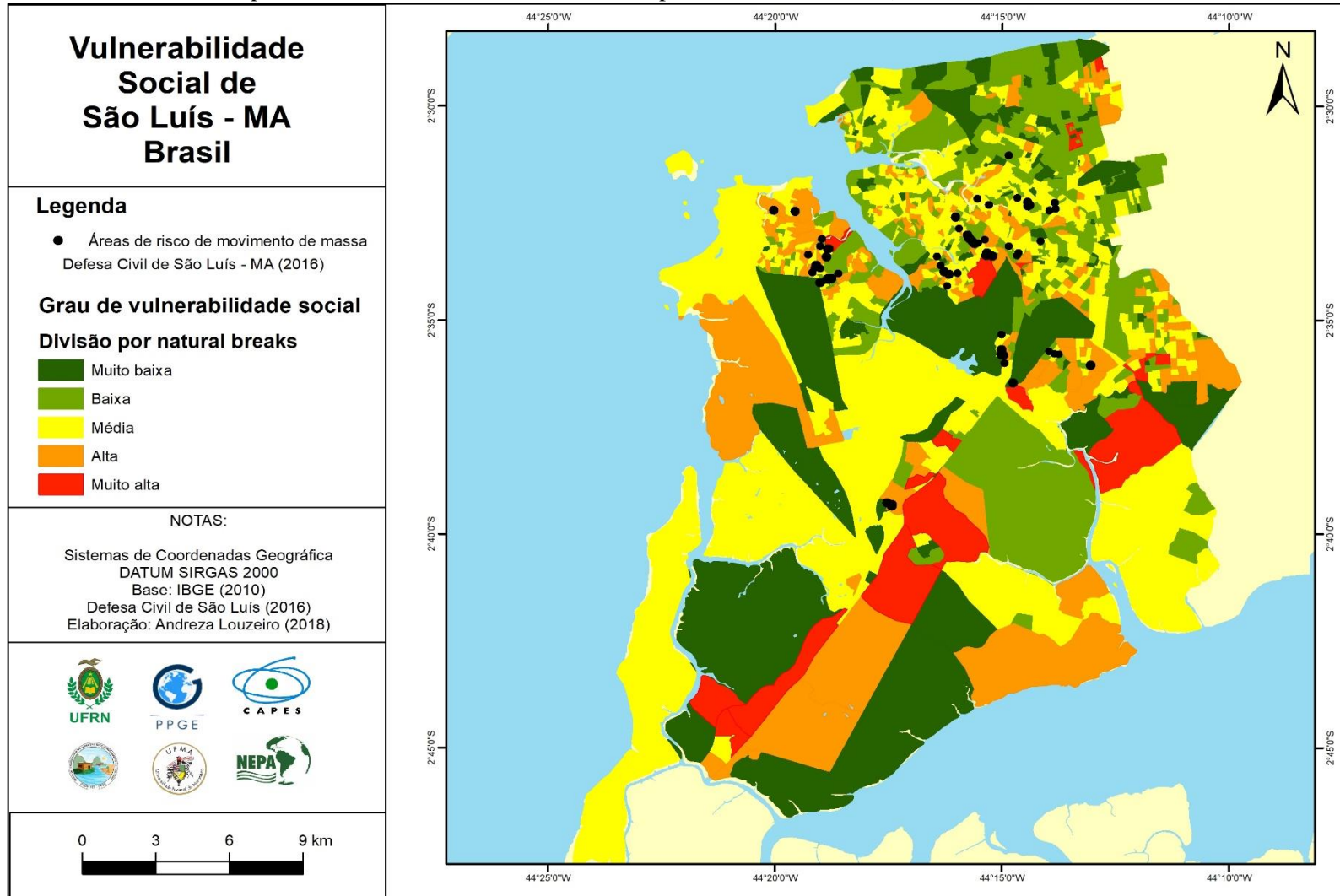
Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro a partir de indicadores do Censo IBGE, 2010.

Mapa 25 - Vulnerabilidade Social do município de São Luís – MA (Método Quantile)



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018

Mapa 26 - Vulnerabilidade Social do município de São Luís – MA (Método Natural Breaks)



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018

Como citado anteriormente, poucos foram os setores que apresentaram vulnerabilidade muito alta no município de São Luís, esses tais representando apenas 1% do total. Os bairros que fazem parte dessas áreas são Estiva, Maracanã, Tibiri, São Raimundo, Coroadinho, Mauro Fecury, Turu e Vila Funil (Figura 37 e 38).

Figura 37 - Presença de lixo e entulho às margens do córrego à esquerda e Figura 38 - escoamento superficial de esgoto à direita. Vila Funil, São Luís – MA.



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

Esses setores também apresentaram os piores indicadores sociais na análise dos fatores de forma separadamente, principalmente os setores que abrangem os bairros Itapera, Vila Funil e a ocupação irregular do bairro São Raimundo em relação aos indicadores de Renda dos domicílios, Gênero/Renda, Analfabetismo e Características dos domicílios. Em todos esses fatores, esses setores apresentaram muito alta vulnerabilidade, com exceção da Vila Funil, a qual apresentou vulnerabilidade alta para alfabetizados por setor e entorno dos domicílios.

A vulnerabilidade alta foi identificada em 57 setores, o que corresponde a 5% do total de setores censitários do município, essas áreas estão situadas na zona rural do município (Comunidade do Rio Grande, Coqueiro, Cajueiro e Estiva) e urbana (Vila Nova, Anjo da Guarda, Vila Bacanga, Centro, São Francisco, Coroadinho, Vila Ayrton Sena, Cidade Olímpica, Vila Itamar e Cidade Operária) (Figuras 39 e 40).

É importante destacar que as áreas rurais, embora apresentem uma cobertura vegetal mais densa, fato que diminui a vulnerabilidade ambiental, podem ser consideradas ambientes mais vulneráveis socialmente em razão da mais baixa renda e dependência na extração de recursos naturais, exemplo: agricultura e pesca (Figura 41 e 42).

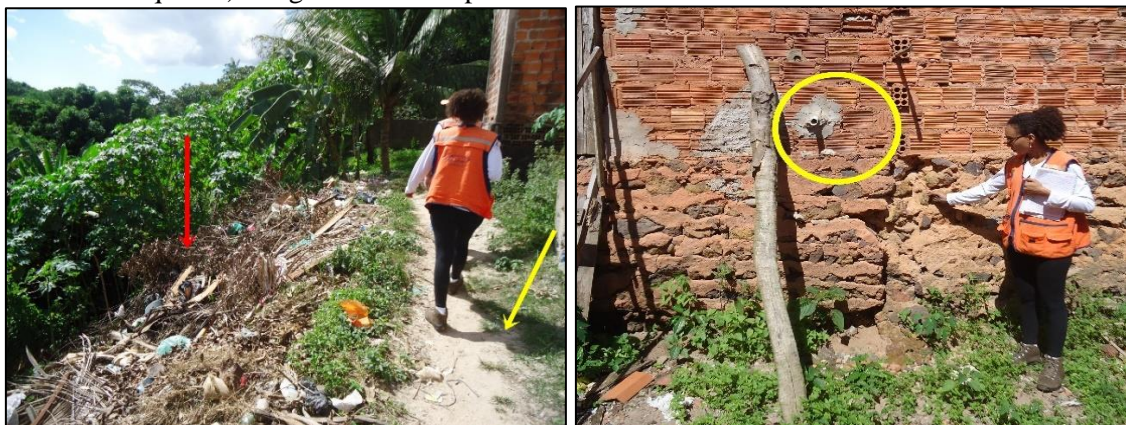
Figura 39 - Comunidade Rio Grande (zona rural) apresentando instalação de residência em ambiente instável (à esquerda) e Figura 40 - Ausência de asfalto Comunidade Rio Grande (à direita).



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018

Percebe-se que uma das residências da comunidade Rio Grande apresenta medidas improvisadas para servir de alicerce, pois a residência está fixada em um local instável e ainda, em destaque na foto, há um local que serve de banheiro para os moradores. Fato que denota a ausência de dois elementos na área: sistema de esgotamento sanitário e banheiro não improvisado.

Figura 41 – Vila Itamar (Zona urbana). Ausência de asfalto e lixo no entorno dos domicílios (à esquerda) e Figura 42 - cano para escoamento doméstico nos fundos da casa



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

A Vila Itamar é um bairro pequeno, mas que passa por sérios problemas de saneamento e infraestrutura urbana, como por exemplo a presença de lixo no entorno dos domicílios e queimada desses resíduos mesmo havendo o sistema de coleta três vezes por semana; ruas abertas pelos próprios moradores para o acesso da comunidade; escoamento doméstico superficial por falta de rede geral de esgoto. As residências possuem fossas rudimentares para o esgotamento doméstico.

A Vulnerabilidade média foi registrada em 287 setores, totalizando 26% do município, é a segunda maior classe de vulnerabilidade de São Luís e está presente na área urbana e rural. Assim como as demais classes, essa se apresenta de forma bastante dispersa, mas se concentra, principalmente na região central do município, nos bairros: Centro, Monte Castelo, João Paulo, Vila Palmeira, Sacavém (Figura 43), Coroadinho, Vinhais, Bequimão, Rio Anil, Cohab, Anil (Figura 44), Forquilha e São Cristóvão.

Figura 43 – Estrada da Vitória, Sacavém (à esquerda) e Figura 44 - Rua da Matança, Anil (à direita)



Fonte: Andreza Louzeiro, 2018.

É importante destacar que mesmo sendo um índice baseado em dados oficiais, ainda pode-se encontrar incoerências quando se vai a campo, como por exemplo nos bairros Sacavém e Anil. Os setores que estão inseridos neles mostraram vulnerabilidade média, no entanto apresentam maus indicadores no que se refere à falta de infraestrutura e saneamento, como por exemplo: ausência de asfalto, calçadas, rede de escoamento de esgoto doméstico. Isso pode ser explicado pelo fato de a metodologia do IBGE estar pautada para a quantidade de domicílios que apresentam características boas ou ruins, não em se um domicílio ou seu entorno apresentam características medianas em relação às suas características sociais.

Outro setor que apresentou vulnerabilidade média está inserido na zona rural, o qual é formado pelas comunidades de Coquilho, Tajipuru, Caracueira (Figura 45 e 46) e Mato Grosso. Esses locais são relativamente recentes, possuem entre 20 e 25 anos de existência e o meio econômico mais comum é a pesca e agricultura, mas mesmo com características sociais diferente das encontradas na cidade, essas comunidades por mais que estejam na zona rural, possuem casas de alvenaria, asfalto, acesso à água

através de poços, não há rede geral de esgoto, mas cada casa possui uma fossa, impedindo o lançamento de afluentes à céu aberto.

Figura 45 – Comunidade Caracueira. Trabalhadores retornando da pesca (à esquerda) e Figura 46 - Casas de alvenaria e presença de asfalto na rua.



Fonte –Andreza Louzeiro, 2018.

A vulnerabilidade baixa está presente na maior parte dos setores censitários, essa classe representa 41% de São Luís, tendo 465 setores sendo representada por ela. Já a vulnerabilidade muito baixa não apresenta características tão discrepantes da baixa e apresenta em 83 setores do município, representando 27% do total.

Os bairros que apresentaram vulnerabilidade baixa estão mais concentrados ao norte do município, sendo representadas pelos bairros Renascença, Cohama, Jaracaty, Olho D'Água, Calhau, alguns setores dispostos de maneira dispersa no centro da cidade, nos bairros Monte Castelo, João Paulo, Anil, Forquilha, Cidade Operária e ainda setores localizados na zona rural, nos bairros Tibiri e Vila Industrial. Já os setores que apresentaram vulnerabilidade muito baixa, bem como a classe anterior, também estão localizados nos bairros Calhau e Olho D'Água, bem como dos bairros renascença, Cidade Olímpica, setores dispersos pela região do centro da cidade, Monte Castelo, Bequimão, Rio Anil e Anil.

Neste sentido, pode-se inferir através da análise dos resultados que essas duas classificações apresentam diferenças apenas no indicador correspondente à renda dos domicílios e, principalmente, referente à Gênero/Renda, pois a vulnerabilidade se apresentou de média à baixa em alguns setores, enquanto que nos demais se caracteriza como baixa a muito baixa, como foi o caso dos setores situados nos bairros Cohatrac e Calhau (Figuras 47 e 48). Esses bairros apresentam calçadas, asfalto, arborização, sistema de abastecimento e esgoto, indicadores que denotam bons indicadores sociais.

Figura 47 – Bairro Cohatrac (vulnerabilidade baixa à esquerda) e Figura 48 - Calhau (vulnerabilidade muito baixa à direita)



Fonte: Acervo de Andreza Louzeiro, janeiro de 2018.

Dos bairros citados, os localizados no litoral do município geralmente estão presentes as classes mais altas da cidade, fato que é perceptível através do resultado do índice de vulnerabilidade social, o qual apresentou vulnerabilidade baixa e muito baixa justamente para essas regiões, as quais são representadas pelos bairros Olho D'Água, Calhau, São Marcos, Ponta do Farol, Quintas do Farol e Parque Atlântico.

Ao se mensurar a vulnerabilidade social de uma área, estão analisadas características referentes à infraestrutura e presença de aparelhos urbanos presentes no local que representam bons indicadores. As características dos moradores no que se refere aos atributos que o domicílio possui também são levados em consideração pois apresentam as condições de vida dos moradores e ainda esses fatores estão diretamente ligados com as características de renda do local.

Desta forma, esse fator atrelado ao resultado da vulnerabilidade ambiental demonstra, de fato, as áreas mais vulneráveis ao risco e a população mais exposta, pois quanto menos condições sociais o indivíduo tiver e se ele estiver instalado em um local ambientalmente vulnerável, maiores são as chances de exposição ao risco.

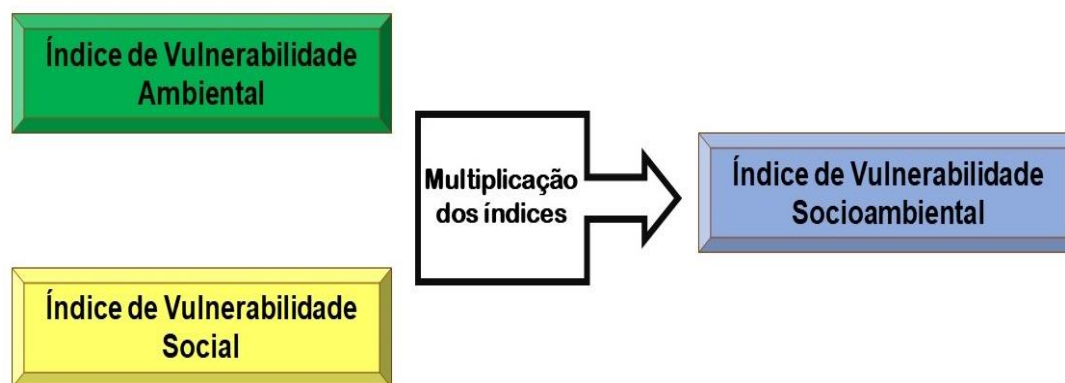
No próximo capítulo será demonstrado quais dessas áreas socialmente muito a pouco vulneráveis estão sobrepostas em ambientais natural e antropicamente mais frágil e ainda identificar as características ambientes que tornam áreas mais vulneráveis do que outras. É importante destacar que o estudo integrado de fatores sociais, econômicos e ambientais é essencial para compreender a dinâmica socioambiental de uma determinada área, facilitando assim, a implementação de políticas urbanas e ambientais.

Para entender como ou porquê ocorrem certos eventos ditos naturais pela sociedade, é importante observar como essa sociedade tem alterado no ambiente e de que forma, ou ainda se estas alterações estão sendo realizadas em ambientes naturalmente frágeis e mais vulneráveis à certos tipos de eventos naturais, como por exemplo, fortes chuvas, ventos e a força do mar.

Ross (2006) já afirmava que 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.

Através dos resultados dos índices de vulnerabilidade social e ambiental de forma separada foi possível identificar os ambientes mais vulneráveis e os setores censitários mais vulneráveis em relação às características sociais. Desta forma, nesta etapa a metodologia consiste em fazer o cruzamento das variáveis ambientais e sociais (Figura 49) através da reclassificação e média ponderada dos dados produzidos.

Figura 49 – Esquema da composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental



Fonte - Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018

### 5.1 – Procedimentos para elaboração do IVSA

Antes de chegar a este resultado foi demonstrado as metodologias e espacializações das vulnerabilidades social e ambiental do município de São Luís. Para

análise do IVA foi necessário considerar cada elemento natural presente na área, bem como os antrópicos e classificar cada um segundo sua propensão à pedogênese (mais estável) ou à morfogênese (mais frágil). Já para a elaboração do Índice social foi necessário extrair dados brutos do Censo Demográfico do IBGE do ano de 2010, agregar e normalizar as variáveis e, posteriormente, ponderar os fatores de vulnerabilidade social, com uma escala espacial ao nível de setor censitário.

Tanto para o IVS, como para o IVA foram utilizadas cinco classes de vulnerabilidade, sendo elas: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa (Tabela 14). Como os resultados do IVS foram realizados com a utilização de polígonos, tornou-se necessário então transformar a espacialização desse índice para o formato *raster*, no *Software Arc Gis 10.3* através da ferramenta *Conversion Tools* sendo, possível fazer o cálculo da média ponderada com o índice de Vulnerabilidade Ambiental.

Tabela 14 - Metodologia de elaboração da legenda para o mapa de vulnerabilidade socioambiental

IVSA	
	Muito alta
	Alta
	Média
	Baixa
	Muito baixa

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

A partir dessa transformação foi possível realizar a álgebra de mapas, para tanto foi realizada a álgebra de mapas que consistiu na aplicação da teoria proposta por de Almeida (2011) o qual afirma que o risco está em função da multiplicação entre a vulnerabilidade e exposição; e da metodologia abordada por Rezende (2014) a qual aplicou a média ponderada, onde 10% a mais do valor da equação está nas características sociais. Estes dois testes tiveram a finalidade de analisar quais resultados seriam mais satisfatórios para a realidade da área de estudo.

Para a média ponderada, foi atribuído um valor maior para a vulnerabilidade social e menor para a vulnerabilidade ambiental, segundo metodologia abordada por Rezende (2014), assim sendo os valores foram somados e divididos por dois (Equação 07 e Figura 50). Já para na multiplicação, os valores foram apenas multiplicados (Equação 08 e Figura 51). Esses cálculos foram feitos através da ferramenta *raster calculator* do *Arc Gis*.

Equação 07 para média ponderada:  $([\text{rasterIVS} * 6] + [\text{rasterIVA} * 4]) / 2$

Equação 08 para multiplicação:  $(\text{rasterIVS} * \text{rasterIVA})$

Figura 50 - Cálculo através da média ponderada pela calculadora raster.

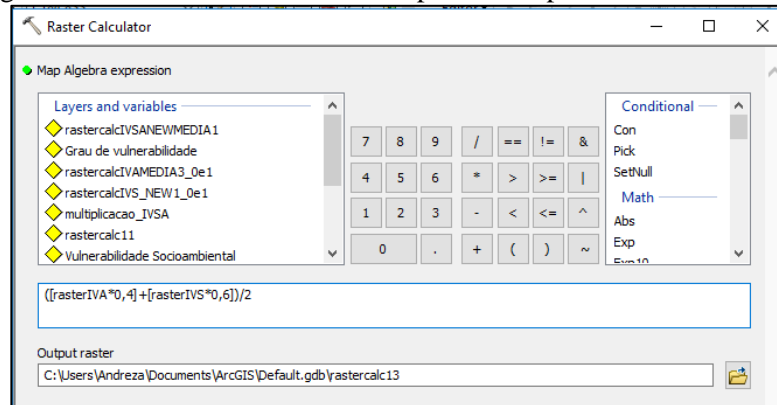
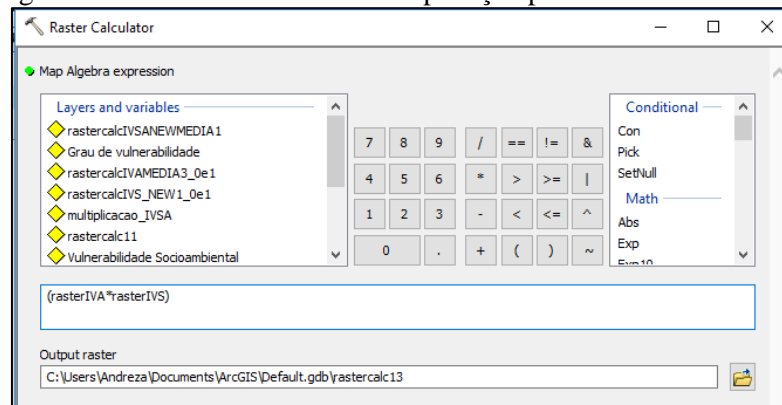







Figura 51 – Cálculo através da multiplicação pela calculadora raster.



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Com o cálculo da média ponderada, os valores das classes variaram entre 0 e 1, onde 0 se refere a menos vulnerável e 1 mais vulnerável. Esses valores foram divididos em 5 classes na ferramenta Natural Breaks e obtiveram os resultados para vulnerabilidade muito baixa, baixa, média, alta e muito alta (Tabela 15).






Tabela 15 - Valores para classificação do raster de vulnerabilidade socioambiental (média ponderada)

Intervalo	Classes	Cores
0 – 0,25	Muito baixa	
0,25 – 0,35	Baixa	
0,35 – 0,45	Média	
0,45 – 0,65	Alta	
0,65 - 1	Muito alta	

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Já para a multiplicação dos valores, os números também variaram entre 0 e 1, onde 0 representou o menor valor de vulnerabilidade e 1 o maior. Da mesma forma, foram divididos em 5 classes, onde obtiveram os resultados para vulnerabilidade muito baixa, baixa, média, alta e muito alta (Tabela 16).

Tabela 16: Valores para classificação do raster de vulnerabilidade socioambiental (multiplicação)

Intervalo	Classes	Cores
0,04 – 0,16	Muito baixa	
0,16 – 0,24	Baixa	
0,24 – 0,40	Média	
0,40 – 0,64	Alta	
0,64 - 1	Muito alta	

Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

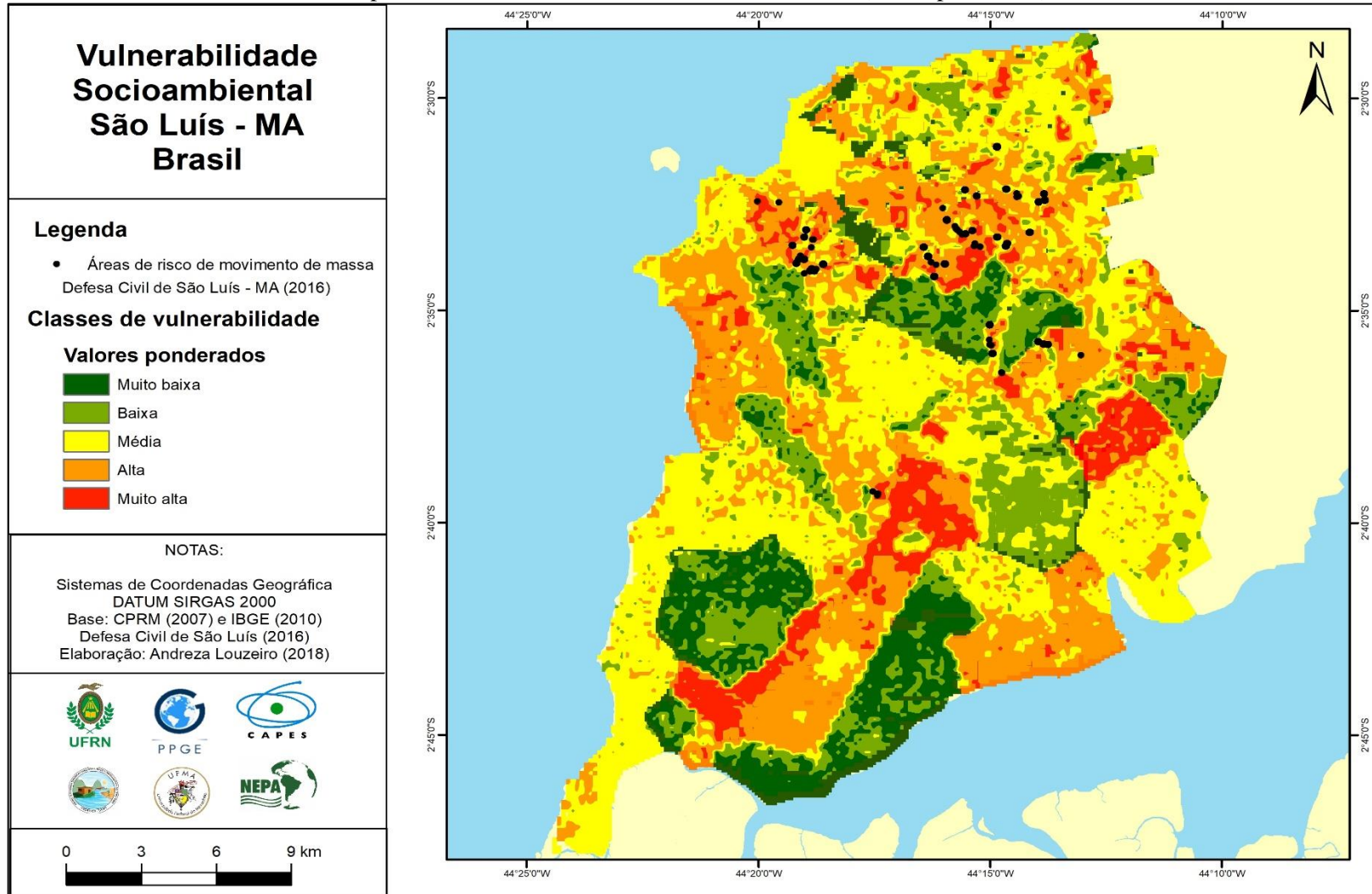
## 5.2 – Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental

O resultado da espacialização resultou em valores que foram mais satisfatórios com o resultado da multiplicação, pois na média ponderada os valores de vulnerabilidade muito alta ficaram dispostas de forma concentrada devido a ponderação ser referente aos valores de vulnerabilidade social. Diferente disso, para a equação de multiplicação, os resultados condisseram melhor para a área de estudo, pois refletiram áreas pontuais e correspondentes ao mapeamento realizado pela Defesa Civil municipal de São Luís e atividades de campo da presente pesquisa. Além disso é o resultado que melhor se adequa à teoria abordada (Mapas 27 e 28).

É importante destacar ainda que o risco está em função da exposição e da vulnerabilidade, se um dos dois itens não existirem, o risco não existe, pois ele depende dos fatores sociais e ambientais. Com a equação da média, o risco ainda existiria caso um dos elementos não estivesse na equação.

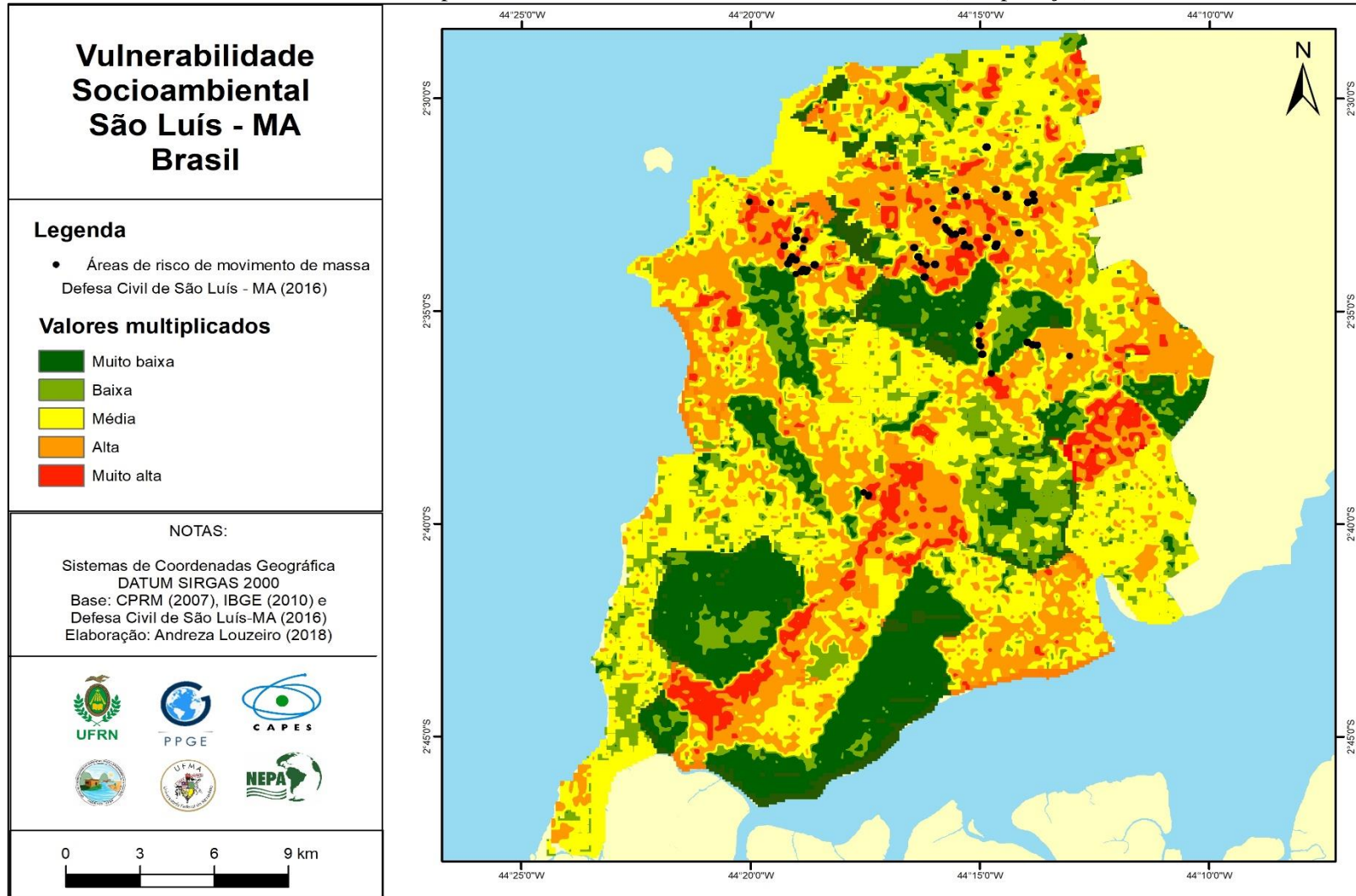
Diante da importância de analisar o todo de forma integrada, é fundamental entender que segundo Almeida (2011) O risco é um constructo eminentemente social, ou seja, é uma percepção humana. Onde um indivíduo ou grupo de indivíduos percebem a probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo. Desta forma, os resultados analisados a posteriori dizem respeito à espacialização da vulnerabilidade proveniente do cálculo da multiplicação, devido os seus resultados se aproximarem mais da área em questão.

Mapa 27 - Índice de vulnerabilidade socioambiental (média ponderada)



Fonte: Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Mapa 28 – Índice de Vulnerabilidade socioambiental (multiplicação)



Fonte - Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Como pode ser notado, o resultado não foi substancialmente diferente um do outro, ambas podendo ser usadas para a análise de vulnerabilidade socioambiental, diferente do propósito da presente pesquisa que está focada para compreender onde estão dispostas as áreas de risco e quem são os mais vulneráveis.

Sendo assim, no Mapa 28, as vulnerabilidades alta e muito alta estão sobrepostas em áreas que já possuem episódios periódicos de riscos de movimento de massa, as quais estão situadas na região mais central de São Luís, que correspondem aos bairros Sacavém (Figura 52), Vila Embratel, Coroadinho e dos locais ditos periféricos, como é o caso da região Itaquí Bacanga, localizada à noroeste do município.

Figura 52- Localização e situação da área de risco no bairro Sacavém



Fonte – Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

É possível perceber o desnível entre a rua e as residências na Estrada da Vitória, Bairro Sacavém, onde foi necessário que os moradores improvisassem um muro de contenção para que o alicerce da casa que está circulada em vermelho na figura 56 à

direita não venha a ceder e causar um movimento de massa, prejudicando os moradores da parte de baixo.

Além dos riscos de movimento de massa, é possível perceber a falta de infraestrutura que o local apresenta, pois não há asfaltamento na rua, as casas não possuem calçadas, o acesso para as casas da parte de baixo é precário, fato que pode prejudicar pessoas com necessidades especiais. Segundo os moradores, o sistema de saneamento básico é insuficiente e o abastecimento é irregular.

Os casos de movimento de massa no bairro Sacavém ainda são muito recorrentes, pois já foi casos de notícias de jornais (Figura 53 e 54) e casos de morte onde aconteceu a movimentação de massa na área, mas os moradores continuaram a morar no local, pois alegam não ter uma outra opção de lugar para morar. Essa situação é muito recorrente no município de São Luís, pois são situações que acontecem em bairros periféricos, atingindo pessoas de baixa renda, as quais não possuem condições financeiras para se instalar em um local sem riscos.

Figura 53 - Notícia de jornal sobre movimento de massa no bairro Sacavém (à esquerda) e  
Figura 54 - Notícias sobre a realocação de moradores nas áreas de risco.



Fontes – <http://imirante.com/oestadoma/noticias/2016/03/29/locais-onde-houve-desabamentos-e-mortes-voltaram-a-ser-ocupados.shtml> e  
<http://imirante.com/oestadoma/noticias/2018/01/13/falta-de-opcao-chuva-nao-afasta-moradores-de-areas-de-risco.shtml>

Outro local que sempre ocorrem eventos de movimento de massa e que apontou vulnerabilidade muito alta no município de São Luís é na área Itaqui Bacanga região que abrange muitos bairros, dentre eles, cinco estão em áreas de risco de movimento de massa, são eles: Vila Dom Luís, Vila Isabel, Vila Embratel (Figura 55) Alto da Esperança, Vila Nova e Mauro Fecury.

No bairro da Vila Embratel é muito comum se deparar com algum local que tenha risco de movimento de massa, pois em muitas partes do local apresenta extensas voçorocas que apenas uma é capaz de se estender à muitas ruas da Vila. No entanto, de acordo com o mapeamento realizado pela Defesa Civil Municipal (2016) os locais mais comuns que recebem chamados são para as ruas Travessa Dois de Maio e Avenida José Sarney (Figura 56), além dessas, as Rua bom Jesus, Rua bom Futuro, Rua do Amor, Rua São Félix, Travessa Santo Antonio, Rua João Evangelista e Rua Seis de Abril.

Figura 55 - Notícia sobre movimento de massa na área Itaqui Bacanga



Fonte - <http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2013/05/movimento-de-massa-de-terra-assusta-moradores-da-area-itaqui-bacanga.html>

Figura 56 - Localização e situação das áreas de movimento de massa do bairro Vila Embratel



Fonte – Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

É possível perceber que a área possui graves áreas de risco tanto na frente das casas (em descida), como também no fundo dos quintais (em subida). Além do risco iminente de movimento de massa, o risco à saúde também é muito grande devido a presença do acúmulo do lixo no bairro, tanto na frente como também atrás das casas. Muitos moradores acreditam que a inserção de lixo nos declives, pode ajudar a conter a erosão e, conseqüentemente, evitar que haja movimento de massa. Fato que não condiz com a realidade, pois o acúmulo de lixo faz com que haja impermeabilização do solo, causando erosão em um local mais concentrado e alagamento nos arredores das residências, dentre outros problemas relacionados à presença de ratos e animais e insetos que podem transmitir doenças de veiculação animal.

Além de áreas propensas à riscos de movimento de massa, o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental ainda apontou para uma área que não há sérios indícios de declividades angulosas ou grandes altitudes, mas que apresentou uma vulnerabilidade social muito alta. Se trata da ocupação irregular no bairro São Raimundo, pois são domicílios, em sua maior parte improvisados, com ausência de saneamento e infraestrutura (Figuras 57 e 58). O local também apresenta alguns desníveis que podem comprometer as residências mais próxima por não terem resistência suficiente para suportar até um mínimo escorregamento.

Figuras 57 e 58 – Localização e situação da “invasão” no bairro São Raimundo (Zona Rural)



Fonte – Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018.

Muitos são os locais em São Luís onde são registrados casos de falta de saneamento e, muitas vezes esses locais coincidem com as áreas de risco da cidade, como é o caso da Vila Ayrton Senna, bairro localizado na região do São Raimundo, atrás do aeroporto da cidade. As áreas de vertentes nesse local são muito significativas, estando presente por quase toda a Vila (Figura 59), local que foi identificado com vulnerabilidade muito alta no índice e apresentou uma casa interditada devido ao risco iminente de movimento de massa.

Figura 59 – Notícia sobre reivindicação por melhorias para a Vila Ayrton Senna, Imagens da vertente do bairro e localização.



Fonte – Elaborado por Andreza Louzeiro, 2018. Google Earth, 2016 e <https://oimparcial.com.br/cidades/2016/06/moradores-da-vila-ayrton-senna-protestam-por-melhorias-no-bairro/>

Essas foram as áreas que apresentaram vulnerabilidade alta e muito alta no município de São Luís a partir do resultado do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. Foram áreas que apresentaram vulnerabilidade muito alta para o índice ambiental e vulnerabilidade média a alta para as questões sociais, com a sobreposição das vulnerabilidades o resultado não poderia ser diferente.

No que se refere à vulnerabilidade média, a maior parte do município apresenta valores medianos, essas mesmas regiões apresentaram valores mediano nas vulnerabilidades social e ambiental. São áreas ainda em expansão, em sua maior parte situados na zona rural do município, são povoados que recebem maior influência de rios e por este motivo, se configura como um ambiente plano e sem muitas declividades.

Essas áreas estão situadas em áreas localizadas nas comunidades da zona rural Coquilho, Caracueira, Tajipurú, Mato Grosso (região sudeste do município); bairros Vila Esperança, Gapara, Maracanã (região centro-oeste); Rio dos Cachorros e Ilha de Tauá-Mirim (sudoeste). Já na zona urbana encontram-se os bairros Cohama

Renascença, Turu, Cohab, Forquilha e na parte nobre do município, nos bairros Calhau, Olho D'Água e Quintas do Calhau.

Embora os bairros e comunidade da Zona Rural tenham apresentado vulnerabilidade média, alta e alguns pontos muito alta para os fatores ambientais, esses setores se apresentaram com vulnerabilidade média para a análise social. Como a equação de vulnerabilidade social foi feita através de uma média ponderada, o peso maior foi colocado para a vulnerabilidade social média dessas regiões, a qual prevaleceu no resultado final.

Já na zona urbana, as áreas de vulnerabilidade socioambiental média se apresentaram com vulnerabilidade ambiental alta e muito alta pois a densidade demográfica é muito grande e ainda, na parte do litoral a fragilidade é maior, levando esse local a ter um peso maior no cálculo do IVA. Já a vulnerabilidade social se apresentou com classes baixas e alguns setores muito baixas, pois se trata de bairros de classe média a alta, possuindo uma boa infraestrutura e saneamento, além de possuir bons indicadores no que se refere à renda.

No entanto, com o cruzamento dos dois índices, a vulnerabilidade se apresentou média, justamente por se tratar de ambientes naturalmente instável e densamente demográficos e ainda por apresentara indicadores sociais bons. Cabe destacar que os estabelecimentos localizados no litoral, por mais que estejam em uma área de vulnerabilidade ambiental natural, possuem uma técnica de construção mais segura (Figura 60 e 61), fato que minimiza ou até mesmo evita o acontecimento de eventos de movimento de massa. Já no que se refere à parte mais densa em relação à habitação, são locais que possuem pouca ou nenhuma vegetação e áreas asfaltadas, o que prejudica a drenagem e facilita os casos de alagamentos, mas a maior parte desses bairros possuem bueiros e sistema de esgoto, reduzindo as chances de qualquer risco ambiental.

Contudo, em muitos bairros localizados nessas áreas mais urbanizadas já aconteceram casos de alagamentos devido o excesso de lixo no entorno e, conseqüentemente, com o período de chuva, esse lixo é transportado até os bueiros, entupindo e causando alagamento em regiões do Renascença, São Francisco e Calhau (Figura 62 e 63). Embora esses locais tenham apresentado vulnerabilidade social muito baixa, a ocorrência desse tipo de risco é comum.

Figura 60 e 61– Construção de hotéis e casa de festa na Avenida Litorânea.



Fonte – Andreza Louzeiro, 2018.

Figuras 62 e 63 - Notícias de alagamento nos bairros Renascença e Calhau, São Luís - MA



Fontes - <http://imirante.com/sao-luis/noticias/2017/05/09/apos-chuvas-varios-pontos-de-alagamento-sao-registrados.shtml> e <http://imirante.com/sao-luis/noticias/2017/02/13/alagamento-em-rua-do-renascenca-deixa-carro-ilhado.shtml>

A vulnerabilidade socioambiental baixa e muito baixa se apresentou preponderantemente nas áreas que não possuem ocupação urbana e contém uma cobertura vegetal mais densa. Essas regiões estão localizadas, em sua maioria, nas áreas de baixas altitudes e declividades pouco expressivas, exceto na região sudoeste a qual passa por processos de extração mineral.

Essas áreas estão, na zona rural, estão localizadas nos arredores dos bairros Estiva, Maracanã, Rio dos Cachorros, Matinha, Itapera, Bacabal e nas proximidades dos lagos de rejeito mineral (setor sul do município). Já na zona urbana, as áreas de vulnerabilidade socioambiental baixa à muito baixa se localizam em uma região sem

ocupação no leste do município; área de mangue, com ocupação escassa na região centro-leste, a área do Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado, Parque Estadual do Bacanga, Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, Parque Estadual do Sítio Rangedor e Parque Estadual da Laguna da Jansen (Figura 64 e 65)

Figura 63 e 64 – Área de Proteção Ambiental do Itapiracó.



Fonte –Andreza Louzeiro, 2018.

Mesmo esses valores baixos e muito baixos se apresentarem em sua maioria em áreas que não possuem urbanização, alguns desses locais ainda estão localizados nos bairros Planalto Vinhais e Cantinho do céu, ambos apresentando características de bons indicadores e ausência de encostas na região (Figura 66)

Figura 66 – Setores com vulnerabilidade socioambiental baixa e muito baixa



Fonte –Andreza Louzeiro, 2018.

Uma das áreas que apresentou vulnerabilidade socioambiental baixa, diz respeito à um condomínio localizado na Avenida Jeronimo de Albuquerque, no Bairro Cantinho do Céu, o qual apresenta características sociais boas, saneamento e infraestrutura em funcionamento. Percebe-se que as casas foram construídas com material de alvenaria, possuem calçada e arborização. No entanto, algumas calçadas

apresentam leves fraturas e o asfalto (Figura 67 e 68) começa a se deteriorar, fato que pode ser explicado pela erosão natural que as chuvas causam.

Figura 67 – Área com asfalto sem sinais de deterioração (à esquerda) e Figura 68 - Asfalto com fraturas de erosão (à direita)



Fonte – Acervo de Andreza Louzeiro, janeiro de 2018.

Contudo, próximo a esse local, existem dois loteamentos recentemente ocupados de forma espontânea, onde não apresenta asfaltamento ou calçadas, tampouco um sistema de drenagem. Os moradores providenciaram a construção de um muro com o intuito de evitar que pessoas de má índole pudesse ter acesso ao local. Percebe-se que esse local difere de toda a estrutura presente no restante da área (Figura 69)

Figura 69 – Loteamentos ocupados de forma espontânea próximo ao conjunto residencial do bairro Cantinho do Céu.



Fonte – Acervo de Andreza Louzeiro, janeiro de 2018.

A partir daí é possível perceber que mesmo o setor apresentando muito baixa vulnerabilidade, apresenta locais que não possuem infraestrutura adequada, lixo no entorno, não possuem rede de esgoto, iluminação improvisada pelos próprios moradores, etc. Isto pode ser explicado pelo fato de ser uma área relativamente recente e não ter feito parte do Censo de 2010. Num dos locais que apresentou vulnerabilidade socioambiental muito baixa, apresenta também bons indicadores de saneamento e infraestrutura. A presença de arborização na área é visível, fato que denota indicadores socioambientais favoráveis (Figura 70)


Figura 70 - Setor com vulnerabilidade socioambiental baixa



Fonte – Acervo de Andreza Louzeiro, 2018.

Cabe ressaltar que um dos atributos que mais influenciou na mensuração da vulnerabilidade socioambiental foi a presença de vegetação e ausência de declividade, bem como as características de infraestrutura e saneamento básico nas áreas. Diferente das demais áreas, por mais que estas (vulnerabilidade socioambiental baixa e muito baixa) apresentem uma forte densidade demográfica, não se configura como algo tão expressivo, fato que influenciou nos valores de vulnerabilidade.

A partir da apresentação desses resultados, pode-se aferir que a mensuração da vulnerabilidade socioambiental é uma tarefa complexa e que necessita de muita atenção. O conhecimento da área de estudo é um fator fundamental para que haja escolhas adequadas durante a pesquisa. Outrossim, esta análise pode ser muito útil tanto para a prefeitura municipal de São Luís, como para a Defesa Civil municipal.



## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo dessa pesquisa foi analisar a vulnerabilidade socioambiental do município de São Luís a partir de indicadores sociais, sobrepondo-os com dados sobre as características naturais, dando ênfase aos riscos de movimento de massa da área. Para cumprir com esse objetivo foi necessário realizar uma análise bibliográfica condizente com o tema abordado e ainda dois mapeamentos identificando as áreas mais vulneráveis ambiental e socialmente.

A etapa referente à fundamentação teórica foi essencial para entender como se encontra a discussão sobre os temas relacionados à riscos e vulnerabilidades. Existem muitas pesquisas aplicadas que contemplam essa abordagem e cada uma apresenta uma nomenclatura diferente, mas todas se referem à instabilidade do ambiente. Esses estudos se tratam sobre susceptibilidade, fragilidade, sensibilidade e vulnerabilidade ambiental, onde todos consideram os elementos naturais para identificar áreas mais sensíveis, frágeis, suscetíveis e/ou vulneráveis.

Esse misto de denominações acaba por confundir o pesquisador sobre é a mais adequada. Sendo assim, a partir dessa pesquisa, pode-se inferir que a vulnerabilidade atrelada ao estudo do risco se refere especificamente à vulnerabilidade humana à algum evento danoso, quer seja movimento de massa, inundação terremoto, etc. Já as outras denominações estariam voltadas para uma mesma abordagem, sendo elas, os aspectos naturais de uma determinada área e o quanto esses elementos, agindo entre si, tornam o ambiente mais frágil, sensível ou suscetíveis à eventos naturais.

Para cumprir com as etapas operacionais foi necessário utilizar uma metodologia que contemplasse os dados sobre os elementos sociais e ambientais que a área tinha disponível. Neste caso, Crepani *et al* (2001). Porém, em relação aos fatores ambientais, as características geológicas deixaram a desejar pois a litologia provém de um mapeamento com escala a nível Estadual e isso influenciou para que o índice de vulnerabilidade ambiental não tivesse a escala de detalhes desejada, fazendo com que houvesse uma certa generalização nessa parte dos resultados. Mais especificamente na vulnerabilidade geológica da área.

Ainda de acordo com a parte ambiental, a metodologia baseada em Crepani *et al* (2001) prevê a utilização do elemento pluviosidade como um dos fatores que,

somado aos demais, influenciam substancialmente à perda de solo. No entanto, visto que os dados pluviométricos disponíveis na área não possuem um intervalo de tempo aceitável para fazer uma análise climatológica mais concreta, não foi possível utilizar esse elemento de forma atuante na análise. Os dados disponíveis referentes à pluviosidade se referem aos anos de 2015, 2016 e 2017, coletados por nove estações pluviométricas dispostas no município, esses dados são suficientes apenas para fazer uma análise do comportamento pluviométrico do município entre esses três anos.

Outro fator que requer uma maior atenção neste tipo de pesquisa é referente aos pesos atribuídos pelas tabelas de Crepani *et al* (2001). Cada variável ambiental presente em cada Plano de Informação possui um peso diferente que vai de 1 a 3, onde quanto mais próximo de 3 é mais vulnerável e quanto mais próximo de 1 menos vulnerável. O PI de altimetria também possui seus pesos, os quais consideram que quanto maior a altimetria do local, mais vulnerável e quanto menor, menos vulnerável.

Contudo, diferentemente da metodologia de origem, no município de São Luís, a maior cota Altimétrica chega até 67 metros. Na tabela de Crepani *et al* esse valor corresponde à vulnerabilidade média, pois está num contexto onde a maior altimetria passa dos 200 metros. Assim, há uma necessidade de estudos voltados para a adaptação dessa metodologia, principalmente no que se refere à altimetria, pois em São Luís as áreas de risco de movimento de massa se apresentam nas áreas de maiores altitudes e angulosas declividades, o que faz com que as cotas entre 40 a 67 metros de altitude sejam as mais vulneráveis.

Ainda considerando a metodologia abordada para medir a vulnerabilidade ambiental, foi necessária a inclusão da variável referente à uso e cobertura do solo, pois ela não é contemplada no trabalho de origem. Essa variável pode ser considerada flexível, pois é diferente em cada área, visto que cada lugar tem um aspecto diferente a apresentar, como por exemplo: áreas agrícolas. Em muitos municípios essa prática não existe ou não é muito expressiva, como é o caso de São Luís, desta forma, o peso para essa classe seria diferenciado.

Uma proposta para essa lacuna é a produção de estudos que deem maior atenção o fator uso e cobertura do solo para que haja maiores respaldos no que se refere aos pesos atrelados às diferentes formas de uso e não uso. Nesta perspectiva, as pesquisas que envolvam esse elemento poderiam ser feitas com maior rigor e padronização.

Outro elemento que merece atenção é a atribuição dos pesos no cálculo final de vulnerabilidade ambiental, pois de acordo com a metodologia abordada por Crepani *et al* (2001) é realizado uma média aritmética entre todos os elementos. No entanto, em relação aos riscos de movimento de massa, um elemento que tem uma maior contribuição na área de estudo é a declividade e altimetria, fatores relacionados à geomorfologia. Para se aproximar da realidade da área de estudo, os elementos ligados à geomorfologia teriam um peso maior para que se pudesse evidenciar as áreas de declividades mais angulosas e as superfícies dissecadas das formas de relevo.

Em conjunto com a análise ambiental, as características sociais foram relevantes para entender como funciona a dinâmica socioambiental da área. Foi necessário utilizar os dados censitários e junto a eles existe a delimitação dos setores. No entanto, esses limites estavam extrapolando a área que corresponde ao município, chegando até a superfície marinha, com isso houve a necessidade de uma redelimitação dos setores censitários para que a análise dos dados não deixasse de condizer com a realidade da área de estudo.

Aliado a essa adequação na delimitação censitária, um fator importante a ser destacado é a redefinição desses setores para áreas que, de fato, estejam ocupadas, pois em locais como São Luís, existem setores que ocupam uma área até dez vezes maior que a própria ocupação. Com isso, sabendo que os setores censitários consistem em um agregado de informações sociais, o dado fica generalizado, como foi o caso da presente análise, a qual identificou, por exemplo, um setor com 6km<sup>2</sup> que apresentou vulnerabilidade social muito alta, mas a área referente à ocupação antrópica é de apenas 2,5 km<sup>2</sup>.

Para minimizar essa generalização, a proposta é que se faça uma análise mais criteriosa de cada setor censitário com o intuito de delimitar a área de estudo baseado na sua real área ocupada por domicílios. Essa análise não foi possível ser feita na presente pesquisa, pois os objetivos propostos não contemplavam essa discussão que vai mais além do que uma simples delimitação, explora também fatores relacionados a metodologia utilizada pelo censo demográfico brasileiro do IBGE para a delimitação de setores censitários.

Outro fator é a generalização dos dados do Censo do IBGE serem generalizados, fato que deixa os dados sociais pouco detalhados, por mais que eles se aproximem da realidade. Sabendo disso, um elemento essencial que não pode ser

desconsiderado são os trabalhos de campo, atividade que identifica as reais características dos setores e validam as informações que os dados secundários apresentaram.

Considerando todas as informações de gabinete e de campo, pode-se inferir que o município de São Luís possui áreas pontuais de risco de movimento de massa de acordo com o mapeamento realizado pela Defesa Civil municipal, a qual está pautada na presença de encosta e residências nesses locais. Já o resultado da vulnerabilidade socioambiental é constituído por elementos sociais e características ambientais que vão além da declividade e conseqüente presença de encostas.

Sendo assim, os fatores sociais e ambientais foram analisados de forma conjunta, mas também a observação dissociada foi essencial para entender como funciona cada dinâmica no município, pois é através da compreensão das partes que se pode entender o todo. Sabendo disso, é importante afirmar que tanto o conjunto ambiental e quanto o social também possuem partes a serem entendidas e a representação dessa análise se dá pela compreensão de cada elemento.

A partir dessas afirmações, pode-se analisar os componentes ambientais através de elementos que foram mais preponderantes na construção do IVA, dentre os quais a Geomorfologia e Uso e Cobertura do solo que se apresentam como variáveis que tiveram uma vulnerabilidade muito alta. Isto se explica porque a maior parte das características geomorfológicas possuem alto grau de vulnerabilidade, sendo elas, planície flúviomarina, planície litorânea, planície fluvial e superfície dissecada, todos com vulnerabilidade 3, abrangendo a maior parte do território. O fator declividade verticalizou essas áreas, pois os locais mais vulneráveis são os que apresentam maior grau de declividade, isto fez com que essas áreas ficassem mais pontuais. Já o Uso e Cobertura do solo, foi possível perceber que a maior parte das áreas de risco estão situadas nos locais onde a urbanização é mais acentuada, o que aumenta o grau de exposição dessa população ao risco de movimento de massa.

No que se refere à vulnerabilidade social, as variáveis referentes à características dos domicílios e responsável em relação à faixa etária tiveram maior quantidade de setores com vulnerabilidade alta e muito alta. Cabe destacar que a faixa etária abrange os responsáveis pelos domicílios menores de idade e maiores de 60 anos, mas a maior parte dos setores apresentaram responsáveis maiores de 60 anos. Locais estes situados em sua maior parte no centro da cidade, parte mais antiga. Este resultado

se configura como um indicador de que os setores localizados no centro da cidade são mais vulneráveis em relação a quantidade de idosos.

As características dos domicílios é um indicador muito importante pois evidencia como está a estrutura e equipamentos da residência, elementos estes que mostram se o imóvel se encontra mais ou menos preparado para receber um possível desastre. Outros indicadores que mostraram uma concentração de vulnerabilidade alta e muito alta foram: características do entorno, renda por gênero e renda por domicílios, tais fatores tem a área Itaquí Bacanga em comum, deixando-a numa situação de vulnerabilidade social alta e muito alta.

Já o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental demonstra a sobreposição de áreas natural e antropicamente vulneráveis com áreas que possuem indicadores que denotam desvantagem social. Na relação entre esses dois fatores, foi possível perceber que nem sempre uma área com vulnerabilidade ambiental muito alta é uma área de risco, pois deve-se levar em consideração a quantidade e qualidade das moradias que podem existir no local. A exemplo disso, nos setores onde está localizado o bairro do Calhau a vulnerabilidade ambiental foi muito alta, em compensação, a vulnerabilidade social foi de baixa a muito baixa, pois as casas dessa região possuem uma estrutura mais resistente à força do intemperismo.

Outro exemplo se refere às residências que apresentaram a maior parte dos indicadores sociais muito baixos, ou seja, vulnerabilidade social muito alta, mas na vulnerabilidade ambiental não se mostrou preponderante, o que é o caso da ocupação espontânea no bairro São Raimundo. Nessa área não possui áreas declivosas ou com altimetria acentuada, mas foi diagnosticada com vulnerabilidade muito alta devido à qualidade das moradias e da área de entorno, pois a qualquer precipitação essas residências podem sofrer graves danos.

Além de identificar áreas de risco e vulnerabilidade social do local, é necessário compreender a percepção de risco que os moradores possuem, pois, os desastres são causados, muitas vezes, devido à falta de instrução da população. Neste sentido, é importante que os residentes -especialmente os que estão instalados em áreas de risco - tenham algum tipo de conhecimento e treinamento com a finalidade de deixá-los preparados para um possível desastre.

Além disso, a educação ainda é um fator que deve ser levado em consideração e praticado, principalmente, pela população pois são os que mantêm contato direto com a área que apresenta risco. Muitos são os exemplos de ações que devem ser praticadas e que minimizam os efeitos do risco. Uma delas é não descartar resíduos e águas servidas nas voçorocas. Muitos moradores associam o acúmulo do lixo com o “entulhamento” dessas voçorocas, o que não condiz, pois, o lixo deixa o solo impermeável, e fazendo com que a água escoe para outro local, aumentando o tamanho da voçoroca, ravina, talude, etc.

É importante também que os moradores não pratiquem a escavação de taludes nas encostas, fato que ocorre, geralmente, nos fundos das casas. Isso faz com que a área fique mais instável, conseqüentemente perde a vegetação e seja mais propensa à uma movimentação de massa.

Além da perda de vegetação por escavação, essa perda também é feita com o intuito de “limpar” o terreno, fato que causa a diminuição da serapilheira e o aumento do escoamento superficial, afetando as casas com mais facilidade. Ainda no que se refere à vegetação, é importante que certos tipos de plantas não sejam cultivados em áreas de encostas, como é o caso da bananeira, planta que retém uma grande quantidade de água, facilitando a saturação do terreno.

Nem sempre essas pessoas associam o risco a questões naturais e intrínsecas ao ambiente, mas ao risco social voltado à violência. Fator esse que seria de suma importância ser analisado em pesquisas de vulnerabilidade social, juntamente com fatores ligados ao tráfico de drogas, acesso à saúde, desemprego, etc. Nesta pesquisa esses elementos não foram analisados devido a falta de informação setorizada e não embutida no censo demográfico.

A partir dos resultados alcançados, onde todos os objetivos foram contemplados, vale afirmar que a hipótese levantada nesta pesquisa também foi comprovada, visto que os domicílios mais expostos ao risco de movimento de massa estão instalados nas residências mais precárias e nos locais onde apresentam os piores indicadores sociais, econômicos e de infraestrutura urbana.

É importante que haja medidas de proteção e prevenção do risco para que a comunidade não sofra com suas conseqüências. A Defesa Civil tem um importante papel de auxiliar os moradores que estão instalados nesse tipo de ambiente, como é o

caso da Defesa Civil municipal de São Luís, a qual realiza projetos sociais de educação do risco com os moradores mais expostos; realiza também simulação uma situações de desastre em alguns bairros da capital, confecciona cartilhas, folders e avisos sobre as áreas de risco e o que fazer neste tipo de situação.

Mesmo com todas essas ações, a Defesa Civil de São Luís ainda é muito carente de pessoal capacitado, pois é um órgão que conta com o apoio de funcionários do Estado como guardas municipais que tiveram algum treinamento e foram transferidos para atuarem na Defesa Civil. Assim, muitas medidas ainda são necessárias para serem alcançadas para minimizar os efeitos dos riscos de desastres no município.

Desta forma, com essa pesquisa pretende-se auxiliar a Prefeitura municipal a Defesa Civil de São Luís e as demais instituições competentes com um documento que ofereça um maior detalhamento socioambiental da área, o qual possa servir de base para análise das áreas de movimento de massa no município. Além disso, a proposta destina-se a dar suporte para estudos voltados a análise de movimentos de massa em área urbana e ainda analisar se a comunidade afetada tem capacidade para lidar com esse tipo de evento.

A identificação dessas áreas, torna-se mais viável para a Defesa Civil municipal providenciar ações que potencializem as medidas de proteção (após o desastre) e prevenção (antes do desastre). Portanto, para que as populações e ecossistemas não sofram com os impactos provocados pelos riscos de movimento de massas em períodos chuvosos, faz-se necessária a formulação de um plano de ação e contingência de respostas para eventos como esses, tornando a cidade mais resiliente.

Para tanto, é necessário que o município colabore com o suporte necessário em casos de riscos de movimento de massa, ou qualquer outro tipo de risco presente no local. Os quais podem ser destacados em quatro etapas: mapeamento, monitoramento e alerta, ações de resposta (socorro, assistência e reconstrução) e, por fim, prevenção (com obras estruturantes).

Os administradores do município junto com a defesa civil e a população, precisam priorizar a resiliência, levando em consideração ações de proteção que irão melhorar as condições ambientais, sociais e econômicas, incluindo o combate às consequências de variações ambientais futuras e contribuindo para o bem-estar social das comunidades, tornando-as menos expostas e menos vulneráveis

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. G. (Org.) **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** São Luís SW/NW, Folhas SA.23-V e SA.23-Y. Estados do Pará e Maranhão. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 2000.
- 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. BIRKMANN, J. **Disaster risk indicators in Brazil: A proposal based on the world risk index.** International Journal of Disaster Risk Reduction, 2016.
- ALVES, H., P., F.; TORRES, H., G. **Vulnerabilidade Socioambiental na Cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental.** São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 1, p. 44-60 jan./mar. 2006.
- 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.
- ARAÚJO, J., V.; VIEIRA, L., S.; ARAÚJO, M., P.; MARTINS, J., S. **Levantamento Exploratório de solos da Folha SA. 23 São Luís e parte da Folha AS. 24 Fortaleza.** RADAM, 1973.
- ARAÚJO, E, P; TELES, M, G, L; LAGO, W, J, S. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM.** Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril, INPE 2009, p. 4631-4638.
- ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 1991 a 2012. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 104 p. Disponível em [http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS\\_mioloWEB.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS_mioloWEB.pdf)
- AUGUSTO FILHO, O. 1992. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica.** In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PUCRJ, v.2, 1992, p.721-733.
- BARCELLOS, Christovam. **Constituição de um sistema de indicadores socioambientais.** In: MINAYO, Maria Cecília de Souza; MIRANDA, Ary Carvalho de. Saúde e Ambiente: estreitando nós. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p. 313-329.

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução: Francisco M. Guimarães. Petrópolis; Editora Vozes, 1973.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. Tradução Olga Cruz – Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n.13, 1972, p..1-27.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia física global**. Esboço Metodológico. Tradução: Olga Cruz. Trabalho publicado, originalmente, na “Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest”, Toulouse, v. 39 n. 3, p. 249-272, 1968, sob título: Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. Publicado no Brasil no Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972. Revista RA'E GA, Editora UFPR, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BEZERRA, J. F. R., GONÇALVES, M. F. P., FEITOSA, A. C. **Estudo da Compartimentação Geomorfológica da área da Bacia do rio Paciência, Ilha do Maranhão**. SINAGEO. Disponível em < <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/4/1/55.pdf>>

BRASIL. Lei Nº 6.766, DE 19 de Dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm)>

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

BRASIL. **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres**. Brasília, 2012.

BURTON, I.; KATES, R. W. & WHITE, G. F. **Emerging Synthesis. The Environment as Hazard**. Second Edition. New York/London, The Guilford Press, 1993.290 p.

CARDONA, O. D. **The notion of disaster risk**: conceptual framework for integrated management. Manizales: AIDB/ IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Mngement, Universidad Nacional de Colombia, 2003.

CASTRO, C. M., PEIXOTO, M. N. O. e RIO, J. A. P. **Riscos Ambientais e Geografia**: Conceituações, Abordagens e Escalas. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ ISSN 0101-9759 Vol. 28-2 / 2005 p. 11-30.

CHALINE, C.; DUBOIS-MAURY, J. **La ville et ses dangers: prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologique**. Paris: Masson, 1994.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. Riscos Geológicos. 1998. In: OLIVEIRA, A. M. S., BRITO, S. N. (organizadores), **Geologia de Engenharia**. São Paulo, ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia), 1998, P.301-310.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: São Luís, 2018. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/1671/>.

COSTA, E. B.; FERREIRA, T. A. **Planejamento Urbano e Gestão de riscos vida e morte nas cidades brasileiras**. OLAM – Ciência & Tecnologia, Ano X, Vol. 10, n. 2, Agosto-Dezembro, São Paulo, Rio Claro, 2010.

COELHO, M. T. **Avaliação da eficácia da lei de uso e ocupação do solo em São Luís**: o caso da Lagoa da Jansen. Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

COSTA, N. N. S.; CASTRO, A. C. L.; COSTA, N. F. A. Análise de uma unidade de conservação de proteção integral: o caso do Parque Ecológico da Lagoa da Jansen, São Luís, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 21 (1), 2008, p. 01-08. Disponível em:<[www.labohidro.ufma.br](http://www.labohidro.ufma.br)>

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.

CUTTER, S. L. MITCHELL. J. T. SCOTT, Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*, 2000.

CUTTER, S. L. **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 vulnerability of science and the science of vulnerability**. *Annals of the Association of American Geographers*, v.93, n.1, p.1-12, 2003.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. 2004. 154f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DIAS, G., H. **Identificação da vulnerabilidade socioambiental na área urbana de Mossoró-RN, a partir do uso de técnicas de análises espaciais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais. Natal, 2013. 163p.

DUBOIS-MAURY, J.; CHALINE, C. **Les risques urbains**. Paris: Armand Cohn, 2002.

El-Robrini, M.; Silva, M.; Silva Jr. P.; El-Robrini, M.; Silva Jr. O.; França, C. (2006) – Pará. In: Dieter Muehe (org.), **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/gestao-territorial/category/80-gestaocosteira-g-erosao-e-progradacao>.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2006. 316p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

FEITOSA, A. C. **Relevo do Estado do Maranhão**: uma nova proposta de classificação topomorfológica. Anais. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia, 2016. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/articles/476.pdf>

FELDBRÜGGE, T.; VON BRAUN, J. **Is the World becoming a more risky place?** – Trends in disasters and vulnerability to them. ZEF – Discussion Papers On Development Policy n°. 46, Center for Development Research, Bonn, May 2002, pp.42.

FERREIRA, A. J. A. O Estado e as políticas do urbano em São Luís. Dissertação de Mestrado em Geografia Humana. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, Maranhão, São Luís, Estimativa Populacional 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=211130&search=maranhao|sao-luis>.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, Maranhão, Paço do Lumiar, Estimativa Populacional 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210750&search=maranhao|paco-do-lumiar>.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, Maranhão, São José de Ribamar, Estimativa Populacional 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=211120&search=maranhao|sao-jose-de-ribamar>.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, Maranhão, Raposa, Estimativa Populacional 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210945&search=maranhao|rapsa>.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE Cidades, Maranhão São Luís, 2014. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/3RV>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE Cidades, Maranhão, São José de Ribamar, 2014. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/BE5>

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE Cidades, Maranhão Raposa, 2014. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/D3S>

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE Cidades, Maranhão Paço do Lumiar, 2014. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/B19>

FELDMAN, F. **CPIs para as tragédias anunciadas**. Folha de São Paulo, São Paulo, 29 jan. 2007, p. A3.

GREGORY, Kennett. J. **A natureza da Geografia Física**. (trad. Eduardo de A. Navarro). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.

GAMBA, C.; RIBEIRO, W. C. **Indicador e Avaliação da Vulnerabilidade Socioambiental no município de São Paulo**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, N. 31 Especial, p. 19 - 31, 2012.

GOOGLE EARTH PRO. **Imagens do Google Earth Pro**. Ano de 2017.

GREGORY, Kennett. J. **A natureza da Geografia Física**. (trad. Eduardo de A. Navarro). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.

HAMMOND, A., et al. **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

HEWITT, K. **Regions of risk: a geographical introduction to desastres**. Harlow: Longman, 1997. 389p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas municipais**. São Luís – MA, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa Populacional**. São Luís – MA, 2017.

KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

LIMA, G. M. A.; BASTOS, L. C.; BELTRAME, A. V. **Correlação entre os Movimentos de Massa e a Cobertura Vegetal na Bacia do Braço do Baú, Município de Ilhota – SC**. Anais. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010 p. 1-8.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles**. O exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985, 244p.

LOUZEIRO, A. S. **Fotografias de estudos de campo**. Natal, 2018.

LOUZEIRO, A. S. **Elaboração da cartografia**. Natal, 2018.

MACEDO, L. A. A. **Urbanização da Ilha de São Luís e seus impactos ambientais nos recursos hídricos: análise no período de 1970 a 2010**. EDUEMA. São Luís, 2012. 148p.

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.

MARANDOLA JÚNIOR, E. e HOGAN, D. J. As dimensões da Vulnerabilidade. IN: **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./mar. 2006.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: Conceitos básicos. Santa Maria: CRS/INPE. 2007, 20p.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: conceitos básicos. Caderno Didático nº. 1, Santa Maria, RS, Brasil Janeiro de 2008, p.40.

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.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Vulnerabilidade Ambiental. Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Santos, Rosely F. (org). Brasília: MMA 2007.192 p.

MENDONÇA, F. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana**: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Editora UFPR, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2007. **Vulnerabilidade Ambiental. Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Santos, Rosely F. (org). Brasília: MMA 2007.192 p.

MOREIRA, H. F. **O Plano Diretor e as funções sociais da cidade**. Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, Rio de Janeiro, abril, 2008.

NASCIMENTO, J., A., S. **Vulnerabilidade a eventos climáticos extremos na Amazônia Ocidental**: uma visão integrada na Bacia do Rio Acre. 2011, 297f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

NUCCI, J.C.; WESTPHALEN, L.A.; FILHO, A.T.B; NEVES, D.L. **Cobertura Vegetal no bairro Centro de Curitiba/PR**. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Rio de Janeiro. Anais... 2003.

OECD. **Core set of indicator for environmental performance reviews. Environment Monographs**. Paris: OECD, 1993. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>

OBSERVATÓRIO NOSSA SÃO LUÍS.

PARIZZI, M. G. **Desastres Naturais e Induzidos e o Risco Urbano**. Revista Geonomos, CPMTC-Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 1-9, 2014.

PEREIRA, E. D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do aquífero do reservatório Batatã**. 174f. Tese (Doutorado em Geociências) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. **Classificação dos Movimentos de massa ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata**, Estado do Paraná. Geingá:

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Maringá, v. 4, n. 1, p. 3-27, 2012.

PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. **Considerações a respeito dos condicionantes utilizados em pesquisas envolvendo movimentos de massa.** Geoinf.: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Maringá, v. 5, n. 1, 2013, p. 102-124.

PRESS, F; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. Para entender a Terra. 4. ed. Tradução Rualdo Menegat. Porto Alegre: Artmed, 2006. 656 p. il.

QUARANTELLI, Enrico. L. (ed.) **What is a disaster ?** Londres e Nova York: Routledge, 1998.

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, 2014.

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.

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.

RODRIGUES, C. **A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais.** Revista do Departamento de Geografia USP. São Paulo, n.14, p. 69-77, 2001.

RODRIGUES, T. L. N. et al. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís. Folha SA.23-Z-A, Cururupu. Folha SA.23-X-C, Estado do Maranhão. Brasília, CPRM, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** São Paulo, Editora Contexto, 1990, 80p.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs – RIMAs. In: GUERRA, A. J. T., C. S. B. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil. 4.ed. 2003, p. 291336.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados.** Revista do Depto de Geografia da USP. São Paulo. n.8, 1994.

SANTOS, J. O. **Relações entre Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social na susceptibilidade aos riscos.** Revista Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 75-90, mai./ago. 2015.

SÃO LUÍS. Defesa Civil de São Luís – MA. **Pontos de risco de São Luís**. São Luís, 2016.

SÃO LUÍS. Lei nº 4.669 de 11 de outubro de 2006. **Plano Diretor de São Luís**. Outubro -2006.

SÃO JOSÉ DE RIBAMAR. Lei nº 645 de 10 de outubro de 2006. **Plano Diretor de São José de Ribamar**. Outubro-2006.

SCHOBENHAUS, C. **Geologia do Brasil**. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1984.

SCHMIDT, A., J. DIELE, K; BEMVENUTI, C, E. **Sobre a definição da Zona de Apicum e sua Importância Ecológica para populações de caranguejo-uçá *ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)**. Bol. Téc. Cient. CEPENE, Tamandaré - PE - v. 19, n. 1, 2013. p. 9-25.

SCHÄFFER, W. B. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?**. Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. 96 p.: (Série Biodiversidade, 41). Brasília: MMA, 2011.

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.

SOUSA, S. B. **Sistema Aquífero da Ilha do Maranhão (MA)**. 1st Joint World Congress on Groundwater, p. 1-17, 2000.

SOUZA, M. L. **Planejamento urbano e ativismos sociais**. São Paulo: EDUNESP, 2004.

SOUZA, U. D. V; KUX, H. J. H. **Analyse the Vulnerability in the Maranhão Ilha, Brazil, using gis techniques and geospatial inference**. Revista Geográfica de América Central, Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica II Semestre 2011 p.1-23

SOUZA, C.R.G.; HIRUMA, S.T.; SALLUN, A.E.M.; RIBEIRO, R.R.; AZEVEDO-SOBRINHO, J.M. **“Restinga”: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental**. Instituto Geológico - Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2008. 104p.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas**. Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977.

STRAHLER, A. N. **Climate and their classification**. Physical geography, 2 ed., New York: John Wiley, p. 181-193, 1960.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia marinha**: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: Quercus, 1992.

TAVARES, A. C.; SILVA, A. C. F. **Urbanização, Chuvas de Verão e Inundações:** uma Análise Episódica. *Climatologia e Estudos da Paisagem Rio Claro*, Vol.3, n.1, janeiro/junho/2008, p. 4

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).

TORMAN, V. B.L.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. **Normalidade de variáveis:** métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. *Clinical & Biomedical Research*, v. 32, n. 2, p. 227-234, 2012.




TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p.

UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. **Terminology on Disaster Risk Reduction.** Disponível em <http://www.unisdr.org>.

USEPA. **A Conceptual Framework to Support Development and Use of Environmental Information in Decision-making.** 230/R-95/012, 1995. Disponível em: [www.epa.gov/indicator](http://www.epa.gov/indicator)

VEYRET, Y. **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Editora Contexto, São Paulo, 2007. 319p.












WHITE, G. F.; KATES, R. K. & BURTON, I. **Knowing Better and Losing even more:** the use of knowledge in hazards management. *Environmental Hazards*, 2001: pg. 81-92.

ANEXO I - PRINCIPAIS ÁREAS DE RISCO DE SÃO LUÍS - MA					
ÁREAS PONTOS DE RISCO SÃO LUÍS					
		 Alto risco	 Médio risco	 Baixo risco	
	LOCALIDADE	RISCO	QT. IMÓVEIS	BAIRRO	TIPO DE RISCO
AREA 01 13 PONTOS CENTRO	Rua do Giz	●		Centro Histórico	Área de Desabamento
	Rua da Palma	●			
	Rua Afonso Pena	●			
	Rua Humberto de Campos	●			
	Rua 14 de Julho	●			
	Travessa da Lapa	●			
	Travessa Feliz	●			
	Rua Isaac Martins	●			
	Rua do Alecrim	●			
	Rua dos Afogados	●			
	Rua da Passagem	●			
	Rua São João	●			
Rua 13 de Maio	●				
AREA 02 16 PONTOS COROADINHO	Rua da Esperança, Primavera	●	25	Bom Jesus	Área de Encosta
	Trav. da Paz, Alto do Parque Timbiras	●	9		
	Ruas 04 e 11	●	6	Coheb	Área de Encosta e Alagamento
	Rua 44	●	9	Sacavém	Área de Encosta
	Avenida Natal, Vila Natal	●	9	Coroadinho	Área de Encosta

	Rua Babilônia	●	8		
	Rua 1º de Maio, Alto São Francisco	●	1		
	Rua Eucalipto, Sítio do Pica-Pau Amarelo, Bom Jesus	●	6		
	Rua Jatobá, Bom Jesus	●	12		Área de Alagamento
	Rua José Sarney, Vila São Sebastião	●	10		Área de Encosta
	Travessa Dom Pedro II	●	16		
	Rua Duque de Caxias (Morro do Zé Bom Bom)	●	18		
	Estrada da Vitória, KM 07	●	48	Sacavém	
	Avenida 01, 02 e Rua do Fio	●	10	Salina do Sacavém	Área de Encosta e Alagamento
	Rua Alto da Penha nº 27, Estrada da Vitória	●	10	Túnel do Sacavém	Área de Encosta
	Quinta dos Machados	●	40		Área de Alagamento
AREA 03 11 PONTOS VILA PALMEIRA	Vila Socó	●	18	João de Deus	Área de Alagamento
	Rua Irene Souza, nº 42-B	●	7	Res. João Alberto	Área de Encosta e Alagamento
	Rua São Judas Tadeu	●	6	Pão de Açúcar	Área de Encosta e Alagamento
	Rua Salmo, Pirapora	●	9	Santo Antônio	Área de Encosta
	Rua Portuguesa	●	3	João de Deus	
	Rua São Raimundo	●	20	Vila Lobão	

	Rua Nossa Senhora de Fátima	●	4	Vila Isabel Cafeteira, Cohab	Área de Encosta e Alagamento
	Rua Santa Teresa, nº 19, Vila Isabel Cafeteira	●	1		
	Rua São Marcos	●	4	Cruzeiro do Anil	Área de Encosta
	Rua 10 de Junho	●	33	Novo Angelim	Área de Alagamento
	Rua da Matança, Travessa da Matança (Rua do Campo), Rua Juscelino Santos	●	49	Anil	
AREA 04 19 PONTOS EIXO ITAQUI <u>BACANGA</u>	Travessa São Raimundo nº 26	●	48	Alto da Esperança	Área de Encosta
	Avenida do Vaticano s/n e Rua do Entroncamento s/n	●	97	Fumacê	Área de Alagamento
	Avenida Thomaz de Aquino Andrade, 36, Rua São Tomé	●	59	Sá Viana	Área de Encosta
	Rua Maria da Paz, Rua São Geraldo	●	148		Área de Alagamento e Inundação
	Travessa 2 de Maio	●	2	Vila Embratel	Área de Encosta
	Travessa do Amor	●	9	Vila Bacanga	
	Rua da Mangueira	●	34	Vila Dom Luís	Área de Encosta
	Rua Dra. Érica, 29-B	●	3	Mauro Fecury II	Área de Encosta

	3ª Travessa do Arame com a 2ª Travessa 6 de Abril, Rua da Estrela		38	Vila Embratel	Área de Encosta
	Rua Bom Jesus, 64 - Travessa Bom Jesus		19	Vila Embratel	Área de Encosta
	Rua Bom Futuro		4	Vila Embratel	Área de Encosta

ÁREAS E PONTOS DE RISCO DE SÃO LUÍS		ÁREAS PONTOS DE RISCO SÃO LUÍS		 Alto risco	 Médio risco	 Baixo risco
	LOCALIDADE	RISCO	QT. IMÓVEIS	BAIRRO	TIPO DE RISCO	
ÁREA 4  EIXO ITAQUI BACANGA	Rua do Amor, Residencial Primavera, 21		3	Vila Embratel	Área de Alagamento	
	Rua São Félix nº 59		8		Área de Encosta	
	3ª Travessa Santo Antonio		3		Área de Encosta e Alagamento	
	Rua João Evangelista, Residencial Resende II		8		Área de Encosta	
	Travessa da Rua 02 de Maio nº 105		2		Área de Encosta	
	Travessa Padre Rafael e 2ª Travessa Piancó, Piancó		19			
	Rua Senador Pompeu		22		Vila Isabel	
	Rua 06 de Abril		16		Vila Embratel	
AREA 05	Residencial José Reinaldo Tavares		16	Cidade Olímpica	Área de Alagamento	
	Vila Sapinho		7			
7	Rua Santa Mônica, Rua Santa Isabel		12	Vila Airton Sena / São	Área de Encosta	

PONTOS SÃO CRISTOVÃO E CIDADE OPERÁRIA				Raimundo	
	Rua 15 e Rua 21, Quadra 16	●	3	Conj. São Raimundo	
	Rua 26, Quadra 84, Casas nºs 04 e 32-B	●	2	São Raimundo	Área de Encosta e Alagamento
	Vila Militar	●	60		
	Residencial Maria Aragão	●	7	Cidade Olímpica	Área de Alagamento
AREA 06	Travessa Menino Jesus de Praga nº 38	●	10	Cantinho do Céu	Área de Encosta
2 PONTOS COHAMA / TURU	Rua Paris nº 05, Vila Progresso, Vila Marinho	●	101	Vinhais	Área de Alagamento
AREA 07	Rua Nova, Rua Bom Jardim	●	19	Rio Grande	Área de Encosta
4 PONTOS ZONA RURAL	Vila Funil	●		Vila Funil	Área de Encosta e Alagamento
	Rua 07	●	3	Vila Itamar	Área de Encosta
	Travessa da Rua 05	●	12		

Fonte: Defesa Civil de São Luís (2016).

**APÊNDICE I – Ficha de entrevista (Defesa Civil)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS AMBIENTAIS  
PESQUISADORA: ANDREZA DOS SANTOS LOUZEIRO

**FICHA PARA ENTREVISTA COM A DEFESA CIVIL MUNICIPAL**

- 1- Qual é a metodologia adotada para definir uma área de risco?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 2- Quais os tipos de risco mais atuantes em São Luís? Por que?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 3- Existem mais risco de inundação, alagamento ou movimento de massa?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 4- Para qual risco mais recebe chamado?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 5- Que tipo de ações a defesa civil tem com as comunidades?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 6- Qual período do ano a defesa civil mais atual

**APÊNCICE II – Relação de áreas de campo visitadas**

<b>ANO</b>	<b>MÊS</b>	<b>AVENIDA/RUA/BAIRRO</b>	<b>OBJETIVO</b>
2016	07/2016	Solo exposto (Tibiri)	Identificação de solo exposto para mapa de Uso e cobertura da terra
		Rio anil (Tribuzzi)	Identificação de corpo hídrico para mapa de uso e cobertura da terra
	08/2016	Rua Nossa Senhora Aparecida (Pão de Açúcar)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Rua da Matança (Anil)	Identificação de áreas de risco (inundação)
		Rua João Alberto (Vila Lobão)	Identificação de áreas de risco (inundação)
		Estrada da Vitória (Túnel do Sacavém)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Rua Bom Jesus (Coheb Sacavém)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Av. Sarney Filho (Vila Embratel)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Rua Maria da Paz (Sá Viana)	Identificação de áreas de risco (inundação)
	Travessa do Amor (Vila Bacanga)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)	
09/2016	Defesa Civil Estadual e Municipal	Conhecimento do funcionamento da instituição	
2017	02/2017	Área irregularmente ocupada “invasão”	Identificação de área com vulnerabilidade socioambiental muito alta
		Planície Fluviomarina do rio Tijupá (divisa entre São Luís e São José de Ribamar)	Identificação do PI referente à geologia, geomorfologia e pedologia
		APA do Itapiracó	Identificação de área de vegetação arbórea
		Estrada da Maioba (Maioba)	Área de inundação (São José de Ribama)
		MA 201 (Estrada de Ribamar)	Identificação de áreas de risco (inundação)
		Renascença	Identificação de área densamente urbanizada para mapa de uso e cobertura da terra
		São Raimundo	Identificação de áreas de risco (alagamento)
		Vila Airton Sena	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
	Defesa Civil municipal de São Luís	Entrevista com o representante	
06/2017	Rua 1º de maio (Coroadinho)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)	

		Mauro Facury (Itaqui Bacanga)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Vila Conceição (Coroadinho)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Vila Dom Luís (Itaqui Bacanga)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Vila Embratel (Itaqui Bacanga)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Vila Isabel (Itaqui Bacanga)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Vila Natal (Coroadinho)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Coroado	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
	07/2017	Rua da Matança (Anil)	Identificação de áreas de risco (inundação)
		Vila Funil	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Rua Nossa Senhora Aparecida (Pão de Açúcar)	Reconhecimento de área de risco (movimento de massa)
		Residencial José Reinaldo Tavares	Identificação de áreas de risco (inundação)
		Rua nova e Rua Bom Jardim (Comunidade Rio Grande)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Túnel do Sacavém	Reconhecimento de área de risco (movimento de massa)
		Rua 07 e Travessa da rua 05 (Vila Itamar)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Rua João Alberto (Vila Lobão)	Reconhecimento de área de risco (movimento de massa)
		Vila Militar (São Raimundo)	Identificação de áreas de risco (alagamento)
		Morro do Zé Bombom (Coroadinho)	Identificação de áreas de risco (movimento de massa)
		Defesa Civil municipal	Acompanhamento nas atividades de campo
	08/2017	Caracueira (comunidade – Zona Rural)	Identificação de trabalhadores rurais
10/2017	Falésias (praia de São Marcos)	Identificação de falésias para graus de declividade	
2018	01/2018	Avenida Litorânea (bairro Calhau)	Identificação de construção antrópica em ambientes naturalmente frágeis
		Av. Eng. Hemiliano Macieira (Mineradora VALE)	Identificação da mineradora VALE para mapa de uso e cobertura
		Cohab	Identificação de área com vulnerabilidade social baixa
		Avenida Litorânea	Identificação de área com vulnerabilidade social baixa

		Residencial Itapiracó	Identificação de área com vulnerabilidade social média
		Praia da Litorânea (sedimentos)	Identificação de sedimentos para pedologia e planície litorânea para geomorfologia
		Avenida Ferreira Gular (palafitas)	Identificação de áreas ocupadas irregularmente
		Vila Nova	Identificação de área com vulnerabilidade social alta
		Holandeses	Identificação de vulnerabilidade social muito baixa
		Avenida Daniel de La Touche, Planalto Vinhais	Identificação de área com vulnerabilidade socioambiental muito baixa
		Avenida Jerônimo de Albuquerque	Identificação de área com vulnerabilidade socioambiental muito baixa



### APÊNDICE III – Ficha de campo (moradores)

#### FICHA DE CAMPO

Nº do ponto: \_\_\_\_\_ Coordenadas: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

1-Tipo de Risco: movimento de massa

2-Presença da Defesa Civil

Sim                       Não                       Pouco

3-Tipo de atuação da Defesa Civil:

\_\_\_\_\_

4-O que os moradores fazem em período de fortes chuvas?

\_\_\_\_\_

5-Casos de morte:  Sim                       Não                       Acidentes graves

6- Casas Interditadas:  Sim                       não

7-Tipo de construção das residências:

alvenaria                       madeira                       barro                       outros \_\_\_\_\_

8-Condições da via:

pavimentada                       não pavimentada                       mista

outros \_\_\_\_\_

9-Cobertura da área e proximidades:

solo exposto                       lixão                       aterro                       Outros \_\_\_\_\_

10-Densidade de ocupação:

Densamente ocupada com infraestrutura básica

Em processo de ocupação, razoável infraestrutura

Em expansão, distante do núcleo urbanizado, desprovida de infraestrutura

11-Descrição das residências sob processo de risco:

Rachaduras nos muros                       Muros e paredes embarrigados

Cicatrizes de escorregamento                       Degraus de abatimento

Árvores, postes e/ou muros inclinados                       Feições erosivas em taludes

Outros \_\_\_\_\_






12-Presença de água no sistema

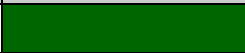




Concentração de água pluvial superficial                       Sistema de drenagem superficial






Vazamento de tubulação                       Lançamento de água na superfície

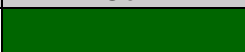




Outros \_\_\_\_\_

**APÊNDICE IV - Valores para Vulnerabilidade Social de cada fator**

<b>VULNERABILIDADE PARA CARACTERÍSTICAS DOS DOMICÍLIOS</b>		
<b>Valores Ponderados</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Cor</b>
0,000000 - 0,022793	Muito baixa	
0,022794 - 0,029199	Baixa	
0,029200 - 0,038154	Média	
0,038155 - 0,056126	Alta	
0,056127 - 0,084483	Muito alta	

<b>VULNERABILIDADE PARA EDUCAÇÃO</b>		
<b>Valores Ponderados</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Cor</b>
0,000000 - 0,031709	Muito baixa	
0,031710 - 0,065960	Baixa	
0,065961 - 0,075574	Média	
0,075575 - 0,089272	Alta	
0,089273 - 0,128426	Muito alta	

<b>VULNERABILIDADE PARA ENTORNO</b>		
<b>Valores Ponderados</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Cor</b>
0,00000000 - 0,031125571	Muito baixa	
0,031125572 - 0,041113257	Baixa	
0,041113258 - 0,053746572	Média	
0,053746573 - 0,079596508	Alta	
0,079596509 - 0,133803343	Muito alta	

<b>VULNERABILIDADE PARA FAIXA ETÁRIA</b>		
<b>Valores Ponderados</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Cor</b>
0,00000000 - 0,014792692	Muito baixa	
0,014792693 - 0,026758886	Baixa	
0,026758887 - 0,040726324	Média	
0,040726325 - 0,060161074	Alta	
0,060161075 - 0,124778523	Muito alta	

<b>VULNERABILIDADE PARA GÊNERO/RENDA</b>		
<b>Valores Ponderados</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Cor</b>
0,00000000 - 0,015135983	Muito baixa	
0,015135984 - 0,026189482	Baixa	
0,026189483 - 0,037691469	Média	
0,037691470 - 0,059068663	Alta	
0,059068664 - 0,111426347	Muito alta	

<b>VULNERABILIDADE PARA RENDA</b>		
<b>Valores Ponderados</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Cor</b>
0,00000000 - 0,013641055	Muito baixa	
0,013641056 - 0,025824003	Baixa	
0,02584004 - 0,041510682	Média	
0,041510683 - 0,065360275	Alta	
0,065360276 - 0,116070034	Muito alta	